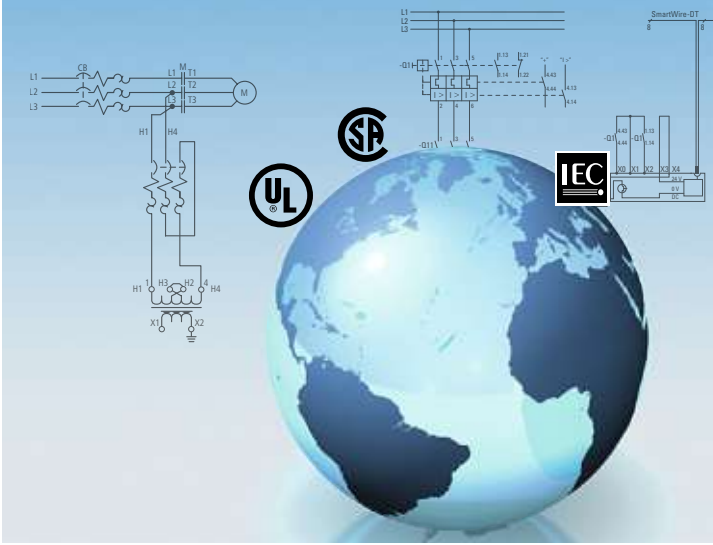
www.schaltungsbuch.de
Moeller® series

Befehlen und Signalisieren
Automatisieren
Rund um den Motor
Energiemanagement

Schaltungsbuch | 2011



EATON

Powering Business Worldwide

Alle Marken- und Produktnamen sind Warenzeichen
oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Titelhalter.

Korrigierte Auflage 2011, Redaktionsdatum 06/11

© 2008 by Eaton Industries GmbH, 53105 Bonn
Redaktion: Walter Heumann, Thomas Kracht, Barbara Petrick,
Heidrun Riege, Rene Wiegand

Alle Schaltungen wurden von uns nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig getestet. Sie dienen als praktische Beispiele. Für eventuelle Fehler übernimmt die Eaton Industries GmbH keine Haftung.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, vorbehalten.
Kein Teil dieses Schaltungsbuches darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Zustimmung der Eaton Industries GmbH, Bonn, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Änderungen vorbehalten.

Gedruckt auf Papier aus chlor- und säurefrei gebleichtem Zellstoff.

Das Eaton Schaltungsbuch

	Kapitel
Das Eaton Schaltungsbuch	0
Schalten, Steuern, Visualisieren	1
Elektronische Motorstarter und Drives	2
Befehls- und Meldegeräte	3
Nockenschalter	4
Schütze und Relais	5
Motorschutzschalter	6
Leistungsschalter	7
Rund um den Motor	8
Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika	9
Normen, Formeln, Tabellen	10
Stichwortverzeichnis	11

Das Eaton Schaltungsbuch

	Seite
Moeller ist jetzt Eaton	0-3
Eaton Stromversorgungsqualität	0-4
Eaton Mittelspannungs-Systeme	0-6
Was ist neu in dieser Ausgabe?	0-7
Kompetenz und Erfahrung aus einer Hand	0-8
Das Support Portal	0-10
Der Eaton Online-Katalog	0-11
After Sales Service	0-12
Photovoltaik im Wohnbau	0-14
Energieverteilungen von Eaton	0-22

Moeller ist Eaton

Die Stärken von Moeller bleiben – sie werden durch Eaton erweitert.

Mit der abgeschlossenen Integration von Moeller in den weltweiten Konzern Eaton bleibt nicht nur der Name Moeller erhalten. Auch unser Leistungsspektrum profitiert von der Verbindung. Der Name Moeller wird als Produktserienbezeichnung weiter bestehen.
Auf den ehemaligen Moeller Produkten erscheint in Anerkennung der an Eaton übertragenen Werte „Moeller®-series", während die Verpackungen das Eaton Logo tragen. Mit diesem stetig wachsenden Leistungsspektrum helfen wir Ihnen, den steigenden Anforderungen des Marktes täglich gerecht zu werden. Wir erweitern die Maßstäbe und bleiben unseren Kernkompetenzen treu. Wir sind stolz darauf, Ihnen mit der jüngsten Version des Schaltungsbuches wieder einen fähigen Begleiter für Ihre tägliche Arbeit an die Hand zu geben.

EATON

Powering Business Worldwide

Lernen Sie die Eaton Produkte zur Stromversorgungsqualität kennen

Eaton Technologien

Eaton entwickelt innovative technische Lösungen im Bereich Stromversorgungsschutz bereits seit 1962 (erste Patentanmeldung). Durch neue, fortschrittliche, patentierte Technologien erfüllt Eaton die Kundenbedürfnisse, die einer rapiden Veränderung unterworfen sind.

Neun Probleme der Stromversorgung im Überblick
Wie eine USV bei der Lösung hilft

Eaton USVs bieten Schutz gegen alle neun üblichen Stromversorgungsprobleme, die nachfolgend beschrieben werden. Sie erfüllen die Anforderungen hinsichtlich gesicherter Stromversorgungsqualität, Energieverteilung und Power Management für Computer-Netzwerke und Datenzentren ebenso wie für Telekommunikation, Gesundheitswesen und industrielle Anwendungen (vgl. Tabelle).

Eaton Produktübersicht

Das Eaton Portfolio zum Schutz der Stromversorgungsqualität umfasst ein umfangreiches Angebot von Power-Management-Lösungen aus einer Hand. Dies beinhaltet USV-Anlagen, Überspannungsschutz-Einrichtungen, Energieverteilungseinheiten (ePDUs), Fernüberwachung, Messgeräte, Verbindungsmaterial, Gehäuse, Schränke und Dienstleistungen. Unser Portfolio zur Qualität der Stromversorgung ist auf die spezifischen Erfordernisse der Kunden ausgerichtet, sowohl für Neuanlagen als auch für bereits existierende Anlagen wird eine umfassende Lösung geboten. Mit allen Produkten strebt Eaton nach konti-

	Stromversorgungsprobleme	
1	Ausfall der Stromversorgung	
2	Spannungseinbruch	
3	Überspannungsspitzen	
4	Unterspannung (Spannungsabfall)	
5	Überspannung	
6	Elektrische Störsignale	
7	Frequenzabweichungen	
8	Spitzen von Schaltvorgängen	
9	Harmonische Verzerrung (Oberwellen)	

Definition	Ursache	Lösung
Totaler Ausfall des Versorgungsnetzes	Kann durch eine Reihe von Ereignissen entstehen: Blitzschlag, zerstörte Übertragungsleitungen, Netzüberlastung, Unfälle und Naturkatastrophen.	Einphasen-USV-Serie 3 Einphasen-USV-Serie 5 Ein- und Dreiphasen-USV-Serie 9
Kurzzeitige Unterspannung	Ausgelöst durch das Einschalten von großen Verbrauchern, Schaltvorgängen im Versorgungsnetz, Ausfall von Netzanlagen, Blitzschlag und Stromversorgungsanlagen, die den Anforderungen nicht gerecht werden. Zusätzlich zu möglichen Geräteausfällen kann auch Hardware beschädigt werden.	
Kurzzeitige Überspannung von mehr als 110 Prozent des Nennwerts	Kann durch Blitzschlag bewirkt werden und kann die Netzspannung kurzzeitig auf Werte von über 6.000 Volt bringen. Eine Spannungsspitze bewirkt fast immer Datenverlust und Hardwareschäden.	
Reduzierte Netzspannung für die Dauer von einigen Minuten bis zu einigen Tagen	Kann auftreten, wenn die Netzspannung zur Reduzierung der Leistung während Spitzenverbrauchszeiten absichtlich gesenkt wird oder wenn die angeschlossene Verbraucherlast die Versorgungskapazität übersteigt.	
Erhöhte Netzspannung für die Dauer von einigen Minuten bis zu einigen Tagen	Ausgelöst durch starke Lastreduzierung, Abschaltung großer Verbraucher und andere Schaltvorgänge im Netz. Hardware kann dadurch zerstört werden.	
Störsignale mit höheren Frequenzen	Können durch Funkenstörungen (EMI) oder durch Hochfrequenzstörungen (RFI) von Schweißgeräten, Sendeanlagen, Druckern, Gewittern usw. ausgelöst werden.	
Unstabilität der Netzfrequenz	Sie entstehen durch Lastwechsel bei Generatoren, insbesondere bei kleineren Generatorenanlagen. Frequenzabweichungen können fehlerhafte Abläufe, Datenverluste, Systemzusammenbrüche und Schäden an Geräten bewirken.	
Kurzzeitige Spannungseinbrüche	Die Dauer solcher Spitzen ist sehr gering und liegt im Bereich von Nanosekunden.	
Verzerrung der sinusförmigen Wellenform, zumeist hervorgerufen durch nichtlineare Belastungen	Schaltnetzteile, Schrittmotoren, Kopierer und Faxgeräte sind Beispiele für nichtlineare Verbraucherlasten. Sie können Kommunikationsfehler, Überhitzung und Hardwareschäden hervorrufen.	

nuierlichem Erfolg beim Voranbringen technischer Innovationen, um die Lösungen der nächsten Generation zu entwickeln. Die Produkte und Dienstleistungen in der folgenden Auflistung repräsentieren Beispiele aus unserem umfangreichen Angebot von Lösungen. Um das gesamte Angebot anzusehen oder um einen Produktkatalog anzufordern, besuchen Sie bitte www.eaton.com/powerquality.

Mittelspannungs-Systeme

Die Qualität der Mittelspannungs-Systeme basiert auf der mehr als 100-jährigen Erfahrung von Eaton in diesem Bereich.

Vakuum-Technologie

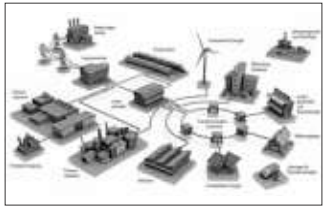
Die Vakuum-Technologie bildet das Herz der maximal umweltfreundlichen Schaltanlagen. Eaton hat mehr als 30 Jahre Erfahrung in der Anwendung der Vakuum-Technologie in Leistungsschaltern und Lasttrennschaltern.

Primäre Schaltanlage

Wie der Name schon sagt, ist eine primäre Schaltanlage die erste Stufe bei der Weiterleitung des elektrischen Stroms vom Stromnetz zum Endkunden. Die Bedeutung der strategischen Position der Unterstation und ihrer Schaltanlage innerhalb des Systems zeigt sich darin, dass Aufbau, Konstruktion und Betrieb auf maximale Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit ausgelegt sein müssen. Aus diesem Grund gehören zur Angebotspalette von Eaton MMS – eine kompakte stationäre Schaltanlage mit Einzel- bzw. Doppelsammelschiene – sowie Power Xpert® UX, eine Schaltanlage mit herausnehmbaren Leistungsschaltern, Schaltern und Schaltschützen.

Sekundäre Schaltanlage

Unter der Bezeichnung SVS hat Eaton eine universelle modulare Sekundärschaltanlage entwickelt. Sie eignet sich für den Einsatz in Versorgungsnetzen, Geschäftsgebäuden, Infrastrukturprojekten und Industrieanwendungen sowie für Objekte im Rahmen erneuerbarer Energien wie Windparks und kombinierte Heizkraftwerke. Die Konstruktion der SVS und Xiria basiert auf einer Kombination von Vakuum- und Gießharztechnologie. Es gibt eine Vielzahl verschiedener Arten von Schaltanlagen, die für jede Anwendung geeignet sind. Wegen der kompakten Größe und der SF_6-freien Konstruktion sind SVS und Xiria auch die idealen Lösungen für unterirdische Anwendungen bei Infrastrukturprojekten.



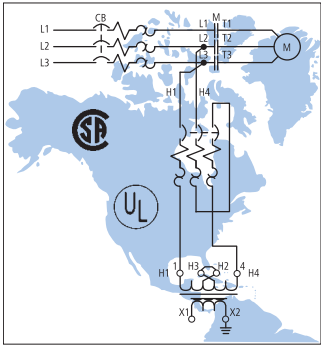
Ringnetzstationen

Elektrische Energie ist ein unverzichtbarer Bestandteil der modernen Gesellschaft geworden. Eine zuverlässige und kontinuierliche Energieversorgung gewinnt jeden Tag an Bedeutung. Vom Standpunkt der Energieunternehmen und der Industrie bedeutet dies, dass das Verteilernetz dem immer mehr steigenden Bedarf nachkommen muss. Selbstverständlich, dass Sicherheit und Betriebszuverlässigkeit eine größere Rolle spielen.

www.eaton.com
www.eaton.com/electrical

Das Eaton Schaltungsbuch
Was ist neu in dieser Ausgabe?

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika



Die Zielmärkte von Maschinen- und Anlagenbauern sind international. Eaton kennt diese Märkte und ist weltweit kompetenter Ansprechpartner in allen Fragen rund um das Thema Export von Schaltgeräten und Schaltanlagen. Dabei gewinnen die Besonderheiten beim Export nach Nordamerika (USA und Kanada) mehr und mehr an Bedeutung, siehe Kapitel 9.

Photovoltaik im Wohnbau

Der Einsatz regenerativer Energien wird immer wichtiger. Eaton ist kompetenter PV-Anbieter und beschreibt in der vorliegenden Ausgabe die technischen Hintergründe sowie die Komponenten-Auswahl, siehe → Seite 0-14.

Der Weg zur sicheren Maschine

Safety Technology
Control the unexpected

easySafety – Fit für höchste Sicherheitsanforderungen.

Die Sicherheit des Menschen und der Maschine muss während des gesamten Lebenszyklus einer Maschine/Anlage berücksichtigt werden. Für den Personenschutz kommen in der Praxis sicherheitsgerichtete Komponenten zum Einsatz, wie Positionsschalter, Lichtgitter, Zweihandschalter oder NOT-AUS-Taster. Die sicherheitsgerichteten Informationen werden mit dem neuen Steuerrelais easySafety, das den höchsten Sicherheitsanforderungen entspricht, überwacht und ausgewertet, → Abschnitt „Der Weg zur sicheren Maschine", Seite 1-29.

Immer aktuell

Wir setzen alles daran, jede neue Ausgabe des Schaltungsbuches an die stetig wachsenden Anforderungen der Märkte anzupassen und zu aktualisieren.

Besonders die zahlreichen Beispielschaltungen werden von unseren Fachleuten kontinuierlich aktualisiert und nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig getestet. Sie dienen als praktische Beispiele. Für eventuelle Fehler übernimmt die Eaton Industries GmbH keine Haftung.

Das Eaton Schaltungsbuch
Kompetenz und Erfahrung aus einer Hand

www.schaltungsbuch.de



Ausgabe 1958



Ausgabe 1986

Ein Klassiker seit über 50 Jahren und wohl die populärste Publikation des Unternehmens ist das Schaltungsbuch. Durch die internationale Verbreitung hat es in den vergangenen Jahren neuen Aufschwung erlebt. Erstmals wurde die Ausgabe 2005 in neun Sprachen übersetzt:

- Englisch,
- Französisch,
- Italienisch,
- Spanisch,
- Niederländisch,
- Russisch,
- Tschechisch,
- Rumänisch,
- Schwedisch.

Auch online stehen Ihnen die Inhalte unter www.schaltungsbuch.de zur Verfügung.

Die Online-Version verbindet das bewährte Wissen mit der aktuellen Internet-Technik. So ist z. B. eine Volltextsuche möglich.

Als Service für die Nutzer aus aller Welt steht eine spezielle Seite mit den Links zu allen vorliegenden Sprachversionen zur Nutzung bereit.

http://www.eaton.com/moeller/support (Schaltungsbuch)

Das Eaton Schaltungsbuch
Kompetenz und Erfahrung aus einer Hand

www.Eaton.com – die Produkte der Moeller® series

Eaton bietet Ihnen ein optimal kombinierbares Angebot an Produkten und Dienstleistungen. Besuchen Sie uns im Internet. Dort finden Sie alles rund um Eaton, z. B:

- aktuelle Informationen über die Eaton Produkte,
- Adressen der Eaton Vertriebsbüros und Vertretungen weltweit,
- Informationen über die Europa-Aktivitäten von Eaton,
- Presse, Fachpresse,
- Referenzen,
- Messetermine und Events,
- Technische Unterstützung im Eaton Support Portal.

www.eaton.com/moeller/support – Das Support Portal

Einfach per Mausklick erhalten Sie technische Unterstützung zu allen Eaton Produkten. Dazu Tipps und Tricks, FAQs (Frequently Asked Questions), Updates, Software-Module, PDF-Downloads, Demoprogramme und vieles mehr.
Ebenso können Sie sich hier für die Eaton Newsletter anmelden.

Unkompliziert und schnell finden Sie Ihre gewünschten Informationen:

- PDF-Downloads, Internet-gestützte Blätterkataloge, Smart-Phone-Anwendungen (Apps)
  - Kataloge
  - Handbücher und Montageanweisungen
  - Produktinformationen, wie Broschüren, Auswahlhilfen, technische Fachaufsätze, Konformitätserklärungen und natürlich
  - Das Eaton Schaltungsbuch
- Software-Downloads
  - Demoversionen
  - Updates
  - Softwarebausteine und Anwendermodule
- Auswahlhilfen
  - Motorstarter → Abschnitt „Auswahlhilfen", Seite 8-3

Das Eaton Schaltungsbuch
Das Support Portal

Auch einen Link zum Eaton After Sales Service finden Sie über das Support Portal (→ Abschnitt „After Sales Service", Seite 0-12).

Per E-Mail können Sie Anfragen direkt an den Technischen Support/Pre-Sales übermitteln. Schicken Sie einfach das gezielt nach Ihren Anforderungen ausgewählte E-Mail-Formular an die Eaton Spezialisten.



Das Eaton Schaltungsbuch
Der Eaton Online-Katalog

Der effiziente Weg zu detaillierten Produktinformationen

Von der detaillierten Produktinformation bis zur Anfrage Ihrer gewünschten Produkte per E-Mail oder Fax bei Ihrem Lieferanten für Moeller-Produkte. Dieses und vieles mehr bietet Ihnen der Eaton Online-Katalog.



Sie haben schnellen Zugang zu den Produktneuheiten sowie zu den zahlreichen Informationen der aktuellen Eaton Sortimente

- Industrieschaltgeräte,
- Antriebstechnik,
- Automatisierungs-Produkte,
- Energieverteiler-Systeme.

Erstellen Sie z. B. ein ausführliches Datenblatt eines Produktes und speichern Sie es als PDF-Dokument oder drucken Sie es aus.

Die Suchhilfen

Mehrere Suchmöglichkeiten bieten für jede Produktsuche den geeigneten Zugang.

- die Produktgruppen-Baumstruktur ermöglicht übersichtliches Auffinden mit wenigen Klicks
- Auswahlhilfen filtern sinnvoll in Produktgruppen, die viele Produkte enthalten
- eine leistungsstarke Suchfunktion mit Vorschlagsliste ermöglicht überdurchschnittlich erfolgreiche Suchvorgänge

Zahlreiche Links auf ergänzende Informationen zum und rund um das Produkt bieten Ihnen den Service, das Produkt optimal zu verwenden, z. B.:

- Anwendungsbeispiele und Projektierungshinweise,
- Approbationen
- Montageanweisungen,
- Handbücher,
- Software usw.

Wählen Sie „Ihren“ Online-Katalog im Internet:
http://ecat.moeller.net/?locale=de_DE

Der Online-Katalog wird regelmäßig aktualisiert.

Das Eaton Schaltungsbuch
After Sales Service

So nah, wie Sie es möchten.

Servicespezialisten
Nutzen Sie unser Servicepersonal. Umfangreiches Know-how, verknüpft mit langjähriger Erfahrung und moderner Ausstattung, hilft Ihnen bei der Lösung Ihrer Aufgaben.

Material
Komponenten, Baugruppen und Ersatzteile aus unserem Produktsortiment, stehen bei Bedarf für Ihre Anwendungen zur Verfügung.

Logistik
Personal und Material werden gemäß Ihren Anforderungen sach- und termingerecht bereitgestellt.

Helpline

Hotline
Bei ungeplanten Maschinen- und Anlagenstillständen, Systemstörungen und Geräteausfällen bekommen Sie kompetente und schnelle telefonische Hilfe rund um die Uhr.

Helpdesk
In den Geschäftszeiten werden Sie unterstützt von der Inbetriebnahme über Anwendungsfragen bis hin zur Störungsanalyse, die auch per Ferndiagnose erfolgen kann.

Es stehen Ihnen die Spezialisten zu den Themen Automatisierung, Drives, Niederspannungs-Energieverteilung oder Schaltgeräte zur Verfügung.

Onsite Service

Störfallbehebung vor Ort
Qualifizierte Techniker und Spezialisten kommen zu Ihnen und beheben Störfälle schnell und sicher.

Montage- und Inbetriebnahmeunterstützung
Benötigen Sie kurzfristig kompetente Unterstützung bei Montagen und Inbetriebnahmen, wenden Sie sich an uns.

Umbauten und Erweiterungen
Ob Steuerungen, Leistungsschalter oder andere Komponenten, bei Bedarf bringen wir Ihre Maschinen und Anlagen auf den neusten Stand.

Inspektion und Wartung
Die gesetzlichen Bestimmungen und Richtlinien verlangen eine wiederkehrende Prüfung von elektrischen Anlagen zur Erhaltung des ordnungsgemäßen Zustandes. Weitergehende Information erhalten Sie auf unserer Internetseite

www.eaton.com/moeller/aftersales

Der After Sales Service bietet deshalb für die Bereiche Leistungsschalter und Niederspannungsverteiler entsprechende Dienstleistungen an.

Wir unterstützen Sie bei der Inspektion/Wartung der von uns gelieferten Leistungsschalter und Niederspannungsverteiler, ermitteln den Zustand Ihrer Anlagen und führen erforderliche Arbeiten aus. Falls erforderlich, wird bei diesen Arbeiten auch die Thermografie eingesetzt oder eine Netzanalyse durchgeführt.

Das Eaton Schaltungsbuch
After Sales Service

Serviceschulungen
Mit maßgeschneiderten Serviceschulungen, die Ihre individuellen Anforderungen berücksichtigen, machen wir Ihr Personal fit.

Thermografie
Mit der Thermografie haben wir eine effiziente Möglichkeit, den Zustand Ihrer elektrischen Anlagen und Steuerungen im laufenden Betrieb zu analysieren.

Netzanalyse
Die Netzanalyse liefert Ihnen ohne langwierige und teure Fehlersuche klare Aussagen über Ihre individuellen Netzverhältnisse.

Busmonitoring
Bei Bedarf untersuchen wir die Kommunikationsnetzwerke Ihrer Anlagen mit moderner technischer Ausrüstung.

Repairs

Direktaustausch
Im Störfall reduziert der Direktaustausch-Service für ausgewählte Produkte die Ausfallzeit Ihrer Produktionsanlage deutlich.

Reparaturen
Die Reparatur von Produkten in unserem Service-Center ist eine kostengünstige Alternative bei der Störungsbehebung.

Ersatzteile/-geräte
Wir reduzieren Instandhaltungskosten mit ausgewählten Ersatzteilen und -geräten aktueller/ ausgelaufener Produktlinien.

Online Service

Online-Störungssuche
Eine besondere Hilfestellung bieten wir Ihnen, wenn Sie Störungen an Produkten analysieren und beheben möchten. Über das Internet haben Sie die Möglichkeit der interaktiven Fehlersuche durch direkten Zugriff auf unsere Service-Datenbank.

FAQ - Frequently Asked Questions
Es gibt Fragen zu unseren Produkten, die unsere Kunden immer wieder an uns richten. Von den Antworten dazu können Sie profitieren. Häufig gestellte Fragen mit den zugehörigen Antworten rund um die Automatisierung können Sie nachlesen.

Downloads
Benötigen Sie Updates, Software, Dokumentation und Konformitätserklärungen, sind Sie hier richtig. Besuchen Sie das Download Center von Eaton, dort erhalten Sie alle Informationen.

Kontakt

Hotline für den Störfall
Im Servicefall wenden Sie sich bitte an Ihre zuständige Vertretung

www.eaton.com/moeller/aftersales

oder direkt an den After Sales Service

+49 (0) 180 522 3822, 24/7 (rund um die Uhr)

Helpdesk
Tel.: +49 (0) 228 602 3640

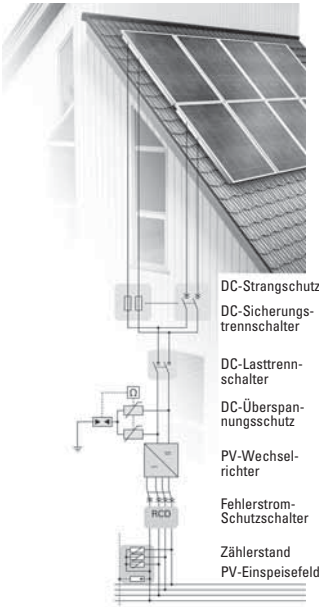
(Mo. – Fr. 08:00 – 16:00 Uhr MEZ).

Email
AfterSalesEGBonn@eaton.com

Internet
www.eaton.com/moeller/aftersales

Sonnenenergie sicher nutzen – Lösungen von Eaton

Sichere Photovoltaik-Anlagen



Photovoltaik-Anlagen wandeln mit Hilfe von Solarzellen die Sonnenenergie in elektrische Energie um.

Ist die Anlage netzgebunden, wird der erzeugte Strom direkt in das Stromnetz eingespeist. Dadurch entfällt im Gegensatz zu einer netzunabhängigen Anlage eine aufwendige Zwischenspeicherung, gleichzeitig wird jedoch die Umwandlung des erzeugten Gleichstroms in Wechselstrom notwendig.

Eine netzgebundene Anlage besteht neben den Photovoltaik-Paneelen aus einem oder mehreren Wechselrichtern und Schaltgeräten für Betrieb, Wartung und Schutz im Fehlerfall – beispielsweise:

- aus einem DC-Strangschutz,
- DC-Lasttrennschalter,
- DC-Überspannungsschutz,
- PV-Wechselrichter,
- Fehlerstromschutzschalter (RCD),
- AC-Überspannungsschutz
- und xComfort-System (optional).

Damit die erforderliche Eingangsgleichspannung für den Wechselrichter erreicht wird, werden die Photovoltaik-Paneele in Serie (als Strang) geschaltet.

Um die Leistung der Anlage zu erhöhen, werden zwei oder mehr Stränge parallel geschaltet. Aus Sicherheitsgründen müssen alle elektrischen Anlagen isoliert, geschützt und mit Schaltgeräten gesichert sein, die ebenfalls durch Gehäuse geschützt werden müssen. Alle diese wichtigen Schutzmaßnahmen bietet Eaton aus einer Hand.

Sicher trennen, schalten und schützen.
Damit der erzeugte Strom in das öffentliche Stromnetz eingespeist oder selbst verbraucht werden kann, wandeln Wechselrichter den Gleichstrom der Solarzellen in Wechselstrom um.

Dabei werden Frequenz- und Spannungswerte an das Netz angepasst.

Auch hier bietet Eaton zuverlässige Schutz- und Netztrenneinrichtungen sowie

Wechselrichter von 1500 bis 4000 W für den Innen- und von 4000 bis 4600 W für den Außeneinsatz.

Sonnenenergie effizient umwandeln



Netzgekoppelte Wechselrichter von 1500 bis 4600 W
Jede Photovoltaik-Anlage ist so individuell wie die Ansprüche ihrer Betreiber.

Daher bietet Eaton eine komplette Reihe einphasiger Wechselrichtern von 1500 bis 4600 W:

- Für mono- und polykristalline PV-Generatoren geeignet.
- Wartungsfrei, höchst zuverlässig und sehr installationsfreundlich.
- Integriertes LCD-Display erleichtert die Bedienung.
- Optimaler Wirkungsgrad durch maximale Leistungspunktnachführung (MPPT).
- Lüfterlos durch natürliche Konvektions-kühlung.
- Im Vergleich zur Baugröße sehr hohe Leistungskapazität.
- Besonders leiser und verschmutzungsarmer Betrieb.
- Standardschnittstelle RS232 ENS entsprechend VDE0126-1-1/DK5940.
- Kompaktes, elegantes und modernes Design.

Einsatz in Innenräumen
Die ISG-Serie mit Schutzgrad IP43 ist für die Aufstellung in Innenräumen konzipiert.

Einsatz im Freien
Die ISG-Serie mit Schutzgrad IP65 ist für den Innen- und Außeneinsatz vorgesehen.

Spezifikationen
Alle Wechselrichter sind für Umgebungstemperaturen von -20 bis +55 °C ausgelegt. Ein optimaler Betrieb wird bei Umgebungstemperaturen zwischen 0 und +40 °C erreicht.

Die Kraft der Sonne – optimal genutzt
Die Gesamtleistung einer Photovoltaik-Anlage ist nicht nur von der Gesamtfläche der Photovoltaik-Paneele, der Ausrichtung und dem Neigungswinkel der Module abhängig.

Komponenten wie die Wechselrichter spielen für den Wirkungsgrad eine große Rolle. Mit Wechselrichtern von Eaton sichern Sie sich die maximale Leistung.

Anforderungen, die DC-Trennstelle

DC-Lasttrennschalter
Die Norm IEC 60364-7-712 schreibt zwischen dem PV-Generator und dem Wechselrichter einen Lasttrennschalter vor. Eaton bietet gekapselte und offene Last-trennschalter für Gleichspannungen bis 1000 V. Gemäß Vorschrift VDI 6012 können sie als separate Schaltstellen genutzt werden – so kann beispielsweise ein defekter Wechselrichter gefahrlos

komplett spannungsfrei geschaltet werden. Alle Last-trennschalter schalten zweipolig und sind damit auch für ungeerdete Anlagen geeignet. Alle Schalter sind TÜV-zertifiziert.



Kompakte Trenner für Wechselrichter
Eaton hat gekapselte und offene Lasttrennschalter im Programm. Die ungekapselten Lasttrennschalter P-SOL sind für den Einbau in kundenspezifische Gehäuse oder Wechselrichter vorgesehen. Ihre Befestigung erfolgt auf Hutschienen (35 mm), ihre Anschlussklemmen ermöglichen den Anschluss aller gängigen Leiterarten.

Perfekte Kapselung für die Außenmontage
Die Eaton Lasttrennschalter SOL in Gehäusen sind einbaufertig und daher besonders installationsfreundlich. Es stehen Varianten für 2, 3, 4 oder 8 Stränge sowie für die gängigsten Steckerformen wie MC4 oder metrische Verschraubungen zur Verfügung. Das Gehäuse besitzt Schutzgrad IP65 und ist für die Außen-installation geeignet. Die Abschließbarkeit bietet Sicherheit im Servicefall. Ein Druckausgleichselement verhindert Kondenswasserbildung und dadurch auch Ausfälle durch Spannungsüberschlag.

Feuerwehrschalter – kleine Investition, großer Schutz

Im Falle eines Hausbrandes kann die Feuerwehr oft nur Personen- und Tierrettungen durchführen sowie ein Überspringen auf benachbarte Objekte verhindern. Der Grund dafür ist die von PV-Anlagen erzeugte Spannung von bis zu 1000 V, die auch nach Freischaltung des Inverters weiter anliegt. Beim Betreten des Gebäudes bestünde durch beschädigte DC-Leitungen für die Rettungskräfte Lebensgefahr. Abhilfe schafft der Eaton Feuerwehrschalter SOL30-SAFETY, der die Leitung von den Solarmodulen zum Wechselrichter spannungslos schaltet und so die gefahrlose Brandbekämpfung ermöglicht.

VDE 0100-7-712 schreibt zwar einen DC-Freischalter vor, aber nicht den Ort der Anbringung: Häufig ist der Freischalter in den Inverter integriert, so dass die Leitung zwischen Wechselrichter und Hausan-

schluss gesichert ist, die Module und DC-Leitungen bis dorthin aber weiterhin unter Gleichspannung von bis zu 1000 V stehen, pro Strang mit bis zu ~8A.



Einfacher Einbau
Feuerwehrschalter werden in unmittelbarer Nähe der PV-Module in die Gleichstromleitung direkt nach der Gebäudeeintrittsstelle zwischen Panel und Wechselrichter eingebaut. Die Abschaltung der PV-Module erfolgt automatisch per Unterspannungsauslöser im Feuerwehrschalter, wenn entweder die Feuerwehr vor Ort die AC-Spannung des Gebäudes oder über den örtlichen Energieversorger den Brandort stromfrei schalten lässt oder vor Ort der PV-AUS-Schalter betätigt wird.

DC-Strangschutz

Verfügt eine Photovoltaik-Anlage über drei oder mehr Stränge, empfiehlt sich ein Strangschutz durch DC-Sicherungen oder DC-Strangschutzschalter. Diese schützen die PV-Paneele vor Fehler- und Rückströmen, die an defekten Strängen entstehen können, und verhindern das Rückspeisen von intakten Paneelen zu Paneelen mit Kurzschluss. Strangschutzschalter besitzen gegenüber Sicherungen den Vorteil, nach Behebung des Defekts sofort wieder betriebsbereit zu sein sowie die Möglichkeit über Hilfsschalter eine Ausgelöstmeldung abzusetzen und dadurch Ertragsverluste vermeiden. Eine weitere Besonderheit des DC-Strangschutzschalters ist der variable Auslösebereich für Kurzschlussströme: Er reagiert bereits ab dem 1,05 … 1,3-fachen Fehlerstrom. Eaton bietet sowohl Sicherungstrennschalter als auch Strangschutzschalter an, die im Bedarfsfall problemlos mit weiteren Komponenten kombiniert werden können.

Sicherungstrennschalter mit integriertem Kurzschlussschutz
PV-Paneele vor Kurzschlussströmen zu schützen, ist die Aufgabe der Sicherungstrennschalter FCFDC10DISOL für die zylindrischen Schmelzeinsätze ASFLC10-SOL der Sicherungsgröße 10 x 38. Optional können sie eine durchgebrannte Sicherung mittels Blinkfunktion anzeigen.

Strangschutzschalter
Die sicherungslose Alternative für den Schutz vor Kurzschlussströmen sind die Strangschutzschalter Eaton PKZ-SOL. Mit ihrem variablen Auslösebereich lassen sie sich optimal auf den tatsächlichen Kurzschlussstrom eines Strangs einstellen. Ein thermischer Auslöser reagiert bereits beim 1,05 … 1,3-fachen Strom, der magnetische Auslöser beim 6-fachen Strom. Ungekapselte Strangschutzschalter sind für den

Einbau in kundenspezifische Generator-Anschlusskästen vorgesehen.

DC-Überspannungsschutz

Überspannungsschutzgeräte für PV-Anwendungen
Der Überspannungsableiter Eaton SPPT2PA ist speziell für Photovoltaik-Anwendungen entwickelt und schützt vor transienten Überspannungen, die durch indirekte Blitzeinwirkungen hervorgerufen werden können. Eaton bietet Ausführungen sowohl für geerdete als auch für ungeerdete Anlagen, bei denen der Einsatz einer Funkenstrecke die galvanische Trennung gewährleistet. Die Einheiten können vorverdrahtet als fertige Anschlusseinheit geliefert werden.

Gebäudesicherheit und Komfort erhöhen

AC-Schaltgeräte für Gebäude, wie Leitungsschutzschalter (LS-Schalter) und Fehlerstromschutzschalter (FI-Schutzschalter) bieten maximale Sicherheit.

Eaton Produkte der Serie xPole, vereinen alle Funktions-, Montage- und Sicherheitsvorteile: intelligente Konstruktionslösungen schließen Montagefehler aus. Auch für den Endverbraucher bieten sie ein Höchstmaß an Sicherheit:

Personenschutz in Form von FI-Schutzschaltern und den Schutz seiner Elektroanlage in Form von Überspannungsschutz- und LS-Schaltern. Abgerundet wird die Palette mit einem umfassenden Angebot an intelligenten Schaltgeräten wie Fernschaltern, Wiedereinschaltgeräten und weiteren.

Digitaler FI-Schutzschalter
Mit der Entwicklung der Digitaltechnik wurde ein neues Präzisionsniveau erreicht, mit dessen Hilfe Fehlauslösungen vermieden werden können. Diese können beispielsweise bei permanenten Fehlerströmen elektrischer Geräte oder temporären Störungen durch Gewitter auftreten. Eaton ist auch hier einen Schritt voraus:

Als weltweit erstes Unternehmen bietet es einen digitalen FI-Schutzschalter an. Dieser vermindert durch die ständige Überwachung des Anlagenzustands deutlich die ungewollten und lästigen Abschaltungen, größtmögliche Anlagenverfügbarkeit ist garantiert. Hierbei zeigen drei LEDs nach dem „Ampelprinzip“ an, wann ein Differenzstrom die Warnschwelle von 30 % erreicht hat. Auf diese Weise können Gegenmaßnahmen in der Anlage ergriffen werden, bevor sich die Situation verschärft. Der Anlagennutzer erhält höhere Sicherheit – bei mehr Komfort.

Kombischalter
Die Vorteile von LS- und FI-Schutzschaltern kombiniert in einem Gerät – das ist der Kombischalter von Eaton. Er spart Platz, gewährleistet aber die komplette Sicherheit: Hier lassen zuverlässiger Brand- und Personenschutz (30 mA Typ) genug Raum für flexible, großzügige Verkabelung.

Die stoßstromfeste Ausführung verhindert eine ungewollte Abschaltung und selektive Typen ermöglichen ein selektives Abschalten fehlerhafter Anlagenteile.

Leitungsschutzschalter
Egal ob Steckklemmtechnik oder Schraubanschluss, Eaton hat sowohl für den Wohnbau als auch für Industrieanwendungen den passenden LS-Schalter. Umfangreiches Zubehör wie z. B. Hilfsschalter, Arbeitsstromauslöser, Wiedereinschaltgerät und intelligente Verschienungslösungen erlauben eine Vielzahl von Anwendungen und Automatisierungslösungen.

Verteiler
Vom Kleinverteiler über den Zählerschrank bis hin zur Energieverteilung und zum Datennetzwerkschrank bietet Eaton ein lückenloses Produktprogramm. Für die Infrastruktur im Wohn- und Zweckbau sowie in der Industrie können somit alle Anwendungen abgedeckt werden.

Überspannungsschutz
Blitze und Überspannungen stellen nicht nur eine Gefahr für die elektrische Anlage, sondern auch für ihre Betreiber dar. Eaton bietet ein umfangreiches Angebot an Überspannungsschutzgeräten. Zusätzlich ermöglichen anbaubare Hilfsschalter die Funktionsüberwachung der Geräte.

PV-Anlage drahtlos überwachen und Energie einfach managen

Energiemesssensor bis 16 A und Room-Manager
Komfortable Überwachung der Stromerzeugung vom Wohnzimmer aus – moderne Hausautomation macht es möglich. Eaton bietet mit xComfort, der Room-Manager mit integrierter Energiemanagement-Software (Energy-Manager) eine leistungsstarke Lösung.

Durch die Verbindung des Eaton Energiemesssensors mit dem Wechselrichter kann die aktuell ins Netz eingespeiste elektrische Energie ermittelt werden.

Diese Daten werden dann per Funk an den Room-Manager übertragen, der in einem der Wohnräume angebracht werden kann.Dort kann der Anlagenbetreiber vom Display Werte wie Energie (kWh), Leistung (kW), Spannung (V) und Strom (A) ablesen.

Das Eaton Schaltungsbuch
Photovoltaik im Wohnbau

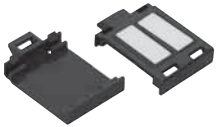


Das Eaton Schaltungsbuch
Photovoltaik im Wohnbau









Komfort, Sicherheit und Energiemanagement

Drahtlose Hausautomation ermöglicht Lichtmanagement, Beschattungssteuerung, Überwachung und Gefahrenwarnung sowie energiesparende Regelungskonzepte für Heizung, Kühlung und Lüftung.

So kann mit Eaton´s xComfort und Energy Manager Transparenz, Komfort und Sicherheit kombiniert werden:

- Verbrauchskontrolle
- Kosteneinsparung
- Verringerung der CO2-Emission

EU-Vorschriften schreiben vor, dass der aktuelle Energieverbrauch für Endkonsumenten klar ersichtlich sein muss. Diese Aufgabe erfüllt der Eaton Room-Manager durch Anzeige und Kontrolle des Energieverbrauchs spezifischer elektrischer oder Gasgeräte im gesamten Heim.

Durch die Eingabe des Preises pro Messeinheit lassen sich schnell und einfach die Kosten für einen Verbrauchzyklus, beispielsweise ein Vollbad oder einen Waschzyklus berechnen.

Noch mehr Verbrauchs- und Kostenkontrolle bietet eine Funktion, die den Verlauf der letzten 24 Stunden bis hin zu den letzten 12 Monaten aus dem Archiv auslesen und als Wert oder Trend am Display anzeigen kann. Möglich ist auch die Ausgabe einer Warnmeldung, sobald ein benutzerdefinierter Grenzwert überschritten wird. Das alles macht die Energiemanagement- Software von Eaton zu einem hilfreichen Werkzeug zur Erkennung möglicher Einsparungen und zur Stromkostenreduzierung für private Anlagenbetreiber.

Das Eaton Schaltungsbuch
Energieverteilungen von Eaton

xEnergy – Sichere Energieverteilung bis 5000 A

Das Baukastensystem besteht aus passgenauen und gemäß IEC/EN 61439 bauartgeprüften Funktionsmodulen, inneren Unterteilungen Form 1 bis Form 4 und berücksichtigt europäische und lokale (DIN, VDE, CEI, NF, UNE) Installationsgewohnheiten.



Mit xEnergy steht dem Schaltanlagenbauer ein frei kombinierbares Produktsortiment für Energieverteiler bis 5000 A zur Verfügung.

Die Funktionsweise ist trotz seiner Komplexität denkbar einfach. Das System ist als Baukasten konstruiert und intelligent kombinierbar.

Schalt- und Schutzgeräte, sowie die dazugehörige Einbautechnik und vielfältige Gehäusekomponenten, sind optimal aufeinander abgestimmt und bilden sowohl eine technische als auch eine wirtschaftliche Einheit.

Diese praxisgerechte Systemplattform ermöglicht individuelles Projektieren, maximale Flexibilität und zügiges Fertigen in der Werkstatt. Dies spart einerseits Zeit, Geld und Platz und andererseits entsprechen die bauartgeprüften Einbaueinheiten einem hohen Sicherheitsniveau. Darüber hinaus ist das modulare System mit wenigen Handgriffen auf zukünftig wachsende Ansprüche erweiterbar.

Das Eaton Schaltungsbuch
Energieverteilungen von Eaton

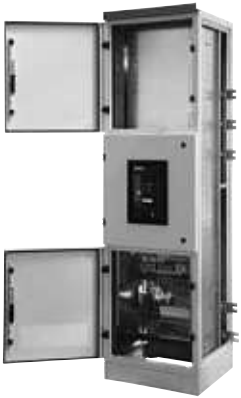
Von der Planung über die Angebotserstellung bis hin zur Bestellung stehen dem Schaltanlagenbauer effiziente Tools zur Verfügung. Je nach Wunsch wird das gesamte Sortiment funktional verpackt in Einzelteilen (Flatpack) oder als vormontierter Schaltschrank geliefert.

Systemmerkmale:
- Bemessungsbetriebspannung 400 bis 690 V AC
- Bemessungsstrom 630 bis 5000 A
- Bemessungskurzzeitstromfestigkeit bis 100 kA (1 s)
- Hauptsammelschienenstrom bis 5000 A
- Verteilsammelschienenstrom bis 2000 A
- Stahlblechgehäuse für Anreih- und Einzelaufstellung
- Schutzart IP31 und IP55
- Farbe RAL 7035
- Innere Unterteilung bis Form 4
- Abmessungen: Höhe 2000 mm
  Breite 425, 600, 800, 850, 1000, 1100, 1200, 1350 mm
  Tiefe 400, 600, 800, 1000 mm

Verfügbare Technik:
Festeinbautechnik

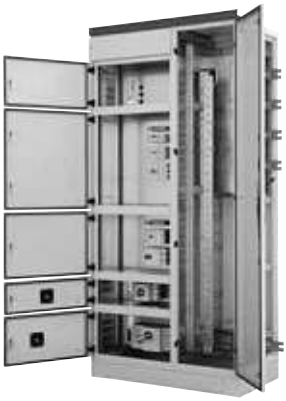
Steckeinsatztechnik

Volleinschubtechnik



xEnergy XP (Power)
- Einspeisungen, Abgänge und Kupplungen mit Leistungsschaltern NZM oder IZM bis 5000 A
- Leistungsschalter in Festeinbau oder Ausfahrtechnik
- 3- oder 4-polige Leistungsschalter
- Innere Unterteilung bis Form 4
- Kabelanschluss von oben oder unten
- Einspeisesystem für bohrungslosen Kabelanschluss

Das Eaton Schaltungsbuch
Energieverteilungen von Eaton



xEnergy XF (Fixed) Festeinbautechnik

- Abgänge mit Leistungsschaltern PKZ oder NZM bis 630 A
- Leistungsschalter in Festeinbau oder Ausfahrtechnik
- 3- oder 4-polige Leistungsschalter
- Abgänge mit Sicherungs-Lastschaltleisten SL bis 630 A
- Individuelle Abgänge z. B: Steuerungen, Motorstarter, kleine Energieabgänge, …
- Innere Unterteilung bis Form 3 bzw. 4
- Kabelanschluss von oben oder unten



xEnergy XR (Removeable) Steckeinsatztechnik

- Abgänge mit Leistungsschaltern PKZ und NZM bis 630 A
- Abgänge mit Schalter-Sicherungseinheiten in Leistenbauform bis 630 A
- Flexibler Aufbau durch Steckkontakte
- Steckeinsatzmodule und Schalter-Sicherungseinheiten unter Spannung austauschbar
- Einfache Wartung, minimale Ausfallzeit
- Innere Unterteilung bis Form 4
- Kabelanschluss von oben oder unten

Das Eaton Schaltungsbuch
Energieverteilungen von Eaton



xEnergy XW (Withdrawable) Volleinschubtechnik

- Energieabgänge mit Leistungsschaltern PKZ und NZM bis 630 A
- Abgänge für Motorstarter bis 250 kW
- Leereinschübe für individuelle Anwendung
- Einheitliche, einfache Bedienung bei allen Einschubgrößen
- Kein Spezialwerkzeug erforderlich
- Flexibler Aufbau durch Steckkontakte (Zugang und Abgang)
- Einschübe unter Spannung austauschbar
- Eindeutige Stellungsanzeige für Betrieb, Test, Spannungsfrei
- Einfache Wartung, minimale Ausfallzeit
- Innere Unterteilung bis Form 4
- Kabelanschluss von oben oder unten



xEnergy XG (General) Leerfelder

- Blindleistungskompensationen
- Einbausysteme für Unterverteilung mit Reiheneinbaugeräten
- Steuerungstechnik mit Sasy60i und xStart
- Individuelle Festeinbauten auf Montageplatte

Das Eaton Schaltungsbuch
Energieverteilungen von Eaton

Anreihverteiler xVtl

Das Anreihverteilersystem xVtl nimmt in seinem Inneren Schaltgeräte auf, die für Anwendungen bis 2500 A reichen.

Typische Einsatzgebiete finden sich als Energieverteiler in Zweckbauten oder als Steuerungsgehäuse in der Industrie. Hier kann der xVtl seine Robustheit unter Beweis stellen.



Der xVtl ist ein stabiler, anreihbarer Verteiler aus Stahlblech, der sich auch für die Einzelaufstellung bestens eignet. Er schützt den Menschen vor dem direkten Berühren aktiver Teile und somit vor einem möglichen elektrischen Schlag und wehrt schädigende Einflüsse von außen zuverlässig ab. Das erledigt er je nach Bedarf mit Schutzart IP40 oder IP55. Während sich erstere für diverse Einsätze in Zweckbauten wie Schulen oder Krankenhäusern anbietet, empfiehlt sich für rauere Bedingungen, wie sie beispielsweise auf einem Schiff, in einer Windenergieanlage oder in der Industrie vorherrschen, die Ausführung mit eingeschäumter Polyurethan-Dichtung. Ein abriebfester Korrosionsschutz ist durch die Strukturlackierung in Pulverbeschichtung RAL 7035 gewährleistet.

Insgesamt entspricht die technische Ausführung des xVtl den Normen IEC/EN 62208 und IEC EN 60439-3 sowie der IEC 61439-1,

sofern er als Niederspannungsenergieverteilsystem eingesetzt wird.

Systemmerkmale:
- Gemeinsame Plattform mit xEnergy: Zahlreiche konstruktive Elemente wie z. B. Gerüstrahmen, Boden- und Dachbleche sowie Seiten- und Rückwände können für xVtl und xEnergy verwendet werden.
- Installationseinbausysteme: Profi+, EP und IVS
- Bemessungsbetriebspannung 415 V AC
- Bemessungsstrom bis 2500 A
- Bemessungskurzzeitstromfestigkeit bis 65 kA (1 s)
- Stahlblechgehäuse für Anreih- und Einzelaufstellung
- Schutzart IP40 und IP55
- Farbe RAL 7035
- Innere Unterteilung bis Form 2
- Abmessungen:
  Höhe 1400, 1600, 1800, 2000 mm
  Breite 425, 600, 800, 850, 1000, 1100, 1200, 1350 mm
  Tiefe 400, 600, 800 mm



xVtl Niederspannungshauptverteilung
- Einspeisungen, Abgänge und Kupplungen mit Leistungsschaltern NZM und IZM bis 2500 A
- Abgänge mit Sicherungs-Lastschaltleisten SL bis 630 A
- Innere Unterteilung bis Form 2
- Leistungsschalter in Festeinbau oder Ausfahrtechnik
- 3- oder 4-polige Leistungsschalter
- Kabelanschluss von oben oder unten
- Einspeisesystem für bohrungslosen Kabelanschluss

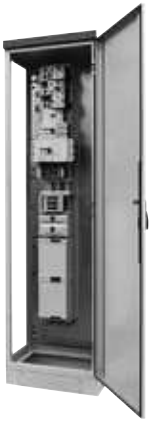
- Abgänge mit Leistungsschaltern NZM
- Kompensationsfelder
- Individuelle Festeinbauten auf Montageplatte

Das Eaton Schaltungsbuch
Energieverteilungen von Eaton



xVtl Unterverteilung

- Installationseinbausysteme Profi+, EP und IVS
- Einbaumodule für
  - NZM
  - NH-Lasttrennschalter
  - NH-Sicherungs-Lastschaltleisten
  - Reitersicherungen
  - Reiheneinbaugeräte
  - individuelle Geräte



xVtl Steuerungsverteiler

- Steuerungstechnik mit Sasy60i und xStart
- Individuelle Festeinbauten auf Montageplatte
- Belüftung und Klimatisierung
- Automatisierungstechnik

Modulares Schaltanlagen-System MODAN®



Das System MODAN ist ein bauartgeprüftes, modular aufgebautes Schaltanlagensystem nach IEC/EN 61439-1. Eingesetzt wird es überall dort, wo große Energiemengen sicher und zuverlässig verteilt oder Motorsteuerungen in Prozesse integriert werden müssen.

MODAN vereint größtmögliche Flexibilität mit Sicherheit und langfristiger Wirtschaftlichkeit. Einfache Projektierung, sichere Inbetriebnahme und störungsfreier Betrieb durch Modulbauweise mit Eaton Produkten zum Schalten, Schützen, Steuern und Visualisieren.

Eine ganzheitliche Integration der Leittechnik wird auf Basis vernetzter Funktionsgruppen realisiert.

Als Personen- und Anlagenschutz ist das Störlichtbogenschutzsystem ARCON® problemlos integrierbar.



MODAN® P – Power

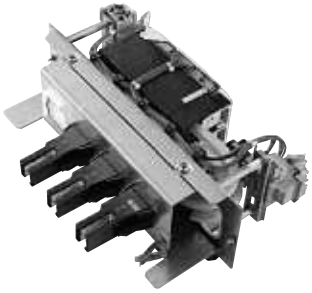
- Betriebsspannung 400 bis 690 V AC
- Bemessungsstrom 630 bis 6300 A
- Kurzschlussfestigkeit bis 100 kA (1 s)
- Anschluss von oben und unten für Kabel und Stromschienen (LX, LD, BD)
- Innere Unterteilung bis Form 4b

Das Eaton Schaltungsbuch
Energieverteilungen von Eaton



MODAN® R – Removable

- Feld für bis zu 15 Steckeinsatz-Module für Energieabgänge und Motorstarter oder
- Feld für bis zu 27 Schalter-Sicherungs-einheiten
- Flexibler Aufbau durch Steckkontakte
- Steckeinsätze unter Spannung austauschbar
- Einfache Wartung und reduzierte Ausfallzeit



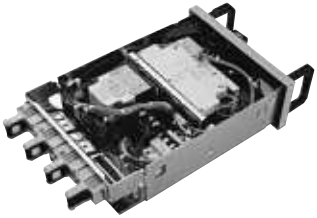
Steckeinsatz-Module

- Energieabgänge bis 630 A
- Motorstarter bis 90 kW
- Modul ist steckbar, d. h. die Einspeisung ist steckbar ausgeführt

Das Eaton Schaltungsbuch
Energieverteilungen von Eaton



MODAN® W – Withdrawable
- Feld für bis zu 30 Einschübe für Energieabgänge und Motorstarter
- Hohe Packungsdichte
- Einheitliche, einfache Bedienung bei allen Einschubgrößen
- Kein Spezialwerkzeug erforderlich
- Einschübe unter Spannung austauschbar
- Einfache Wartung und minimale Ausfallzeit
- Innere Unterteilung bis Form 4b

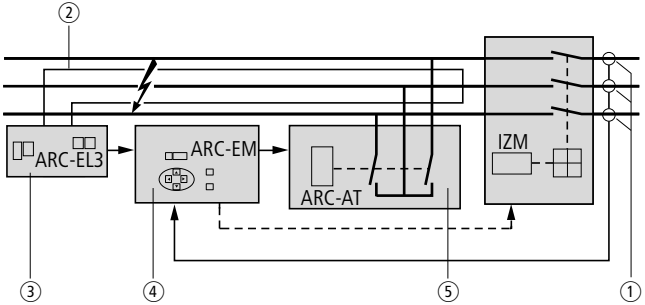


MODAN für Einschübe
- Energieabgänge bis 630 A
- Motorstarter bis 200 kW
- Einschub ist einschiebbar, d. h. alle elektrischen Anschlüsse sind Steckanschlüsse
- Unter Spannung austauschbar
- Alle Einschubstellungen abschließbar
- Eindeutige und gut sichtbare Anzeige für alle möglichen Einschubstellungen (Betrieb, Test, Spannungsfrei)

Störlichtbogen-Schutzsystem ARCON®

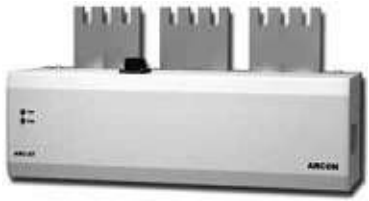
Höchste Personen-und Anlagensicherheit, besonders bei kontinuierlichen Produktionsprozessen, ermöglicht Ihnen das Störlichtbogen-Schutzsystem ARCON. Das System bietet Schutz von 6 bis 100 kA_{eff} Störlichtbogenstrom.

Erfasst werden die Störlichtbögen mit Licht- und Stromsensoren. Die Auswerteeinheit spricht an, wenn Licht- und Stromsignal vorhanden sind. Es erfolgt ein Auslösesignal auf das Löschgerät und auf die einspeisenden Leistungsschalter. Der Störlichtbogen wird in weniger als 2 ms gelöscht. Die Anlage kann nach Fehlerbehebung und Austausch des Löschgerätes wieder in Betrieb genommen werden.



① Stromwandler
② Linienförmiger Lichtsensor ARC-SL...
③ Elektronische Auswerteeinheit (Slave) ARC-EL3
④ Elektronische Auswerteeinheit (Master) ARC-EM
⑤ Löschgerät ARC-AT

ARCON® – Löschgerät



Stahlblech-Wandgehäuse CS mit Montageplatte



Die robuste Gehäusereihe CS aus solidem Stahlblech findet überall dort ihre Anwendung, wo ein besonders wirksamer Schutz gegen direktes Berühren aktiver Teile oder der Schutz aller eingebauten Betriebsmittel vor schädigenden Außeneinflüssen gefordert ist. Dank hoher Schutzart IP66 (UL/CSA Types 1, 12) – mittels einer durchgehend eingeschäumten Polyurethan-Dichtung – können Wasser, Öl oder Schmutz nicht ins Gehäuseinnere dringen. Dies macht die CS-Gehäuse speziell geeignet für Unterverteilungen in Steuerungsanlagen bei Industrie- und Zweckbauten sowie für den Maschinenbau.

Das stabile Stahlblechgehäuse ist gemäß Stoßfestigkeitskategorie IK09 nach EN 62262 eingestuft. Für zusätzliche Sicherheit sorgen die stoßsicheren Verschlüsse aus Metall. Die Scharnierstifte mit Quick-Change-Technologie erlauben einen schnellen Wechsel des Türanschlags, da jeder Metallstift völlig werkzeuglos entnommen werden kann. Mit Wandbefestigungswinkeln lässt sich der Schaltschrank an einer Wand montieren.

Der PHZ-A Dreh-Komfortgriff mit Schließstellungsanzeige zeigt von außen gut erkennbar an, ob der Zylinder in Position geöffnet oder geschlossen ist. Der Dreh-Komfortgriff lässt sich schnell nachrüsten – ohne Ausbau des Standardverschlusses – und umgeht so den montageintensiven Einsatz von Schwenkhebeln.

Die bis zu drei Millimeter starke Montageplatte aus verzinktem Stahlblech bietet eine sichere Installation der Schaltgeräte und den EMV-Grundschutz.

Da das CS-Gehäuse um 180° drehbar montierbar ist, sind die Kabel wahlweise von oben oder unten einführbar. Und die großen Flanschplattenöffnungen bieten dem Monteur eine flexiblere Handhabung.

Dank der geschäumten Dichtung der Flanschplatte entfällt für den Anwender das zeitintensive Aufkleben von Moosgummi-Dichtungen. Sowohl Flansch- als auch Montageplatten sind ins Erdungskonzept eingebunden, was eine zusätzliche Schutzleiterverbindung überflüssig macht.

Die Strukturlackierung im Pulverbeschichtungsverfahren sorgt für einen abriebfesten Korrosionsschutz. Als besonderen Service bietet Eaton individuelle und auf spezielle Kundenwünsche hin abgestimmte Lösungen.

Kleinverteiler für Unterputz und Aufputz

Unterputz-Kleinverteiler KLV-U



Das hohlwandtaugliche Kunststoffgehäuse mit Stahlblechtür überzeugt durch seine hohe Stabilität und fügt sich durch die flache Konstruktion der Stahlblechtür optisch unauffällig in alle Räumlichkeiten ein. Eine Verstellmöglichkeit bis 18 mm zum Ausgleichen von Mauer- bzw. Putzunebenheiten vereinfacht spürbar das bündige Einpassen in Wandöffnungen.

Die Null- und Schutzleiterklemmen sind bereits vormontiert. Die Verteilergehäuse KLV-U mit Schutzklasse II und Schutzart IP30 sind von 1- bis 4-reihig mit jeweils 12 + 2 TE erhältlich.

Folgende Türvarianten stehen zur Auswahl: Stahlblechtür flach und superflach, Kunststoff-Designtür weiß und transparent.

Aufputz-Kleinverteiler BC-A



Überall dort, wo die Möglichkeit des Einbaus in Hohlraumwände nicht gegeben ist, schützt der robuste Aufputz-Kleinverteiler BC-A das Innenleben vor mechanischen Beanspruchungen und schädlichen Umwelteinflüssen. Zusätzlich zur Schutzart IP30 wird in Verbindung mit Rückwand und Abdeckplatte die Schutzklasse II erfüllt.

Trotz kompakter Abmessungen stehen bis zu 4 Reihen mit jeweils 13 TE je Verteilergehäuse zur Verfügung. Standardmäßig sind für die Aufputz-Kleinverteiler BC-A Türen sowohl in weiß als auch in transparent erhältlich.

Das Eaton Schaltungsbuch
Energieverteilungen von Eaton

Installations-Verteiler-System IVS





Der Installationsverteiler IVS bis 630 A wird vor allem für die sichere und wirtschaftliche Energieversorgung in der Industrie, in Gebäuden und im Gewerbe eingesetzt.

Das Programm umfasst daher Wand- und Standgehäuse jeweils mit Schutzart IP30 und IP54.

Besonders übersichtlich ist der Einbauraum mit einer gleichmäßigen Unterteilung in standardisierte Felder der Größe 250 x 375 mm. Entsprechend einfach sind daher Planung, Bestellung und Montage.

- Das Bindeglied zwischen dem Gehäuse und den Einbaueinheiten ist das Trägersystem mit Isolierstoffhaltern. Nach Abnehmen der Blenden und Lösen der Schrauben ist das Trägersystem herausnehmbar.
- Eine Vielzahl von Einbaueinheiten, die zugeschnitten sind auf original Eaton Schalt- und Schutzgeräte, lassen sich zeitsparend und einfach montieren.
- Isolierstoffabdeckungen decken die Einbaueinheiten berührungssicher ab.

Geltende Norm für die Herstellung ist die IEC EN 60439-1 „Typgeprüfte Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen“.

Anschlussklemme K



Die Anschlussklemme besteht aus mehreren zusammengesetzten, sehr stabilen Reihenklemmen. Sie wird zum Verbinden zweier oder mehrerer Leiter eingesetzt.

Insgesamt steht ein sehr variantenreiches Sortiment aus 6 Baugrößen mit Anschlussquerschnitten von 16 bis 3 x 240 mm² (160 bis 1000 A) standardmäßig bereit.

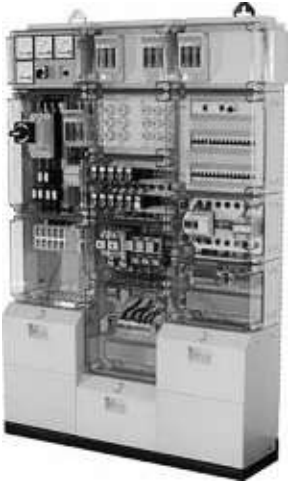
Kupferleiter können ohne sie zu verbiegen einfach und zeitsparend von oben in das Druckstück eingelegt werden.

Die Eaton Anschlussklemmen sind außer für Kupferleiter auch für Kupferbänder oder Schienen ausgelegt. Jeweils ein Klemmenpaar ist in eine Kunststoffschale aus Duroplast eingebettet. Jede der 6 Baugrößen ist als 1-, 3-, 4- oder 5-polige Klemmenkombination in kürzester Zeit ab Lager lieferbar.

Zusatzausstattung, wie die transparente Kunststoffabdeckung, Hilfsleiteranschlüsse oder Umbausätze ermöglichen darüber hinaus die Kreation eigener Klemmenvarianten.

Das Eaton Schaltungsbuch
Energieverteilungen von Eaton

Isolierstoffverteiler CI, totalisoliert



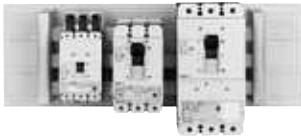
Seine Flexibilität demonstriert das CI-System beim Zusammenbau. Ob als Einzelgehäuse, Wand- oder Standverteiler unterschiedlichster Größenordnung – der CI-Isolierstoffverteiler in Kastenbauweise bis 1600 A ist immer die richtige Lösung bei rauen Umgebungsbedingungen.

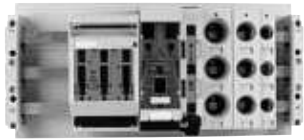
Das modulare Bausteinsystem vereinfacht das Anpassen an die unterschiedlichsten Gegebenheiten.

- die Schutzart IP65 schützt vor Staub, Feuchtigkeit und Strahlwasser,
- Druckentlastung durch Deckelhub mittels federnd gelagertem Schließbolzen,
- durch „Totalisolation" bietet der Verteiler ein Maximum an Personenschutz und Betriebssicherheit,
- farblos durchsichtiger Deckel erlaubt uneingeschränkte Einsicht,
- Schließung mittels Zylinderschloss oder Werkzeug-betätigt,
- Standverteiler mit Sockelabdeckungen zum Rangieren, Befestigen und Abdekken von großen Kabelquerschnitten.

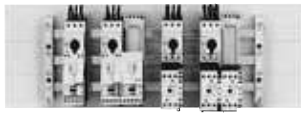
Isolierstoffgekapselte Verteiler sind „typgeprüfte Schaltgerätekombinationen" (TSK) gemäß VDE 0660-500 oder Type Tested Assemblies (TTA) nach IEC 60439.

Sammelschienen-System SASY60i für den Weltmarkt









Das modulare Sammelschienen-System SASY60i von Eaton ist für die effiziente Energieverteilung im Schaltschrank konzipiert.

Dank der innovativen Montagetechnik lassen sich Einspeise- und Abgangsschalter schnell und platzsparend montieren. SASY60i ist sicher und zuverlässig.

In Kombination mit der neuen Generation der Eaton Motorschutz- und Leistungsschalter bildet SASY60i eine durchgängige, UL-zertifizierte Lösung zum Schalten, Steuern, Schützen und Verteilen von Energie. Das Sammelschienen-System ist bei Verwendung der entsprechenden Schalt- und Schutzgeräte für den weltweiten Einsatz ausgelegt.

Konstruktiv berücksichtigt sind die gemäß UL 508A in Amerika zu beachtenden größeren Luft- und Kriechstrecken der Sammelschienen-Komponenten.

Beim Einsatz in Nordamerika gilt es, die Kunststoff-Bodenplatte unter das System zu montieren. Selbstverständlich lassen sich auch für IEC zugelassene Komponenten wie NH-Sicherungslasttrennschalter oder D-Reitersicherungen passgenau montieren.

Da SASY60i weniger Systembauteile benötigt, reduzieren sich beim neuen Eaton Sammelschienen-System sowohl die Lagerhaltung als auch der Bestellaufwand.

Diese Vorteile gelten selbstverständlich auch für die Eaton Sammelschienensysteme SASY185i und SASY Compact.

Schalten, Steuern, Visualisieren

	Seite
Kommunikationssystem SmartWire-DT	1-2
Der Weg zur sicheren Maschine	1-29
Zeitrelais	1-36
Mess- und Überwachungsrelais EMR	1-40
Systemübersicht easyRelay, MFD-Titan	1-43
Projektieren easyRelay, MFD-Titan	1-50
Programmieren easyRelay, MFD-Titan	1-77
HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System	1-94
Compact PLC – universelle Kompaktsteuerungen	1-108
Modular PLC	1-113
Modulares I/O-System	1-124
Software	1-130

Schalten, Steuern, Visualisieren
Kommunikationssystem SmartWire-DT

Verbinden statt Verdrahten

Den größten Teil der Steuerungsaufgaben einer Maschine erfüllt heute eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS). Die SPS befindet sich meist in einem Schaltschrank – typischerweise an einem zentralen Punkt der Anlage. Spezielle Leitungen von den Ein-/Ausgangs-Klemmen der SPS realisieren die Ansteuerung der Schaltgeräte für die Steuerungsaufgaben und deren Rückmeldung. Bei dezentralem Aufbau erfolgt die Verbindung zwischen den Schaltgeräten und dem Remote-I/O-System auf die gleiche Art.

Das Kommunikationssystem SmartWire-DT ersetzt die bisher notwendige Steuerverdrahtung zwischen SPS-Ein-/Ausgängen und Schaltgeräten. Die Ein-/Ausgänge der SPS werden so zu den Schaltgeräten verlagert. Hierzu werden steckbare Kommunikationsmodule verwendet. Die Kommunikation erfolgt über eine 8-polige Flachleitung. Für den Anschluss der Kommunikationsmodule an die Leitung gibt es spezielle Gerätestecker. Die Schaltgeräte werden steuerstromseitig direkt über das Verbindungskabel versorgt.

Das System SmartWire-DT

- verringert die benötigte Zeit für Steuerverdrahtung und Verdrahtungstest,
- spart Platz im Schaltschrank, weil Kabelkanäle entfallen und
- reduziert die benötigten Ein-/Ausgänge an der SPS.

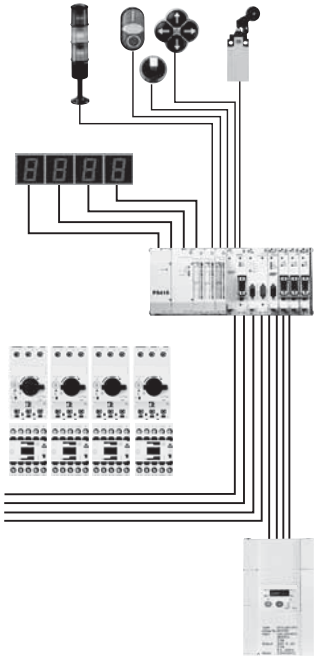
Die Ausdehnung eines SmartWire-DT Netzwerks kann bis zu 600 Meter betragen. Die Anzahl der anschließbaren Teilnehmer ist max. 99.

Sie können die SmartWire-DT Technologie flexibel verwenden. Die Anbindung über standardisierte Feldbussysteme (z. B. PROFIBUS, CANopen) unter Verwendung von SWD Gateways erlaubt die Anwendung auf Steuerungsplattformen vieler Hersteller. Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung von Eaton Automatisierungskomponenten (z. B. Visualisierungssystem XV100) mit integrierter SmartWire-DT Schnittstelle.

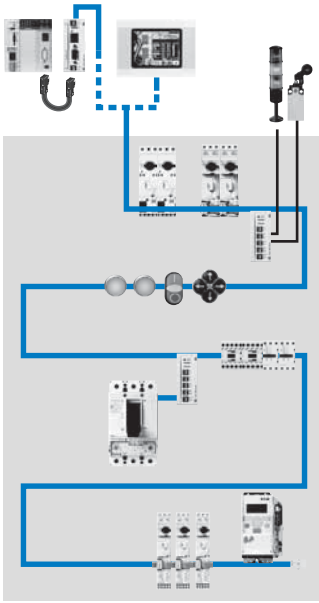
Schalten, Steuern, Visualisieren
Kommunikationssystem SmartWire-DT

Evolution im Schaltschrank

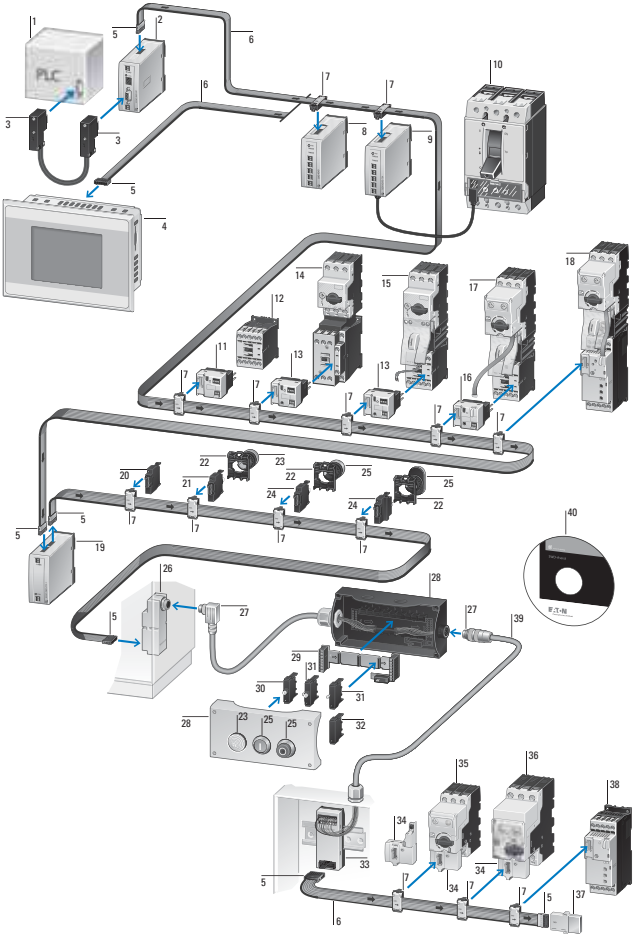
Früher



Heute



Schalten, Steuern, Visualisieren
Kommunikationssystem SmartWire-DT



Schalten, Steuern, Visualisieren
Kommunikationssystem SmartWire-DT

1 Speicherprogrammierbare Steuerung SPS
2 SmartWire-DT Gateways
3 Datenstecker SUB-D 9-polig
4 SmartWire-DT HMI-PLC
5 SmartWire-DT Flachstecker 8-polig
6 SmartWire-DT Flachbandleitung 8-polig
7 SmartWire-DT Gerätestecker 8-polig
8 SmartWire-DT Ein-/Ausgabemodule
9 SmartWire-DT Anschaltung für NZM
10 Leistungsschalter NZM
11 SmartWire-DT Schütz-Modul
12 Leistungschütze DILM
13 SmartWire-DT Schütz-Modul mit Hand-0-Automatik-Schalter
14 Motorschutzschalter PKZM0
15 Motorstarterkombination MSC
16 SmartWire-DT PKE-Modul (Motorstarter)
17 Motorstarterkombination mit elektronischen Motorschutzschalter PKE
18 Softstarter DS7 mit elektronischem Motorschutzschalter PKE
19 SmartWire-DT Powerfeed-Module
20 SmartWire-DT Universalteilnehmer, Frontbefestigung
21 SmartWire-DT LED-Elemente, Frontbefestigung
22 RMQ-Titan Befestigungsadapter für Fronteinbau
23 RMQ-Titan Leuchtmelder
24 SmartWire-DT Funktionselemente für Frontbefestigung
25 SmartWire-DT Bedienelemente
26 SmartWire-DT Schaltschrankdurchführung Flach- auf Rundleitung
27 SmartWire-DT Steckverbinder
28 RMQ-Titan Aufbaugehäuse
29 SmartWire-DT Leiterplatte für Funktionselemente, Bodenbefestigung
30 SmartWire-DT LED Elemente für Bodenbefestigung
31 SmartWire-DT Funktionselemente für Bodenbefestigung
32 SmartWire-DT Universalteilnehmer, Bodenbefestigung
33 SmartWire-DT Adapter Flachleitung/Rundleitung für Hutschienenmontage
34 SmartWire-DT PKE-Modul (Motorschutzschalter)
35 Motorschutzschalter PKE12, PKE32
36 Motorschutzschalter PKE65
37 Netzwerkabschluss für 8-polige Flachbandleiter
38 Softstarter DS7
39 SmartWire-DT Rundleitung, 8-polig
40 SmartWire-DT Planungs- und Bestellhilfe, SWD-Assist

1

PKE-Kommunikation über SmartWire-DT

Über Motorstarterkombinationen, die mit PKE ausgerüstet sind, können folgende Informationen über SmartWire-DT übertragen werden:

I_max	Maximaler Motorstrom (relativ): Zeigt den Einphasenstrom (Einphasenlast) oder den Maximalstrom in der entsprechenden Phase (Dreiphasenlast) an.
Thermisches Abbild des Motors	Gibt die Temperaturkurve des Motors wieder; Angabe in %, Funktion „Überlastvorwarnung“ möglich
Anzeige Typ Auslöseblock	Zeigt den Typ Auslöseblock, der gerade verwendet wird.
Anzeige eingestellter Wert Überlast	Zeigt den aktuell eingestellten Wert für den Überlastauslöser an.
Anzeige eingestellter Wert Trägheit	Zeigt den aktuell eingestellten Wert für den Trägheitsgrad an (Class 5…20).
Anzeige Schaltzustand PKE	Zeigt den aktuell eingestellten Schaltzustand EIN/AUS an.
Anzeige Schaltzustand Schütz DILM	Zeigt den aktuell eingestellten Schaltzustand EIN/AUS an.
Ausgelöstmeldung Überlast	Zeigt eine differenzierte Fehleranzeige „Überlast“ an.
Ausgelöstmeldung Kurzschluss	Zeigt eine differenzierte Fehleranzeige „Kurzschluss“ an
Ausgelöstmeldung Phasenausfall	Zeigt eine differenzierte Fehleranzeige „Phasenausfall“ an
Ausgelöstmeldung Test	Zeigt eine differenzierte Fehleranzeige „Auslösung über Testfunktion“ an
ZMR-Funktion	Überlast-Relaisfunktion: Bei eingestellter ZMR-Funktion schaltet das Schütz im Überlastfall ab. Der Motorschutzschalter PKE bleibt im eingeschalteten Zustand (EIN-Stellung). Die Rückstellung des Schützes erfolgt über die Funktion HAND/AUTO über das PKE-SWD-32.

Überlast-Relaisfunktion (ZMR)

Die ZMR-Funktion erlaubt, dass im Falle einer Überlast die Abschaltung des Motors durch das angeschlossene Leistungsschütz erfolgt. Hierfür sendet der PKE über die Datenleitung des PKE32-COM den Ausschaltbefehl für das Leistungsschütz an das PKE-SWD-32.

Die Auslösung in Folge einer Überlast des Motors erfolgt, wenn das thermische Motorabbild des PKE den Wert 110 % erreicht.

Dieser Wert bleibt gesetzt, bis das thermische Motorabbild die 100 %-Marke unterschritten hat und das Leistungsschütz wieder einschaltbereit ist.

Die Wiedereinschaltbereitschaft des Leistungsschützes kann durch die beiden ZMR-Betriebsarten „Hand“ und „Automatik“ ausgewählt werden.

Die ZMR-Funktion ist nur in der Stellung A des 1-0-A-Schalters verwendbar.

Im Falle einer Phasenunsymmetrie und aktivierter ZMR-Funktion wird nach einer Auslösung bei 100 % der Wert des thermischen Motorabbildes auf 110 % gesetzt.

Die Einschaltbereitschaft des abgeschalteten Leistungsschützes ist bei Unterschreitung des 100 %-Wertes wieder gegeben.

Bei Wendestartern darf die Aktivierung der ZMR-Funktion nicht erfolgen, da diese betriebsweise kein Ausschalten des zweiten Leistungsschützes im Überlastfall gewährleistet.

ZMR-Betriebsart „Hand“

In der ZMR-Betriebsart „Hand“ muss vor dem Wiedereinschalten des Leistungsschützes eine Quittierung erfolgen.

ZMR-Betriebsart Automatik

In der ZMR-Betriebsart „Automatik“ ist die Wiedereinschaltbereitschaft des Leistungsschützes sofort nach dem Unterschreiten der 100 %-Marke des thermischen Motorabbildes möglich.

Gefahr!

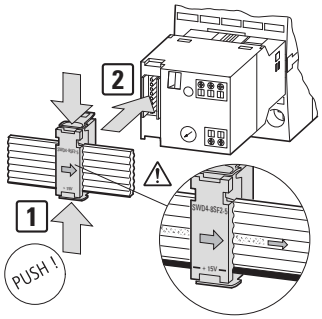
Wird in der ZMR-Betriebsart „Automatik“ der Einschaltbefehl für das Schütz gesendet, läuft der Motor nach Unterschreiten der 100 %-Marke des thermischen Motorabbildes automatisch wieder an.

Trennen Sie nie die Kommunikationsverbindung zwischen PKE-SWD-32 und dem PKE-Auslöseblock nach einem Überlastfall mit aktivierter ZMR-Funktion, da hierdurch bei anstehendem Schaltbefehl ein Einschalten des Leistungsschützes erfolgen kann.

1

Direktstarter mit PKZ

Die Direktstarter werden aus einem Motorschutzschalter PKZM0 und einem Leistungsschütz DILM7 bis DILM32 aufgebaut. Die Anbindung an SmartWire-DT übernimmt das Modul DIL-SWD-32-... Es wird direkt auf das Schütz montiert und über den SWD-Gerätestecker mit der SWD-Kommunikationsleitung verbunden.



Zusätzlich zu der Schützansteuerung können pro SmartWire-DT Modul für DILM zwei Rückmeldungen in das SmartWire-DT System erfolgen.

Das SmartWire-DT Modul für DILM steuert das Schütz so an, dass die Klemmen A1-A2 nichtt weiter verdrahtet werden dürfen.

Der Hilfskontakt X3-X4 ist werkseitig mit einer Brücke verbunden. Sind in der Applikation elektrische Verriegelungen vorgesehen, kann die Brücke entfernt und ein potenzialfreier Kontakt angeschlossen werden.

An der dreipoligen Klemme X0-X1-X2 stehen zwei Rückmeldeeingänge an die speicherprogrammierbare Steuerung zur Verfügung. An diesen beiden Rückmeldeeingängen können bei Bedarf potenzialfreie Hilfsschalterkontakte des Motorschutzschalters PKZ angeschlossen werden (z. B. Normalhilfsschalter NHI-E-...-PKZ0, Differenzierter Ausgelöstmelder AGM2-...-PKZ0).

→ Abbildung, Seite 1-10

Wendestarter mit PKZ

Die Wendestarter werden aus einem Motorschutzschalter PKZM0 und zwei Leistungsschützen DILM7 bis DILM32 aufgebaut. Auf beide Schütze wird je ein SmartWire-DT Modul DIL-SWD-32-... montiert und über den SWD-Gerätestecker mit der SWD-Kommunikationsleitung verbunden.

Zusätzlich zu der Schützansteuerung können pro SmartWire- DT Modul für DILM zwei Rückmeldungen in das SmartWire-DT System erfolgen.

Die SmartWire-DT Module für DILM steuern die Schütze so an, dass die Anschlussklemmen A1-A2 der Schütze mit Ausnahme der Brücke DILM12-XEV nicht weiter verdrahtet werden dürfen. Der Hilfskontakt X3-X4 ist werkseitig mit einer Brücke verbunden. Zur elektrischen Verriegelung der beiden Schütze wird diese Brücke entfernt und der Hilfsöffner (Kontakte 21-22) des anderen Schützes als potenzialfreier Kontakt eingebunden.

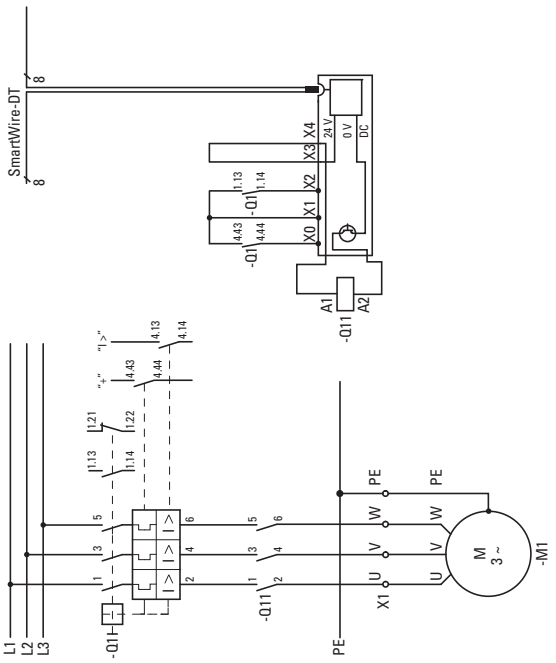
An der dreipoligen Klemme X0-X1-X2 stehen zwei Rückmeldeeingänge an die speicherprogrammierbare Steuerung zur Verfügung. An diesen beiden Rückmeldeeingängen können bei Bedarf potenzialfreie Hilfsschalterkontakte des Motor-

schutzschalters PKZ angeschlossen werden (z. B. Normalhilfsschalter NHI-E-…-PKZ0, Differenzierter Ausgelöstmelder AGM2-…- PKZ0). Zum Aufbau eines Wendestarters dürfen die Verdrahtungssets DILM12-XRL und PKZM0-XRM12 nur verwendet werden, wenn die Wendebrücken gegen DILM12-XR ausgetauscht werden. Die A2-Anschlüsse der Schütze dürfen nicht gebrückt werden.

→ Abbildung, Seite 1-11

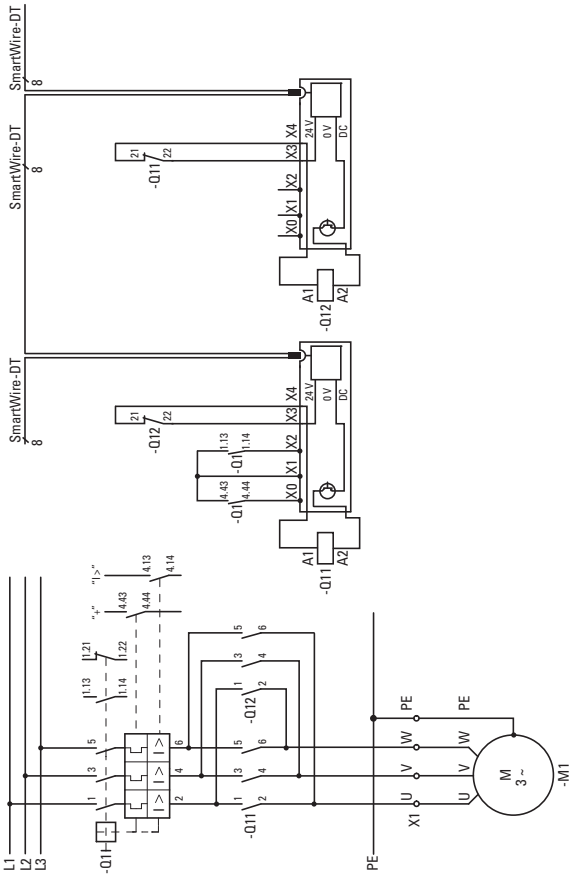
Schalten, Steuern, Visualisieren
Kommunikationssystem SmartWire-DT

Direktstarter mit PKZ



Schalten, Steuern, Visualisieren
Kommunikationssystem SmartWire-DT

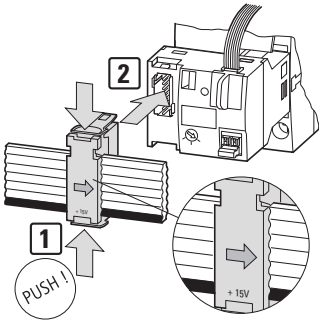
Wendestarter mit PKZ



1

Direktstarter mit PKE

Die Direktstarter werden aus einem PKE12/PKE32 mit PKE-Auslöseblock PKE-XTUA-… und einem Leistungsschütz DILM7 bis DILM32 aufgebaut. Die Anbindung an SmartWire-DT übernimmt das Modul PKE-SWD-32. Es wird auf das Leistungsschütz montiert und über den SWD-Gerätestecker mit der SWD-Kommunikationsleitung verbunden.



Das PKE32-COM dient als Kommunikationsverbindung zwischen dem PKE-SWD-32 und dem PKE-Auslöseblock. Das PKE-SWD-32 empfängt über das PKE32-COM die Daten des PKE-Auslöseblocks und stellt diese als Eingangsdaten über das SmartWire-DT Netzwerk zur Verfügung.

Die Montage des PKE32-COM erfolgt am PKE-Grundgerät (PKE12 bzw. PKE32) und wird mit der entsprechenden Schnittstelle des PKE-SWD-32 verbunden.

Der Hilfskontakt für die elektrische Freigabe X3-X4 ist werkseitig mit einer Brücke verbunden. Sind in der Applikation elektrische Verriegelungen vorgesehen, kann die Brücke entfernt und ein potenzialfreier Kontakt angeschlossen werden.

Der Hilfskontakt für die elektrische Freigabe kann beim PKE-SWD-32 für sicherheitsrelevante Steuerungsteile verwendet werden (z. B. sicherheitsgerichtetes Stillsetzen des Antriebes).

→ Abbildung, Seite 1-14

Wendestarter mit PKE

Die Wendestarter werden aus einem PKE12/PKE32 mit Auslöseblock PKE-XTUA-… und zwei Schützen DILM7 bis DILM32 aufgebaut. Das PKE-SWD-32 wird auf eines der beiden Schütze des Wendestarters montiert. Im Gegensatz zu Direktstartern muss bei Wendestartern die Ansteuerung des zweiten Schützes mit einem SmartWire-DT Schützmodul (DIL-SWD-32-…) erfolgen. Beide SWD-Module werden dann über den SWD-Gerätestecker mit der SWD-Kommunikationsleitung verbunden.

Der Hilfskontakt „Freigabe" X3-X4 ist werkseitig mit einer Brücke verbunden. Zur elektrischen Verriegelung der beiden Schütze wird diese Brücke entfernt und der Hilfsöffner (Kontakte 21-22) des anderen Schützes als potenzialfreier Kontakt eingebunden.

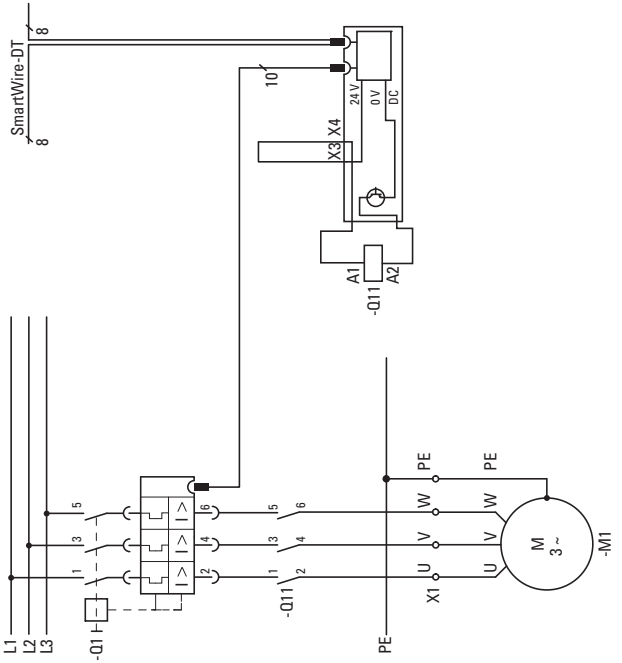
Der Hilfskontakt für die elektrische Freigabe X3-X4 kann bei dem PKE-SWD-32 für sicherheitsrelevante Steuerungsteile verwendet werden. Zum Aufbau eines Wendestarters dürfen die Verdrahtungssets DILM12-XRL und PKZM0-XRM12 nicht verwendet werden.

Die A2-Anschlüsse der Schütze dürfen nicht gebrückt werden.

→ Abbildung, Seite 1-15

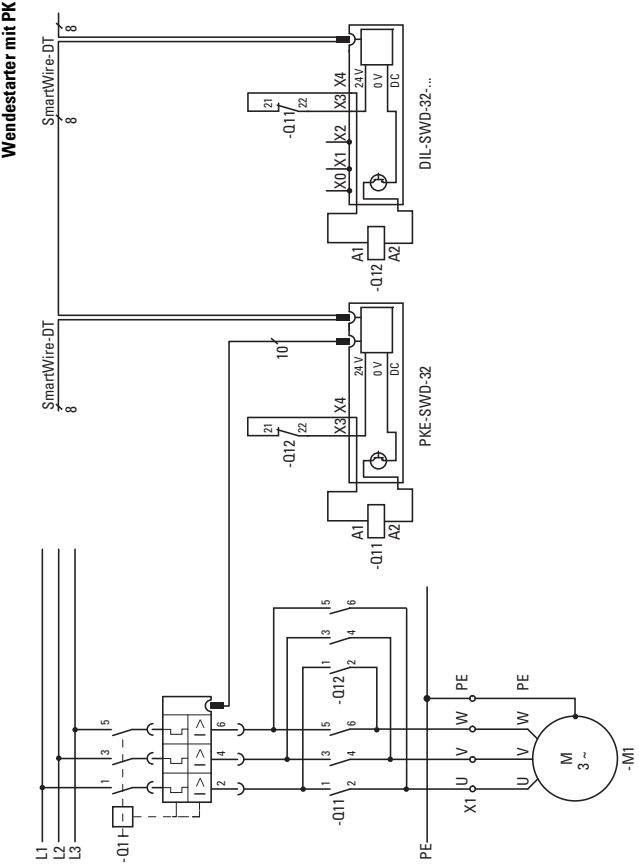
Schalten, Steuern, Visualisieren
Kommunikationssystem SmartWire-DT

Direktstarter mit PKE



Schalten, Steuern, Visualisieren
Kommunikationssystem SmartWire-DT

Wendestarter mit PKE



Stern-Dreieck-Starter

mit SmartWire-DT Modulen für DILM
Sie steuern die Schütze an, sodass die Anschlussklemmen A1-A2 der Schütze nicht weiter verdrahtet werden müssen. Zusätzlich wird über die SWD-Schützmodule für DILM eine Rückmeldung in das System SmartWire-DT realisiert.

Die Anschlussklemmen X3-X4 sind werksseitig mit einer Brücke verbunden. Zur elektrischen Verriegelung der beiden Schütze wird diese Brücke entfernt und der Hilfsöffner (Kontakte 21-22) des anderen Schützes als potentialfreier Kontakt eingebunden.

→ Abbildung, Seite 1-18

mit SmartWire-DT I/O-Modul EU5E-SWD-4D2R
Das SmartWire-DT I/O-Modul betätigt mittels digitalem Relais-Ausgang Q0 das Schütz Q11. Der weitere Ablauf entspricht dem eines konventionell aufgebautem Stern-Dreieck-Starters.

Über die Eingänge des Smart-Wire-DT I/O-Moduls werden Rückmeldungen in das System SmartWire realisiert.

→ Abbildung, Seite 1-19

mit SmartWire-DT Schützmodul und Zeitrelais ETR4-51
Das SWD-Schützmodul für DILM steuert das Netzschütz Q11 an, so dass die Anschlussklemmen A1-A2 das Schützes nicht weiter verdrahtet werden müssen. Zusätzlich wird über das SWD-Schützmodul für DILM eine Rückmeldung in das System SmartWire realisiert.

Steuerung bzw. Umschaltung zwischen Sternschütz und Dreieckschütz entsprechen in ihrer Verdrahtung und Funktion dem konventionellen Stern-Dreieck-Starter-Aufbau.

→ Abbildung, Seite 1-20

mit PKE und SWD-Modulen für DILM
Die Stern-Dreieck-Starter werden aus einem PKE12/PKE32 mit Auslöseblock PKE-XTUA-… und drei Schützen DILM7 bis DILM32 aufgebaut. Das PKE-SWD-32 wird auf das Netzschütz des Stern-Dreieck-Starters montiert. Die Ansteuerung des Stern- und Dreieck-Schützes erfolgt mit SmartWire-DT Schützmodulen (DIL-SWD-32-…).

Alle SWD-Module werden dann über den SWD-Gerätestecker mit der SWD-Kommunikationsleitung verbunden.

Der Hilfskontakt „Freigabe" X3-X4 ist werkseitig mit einer Brücke verbunden. Zur elektrischen Verriegelung des Stern- und Dreieck-Schützes Schütze wird diese Brücke entfernt und der Hilfsöffner (Kontakte 21-22) des jeweils anderen Schützes als potenzialfreier Kontakt eingebunden.

Der Hilfskontakt für die elektrische Freigabe X3-X4 kann bei dem PKE-SWD-32 für sicherheitsrelevante Steuerungsteile verwendet werden.

Zum Aufbau eines Stern-Dreieck-Starters dürfen die Verdrahtungssets DILM12-XSL und PKZM0-XSM12 nicht verwendet werden.

Die A2-Anschlüsse von Stern- und Dreieck- und Netz-Schütz dürfen nicht gebrückt werden.

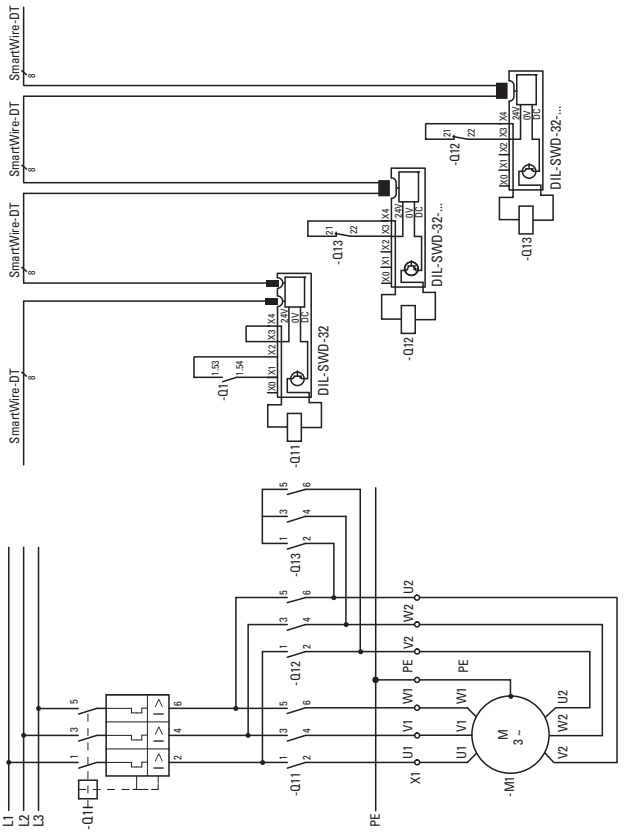
→ Abbildung, Seite 1-21

mit PKE, SWD-Modul für Netzschütz DILM und Zeitrelais ETR4-51
Die Stern-Dreieck-Starter werden aus einem PKE12/PKE32 mit Auslöseblock PKE-XTUA-… und drei Schützen DILM7 bis DILM32 aufgebaut. Das PKE-SWD-32 wird auf das Netzschütz des Stern-Dreieck-Starters montiert. Die Ansteuerung des Stern- und Dreieck-Schützes erfolgt konventionell. Das PKE-SWD-32 Module wird über den SWD-Gerätestecker mit der SWD-Kommunikationsleitung verbunden. Zum Aufbau des Stern-Dreieck-Starters können die Verdrahtungssets DILM12-XSL und PKZM0-XSM12 verwendet werden.

→ Abbildung, Seite 1-22

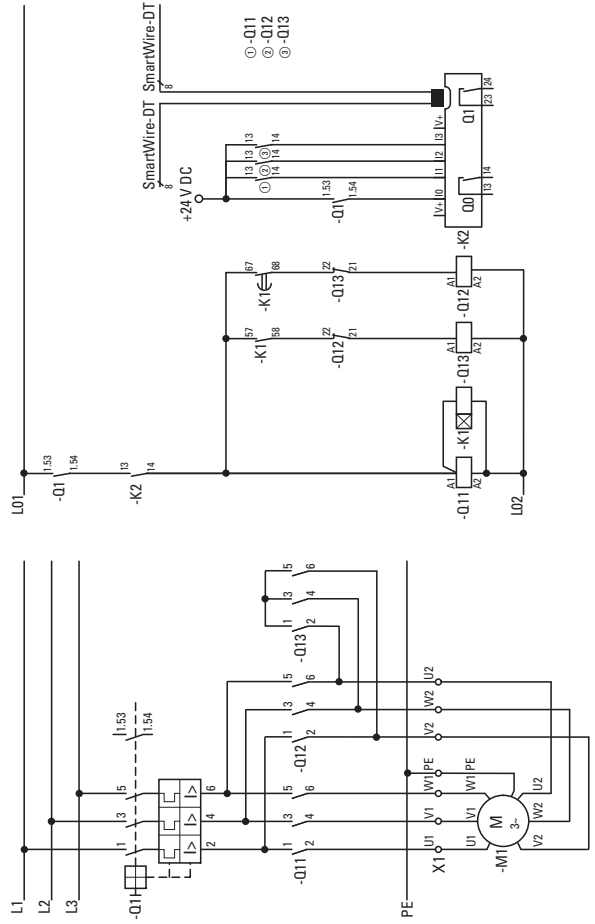
Schalten, Steuern, Visualisieren
Kommunikationssystem SmartWire-DT

Stern-Dreieckstarter mit 3 SmartWire-DT Schützmodulen



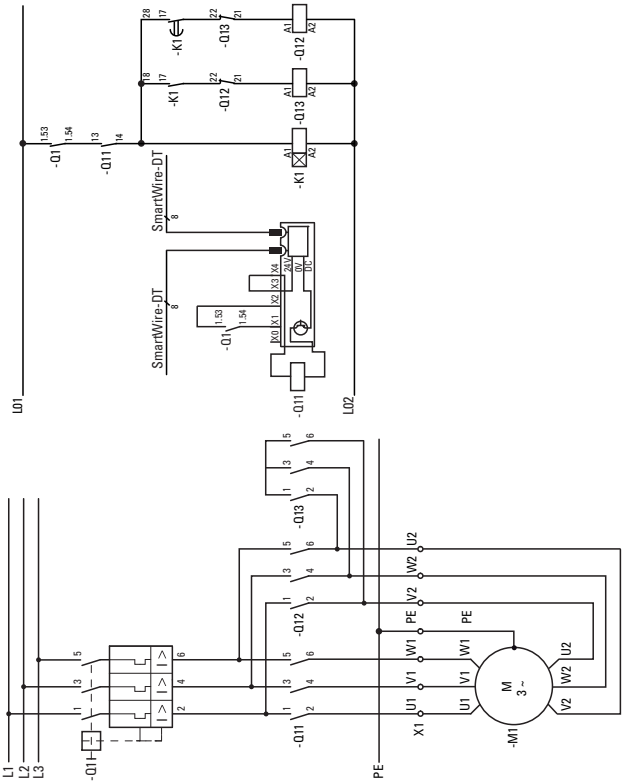
Schalten, Steuern, Visualisieren
Kommunikationssystem SmartWire-DT

Stern-Dreieckstarter mit SmartWire-DT mit I/O-Modul EU5E-SWD-4D2R



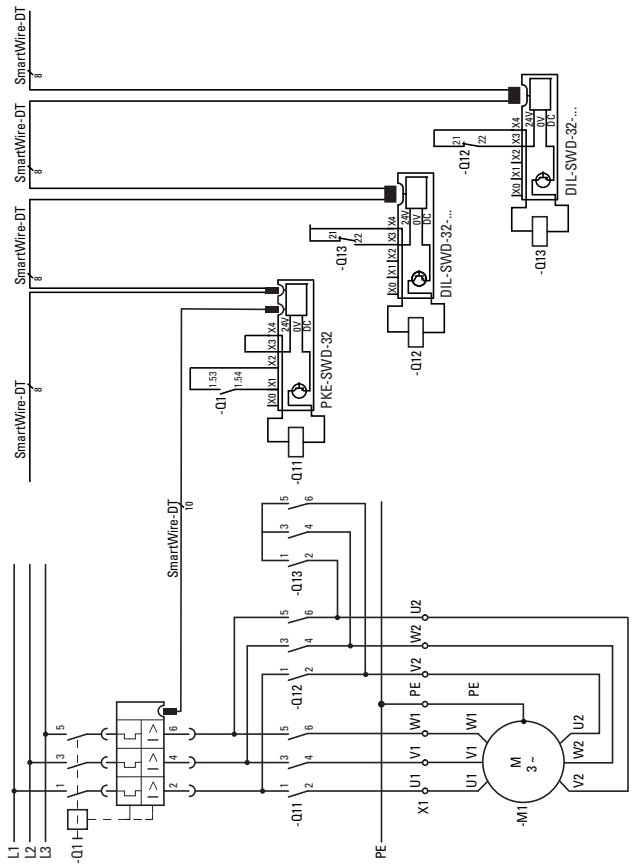
Schalten, Steuern, Visualisieren
Kommunikationssystem SmartWire-DT

Stern-Dreieckstarter mit SmartWire-DT Schützmodul und Zeitrelais ETR4-51



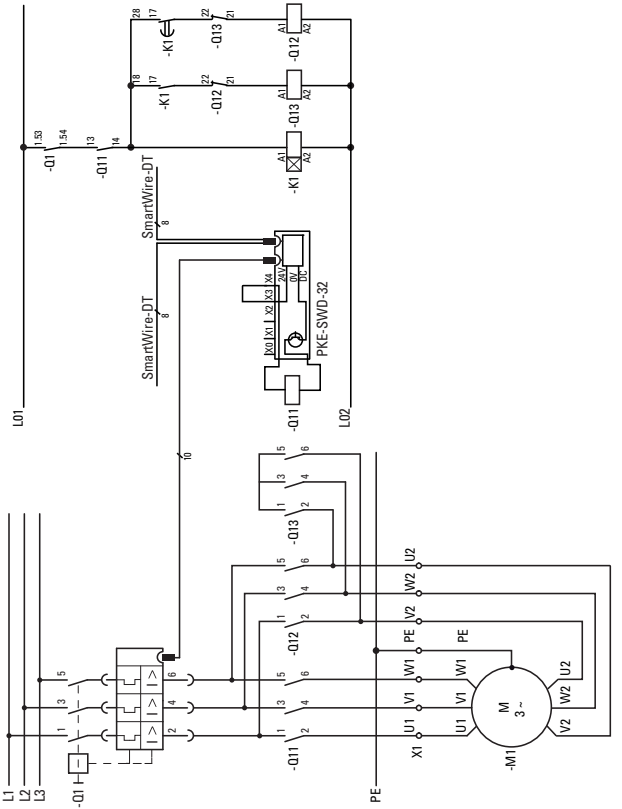
Schalten, Steuern, Visualisieren
Kommunikationssystem SmartWire-DT

Stern-Dreieckstarter mit PKE und SWD-Modulen für DILM



Schalten, Steuern, Visualisieren
Kommunikationssystem SmartWire-DT

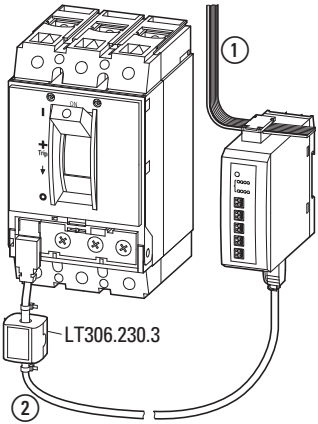
Sterndreieckstarter mit PKE, SWD-Modul für Netzschütz DILM und Zeitrelais ETR4-51



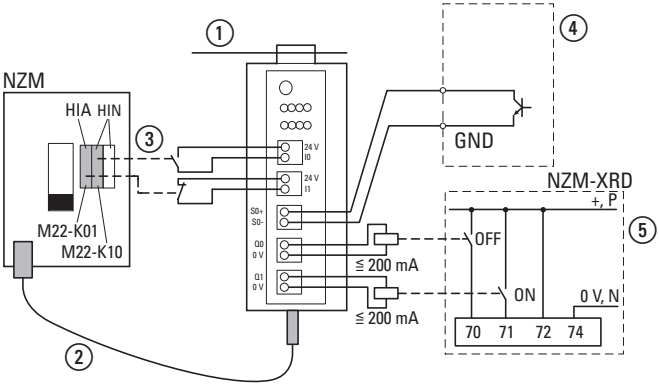
Schalten, Steuern, Visualisieren
Kommunikationssystem SmartWire-DT

Leistungsschalter NZM

Das SmartWire-DT Modul NZM-XSWD-704 dient dazu, einen Leistungsschalter mit elektronischem Auslöser (NZM 2,3,4) über eine speicherprogrammierbare Steuerung abzufragen, also die Stellung On/Off/Trip des Schalters und die Aktualströme zu erfassen. Auch ein optional installierter Fernantrieb kann über das Modul angesteuert werden. Das NZM-XSWD-704 wird auf einer Hutschiene montiert und über eine 2,0 m lange Datenleitung mit dem NZM verbunden. Die Hilfskontakte und der Fernantrieb werden gesondert verdrahtet. Der Anschluss an die SmartWire-DT Flachleitung erfolgt dann über den SWD-Gerätestecker.



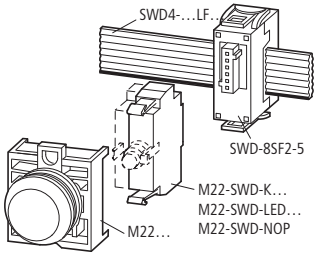
① SmartWire-DT Anschluss
② Datenleitung NZM mit NZM-XSWD-704
③ Hilfsschalter in NZM
④ Energieerfassungsgerät XMC (extern)
⑤ Fernantrieb



Schalten, Steuern, Visualisieren
Kommunikationssystem SmartWire-DT

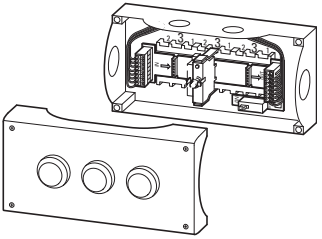
Befehls-und Meldegeräte

Auch einfache Befehls- und Meldegeräte können ohne aufwändige Verdrahtung direkt in das Kommunikationssystem SmartWire DT eingebunden werden. Die Funktionselemente werden in den Befestigungsadapter M22-A eingeschnappt und dann über den SWD-Gerätestecker mit der SWD-Kommunikationsleitung verbunden.



Die Schaltstellungsanzeigen der Bedienelemente sowie das Ansteuern der Leuchtmelder erfolgt über das SmartWire-DT Kommunikationssystem. Zur Verfügung stehen die in der Tabelle genannten Funktionselemente.

Diese Funktionselemente stehen jeweils in zwei Bauformen für eine Front- oder Bodenbefestigung zur Verfügung. Bodenfestigungselemente können in Verbindung mit den SWD-Leiterplatten M22-SWD-I… und den IP65-Aufbaugehäusen M22-I… zu dezentralen Bedien- und Anzeigegeräten kombiniert werden.



M22-SWD-K(C)11	Funktionselement mit einem Wechsler
M22-SWD-K(C)22	Funktionselement mit zwei Wechslern
M22-SWD-LED…	LED-Funktionselemente in Weiß (W), Rot (R), Grün (G) oder Blau (B)
M22-SWD-K11LED…	Funktionselement mit einem Wechsler und einer LED in Weiß (W), Rot (R), Grün (G) oder Blau (B)
M22-SWD-K22LED…	Funktionselement mit zwei Wechslern und einer LED in Weiß (W), Rot (R), Grün (G) oder Blau (B)

Digitale und analoge Signalverarbeitung

Für die Verarbeitung von digitalen oder analogen Ein-Ausgangssignalen stehen folgende SWD-Module zur Verfügung:

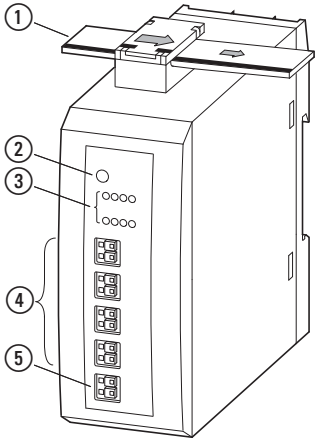
EU5E-SWD-8DX	8 digitale Eingänge
EU5E-SWD-4DX	4 digitale Eingänge mit Geberversorgung
EU5E-SWD-4D4D	4 digitale Ein- und 4 digitale Ausgänge
EU5E-SWD-4D2R	4 digitale Ein- und 2 Relaisausgänge 3 A
EU5E-SWD-X8D	8 digitale Ausgänge
EU5E-SWD-4AX	4 analoge Eingänge 0 – 10 V, 0 – 20 mA
EU5E-SWD-2A2A	2 analoge Ein und 2 analoge Ausgänge 0 – 10 V, 0 – 20 mA
EU5E-SWD-4PT	4 Temperatureingänge PT100, PT1000, Ni1000

Die Module werden direkt auf die Hutschiene montiert und dann über den SWD-Gerätestecker mit der SWD-Kommunikationsleitung verbunden.

Die Module können direkt in der Nähe der anzuschließenden Senorik/Aktorik montiert werden. Das reduziert die verbleibende Verdrahtung zusätzlich.

Anwendungsmöglichkeiten sind:

- Anschluss von AC-Schützen oder Schützen großer Leistung > DILM32, die keine Anschlussmöglichkeit für das Modul DIL-SWD-… haben. Hierzu verwenden Sie das Modul EU5E-SWD-4D2R
- Anschluss von Hilfsschaltern an Module mit digitalen Eingängen
- Anschluss von digitaler Aktorik ohne integrierte SWD-Funktionalität (Signalleuchten, Zeitrelais, usw.)
- Anschluss beliebiger analoger Ein-/Ausgänge



① SmartWire-DT Leitung mit Gerätestecker
② SmartWire-DT Diagnose-LED
③ Statusanzeigen der Ein-/Ausgänge (optional)
④ Ein-/Ausgangsklemmen
⑤ Externe Versorgung (optional)

1

Sicherheitsrelevante Anwendungen

Für die meisten Anwendungen ist neben dem betriebsmäßigen Schalten auch das Abschalten im Notfall oder das Abschalten durch Öffnen von Schutztüren gefordert.

Das System SmartWire-DT ist nicht für die Übertragung sicherheitsrelevanter Signale ausgelegt. Durch den nachfolgend beschriebenen Aufbau kann das System SmartWire-DT dennoch für sicherheitsrelevante Abschaltungen verwendet werden.

Durch die Freigabepfade des Sicherheitsrelais wird im Notfall die Steuerspannung für die Schützspulen abgeschaltet. Durch die Verwendung zusätzlicher SmartWire-DT Power-Module werden Schützgruppen gebildet, die im Notfall zusammen abgeschaltet werden. Mit einer derartigen Schaltung lassen sich Steuerungen bis maximal PL c nach EN ISO 13849-1 aufbauen (PL = Performance Level). Das Sicherheitsrelais muss in diesem Beispiel PL c oder höher entsprechen (z. B. ESR5-NO-41-24VAC-DC).

→ Abbildung, Seite 1-27

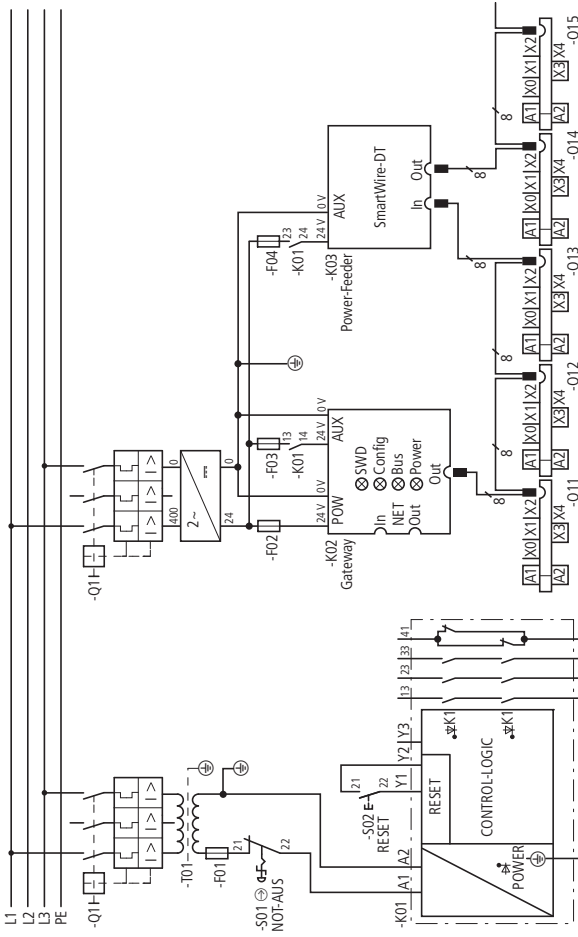
Rückführkreis
Der im Leistungsschütz integrierte Hilfsöffner ist ein Spiegelkontakt nach IEC/EN 60947-4-1. Mit diesem Kontakt kann der Zustand der Leistungskontakte zuverlässig gemeldet werden. Der Spiegelkontakt lässt sich so in den Rückführkreis des Sicherheitsrelais einbinden, dass das Sicherheitsrelais nur bei geöffnetem Schütz eine erneute Freigabe erteilen kann.

Maßnahmen für höhere Sicherheitskategorien
In vielen Anwendungen werden Steuerungen mit einem Performance Level von PL d oder PL e nach EN ISO 13849-1 gefordert (PL = Performance Level). Durch ein zusätzliches Gruppenschütz, das in Reihe vor die Motorabgänge geschaltet wird, können Steuerungen mit PL d aufgebaut werden. Über das Sicherheitsrelais wird im Notfall neben der Steuerspannung für die Motorschütze auch die Steuerspannung für das Gruppenschütz abgeschaltet. Diese redundante Abschaltung ermöglicht Steuerungen mit PL d. Zur Erreichung dieser Sicherheitskategorie muss das verwendete Sicherheitsrelais einem PL d oder höher entsprechen (z. B. ESR5-NO-31-24VAC-DC).

Weitere Hinweise zu Sicherheitstechnik an Maschinen und Anlagen sind im Eaton Sicherheitshandbuch enthalten:
http://www.eaton.eu/shb

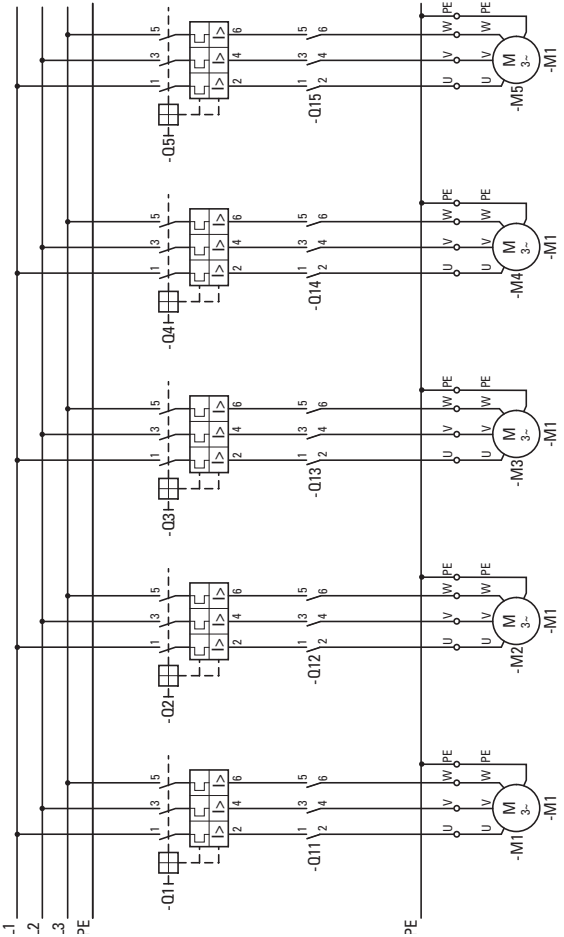
Schalten, Steuern, Visualisieren
Kommunikationssystem SmartWire-DT

Steuerstromkreis für sicherheitsrelevante Anwendung



Schalten, Steuern, Visualisieren
Kommunikationssystem SmartWire-DT

Hauptstromkreis für sicherheitsrelevante Anwendung



Schalten, Steuern, Visualisieren
Der Weg zur sicheren Maschine

Safety Technology
Control the unexpected

Die internationale Norm EN ISO 12100-1 „Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe und allgemeine Gestaltungsleitsätze“ gibt dem Konstrukteur detaillierte Hilfestellung bei der Identifizierung von Gefährdungen und die dadurch zu betrachtenden Risiken.

Als Resultat werden die technischen Maßnahmen zur Gefahrenreduzierung festgelegt.

Die Teile von Maschinensteuerungen, die Sicherheitsaufgaben übernehmen, werden in den internationalen Normen als „sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen“ (SRP/CS) bezeichnet. Sicherheitsbezogene Steuerungsteile umfassen jeweils die gesamte Wirkungskette einer Sicherheitsfunktion, bestehend aus der Inputebene (Sensor), der Logik (sichere Signalverarbeitung) und der Outputebene (Aktor).

Eaton bietet Ihnen für die Risikoreduzierung durch SRP/CS die passenden Komponenten mit Safety Technology entsprechend den höchsten Anforderungen der internationalen Sicherheitsnormen EN 954-1, EN ISO 13849-1 und IEC 62061. Je nach Einsatzgebiet und der erforderlichen Gefahrenabsicherung werden die passenden Sicherheitsfunktionen eingesetzt.

Weiterführende Informationen zu der bisherigen und den neuen internationalen Sicherheitsnormen sowie die entsprechenden Schaltungsbeispiele für unterschiedlichste Applikationen finden Sie in der Neufassung des Eaton Sicherheitshandbuches PU05907001Z-DE.

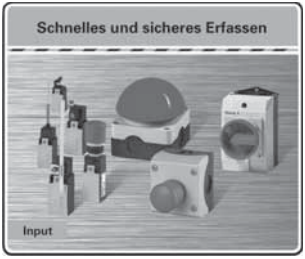


Das Sicherheitshandbuch hilft Ihnen, anhand von praxisnahen Beispielen von Sicherheitsschaltungen und die dazugehörigen Berechnungen die sicherheitstechnische Leistungsfähigkeit nach EN ISO 13849-1 und IEC 62061 zu ermitteln.

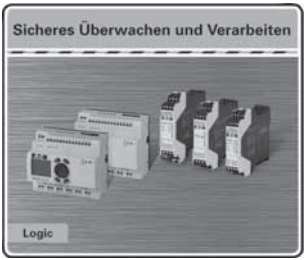
Das Sicherheitshandbuch steht Ihnen online oder gedruckt zur Verfügung:

- Registrieren Sie sich unter www.eaton.eu/shb und arbeiten Sie online mit dem Sicherheitshandbuch oder laden Sie sich die PDF-Version kostenlos herunter.
- Die aktuelle Druckversion bestellen Sie bei Ihrem Großhändler oder Ihrem Eaton Kundenservice: PU05907001Z-DE, Artikel-Nr. 119906

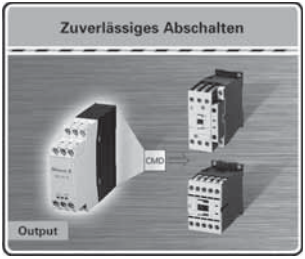
Schalten, Steuern, Visualisieren
Der Weg zur sicheren Maschine



Gefahren schnell erfassen mit NOT-AUS-Betätigern RMQ-Titan und FAK. Bewegungen sicher im Griff mit Positionsschalter LS-Titan®.
Sicher schalten, trennen und steuern mit Nockenschalter T und Lasttrennschalter P.



Sicheres Überwachen und Verarbeiten mit Sicherheitsrelais ESR und sicherheitsgerichtetem Steuerrelais easySafety.



Zuverlässiges Abschalten mit Leistungsschützen DILM und Schutzüberwachungsrelais CMD.

Weiterführende technische Informationen zu den einzelnen Sicherheitsprodukten finden Sie unter
www.eaton.com/moeller

Logikeinheiten für Sicherheitsfunktionen

Mit sicheren Logikeinheiten reduziert sich der Hardware-Aufwand beträchtlich und beschränkt sich weitestgehend auf die Sensor-/Aktorebene. Eaton stellt Ihnen zwei sichere Logikreihen zur Verfügung:

- Elektronische Sicherheitsrelais ESR5
- Sicherheitsgerichtetes Steuerrelais easySafety.

Sicherheitsrelais der Serie ESR5 bieten für jede Applikation die optimale Lösung durch maßgeschneiderte Sicherheitsfunktionen. Die interne Logik der Sicherheitsrelais überwacht die verdrahteten Sicherheitskreise und aktiviert im fehlerfreien Zustand die Freigabekontakte.

Das sicherheitsgerichtete Steuerrelais easySafety integriert eine Fülle an Sicherheitsrelais in Form von Sicherheitsfunktionsbausteinen in einem Gerät und bietet dadurch höchste Flexibilität bei deutlicher Platzersparnis. easySafety überwacht alle gängigen Sicherheitseinrichtungen und übernimmt zusätzlich erforderliche Steuerungsaufgaben an der Maschine.

Mit Sicherheitsrelais ESR oder dem sicherheitsgerichteten Steuerrelais easySafety lassen sich Anwendungen realisieren, die den höchsten Sicherheitsanforderungen gemäß den internationalen Normen entsprechen:

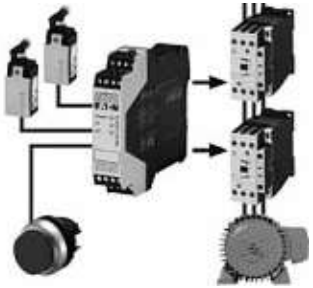
- Kategorie 4 nach EN 954-1
- Performance Level PL e nach EN ISO 13849-1
- Safety Integrity Level SIL CL 3 nach IEC 62061
- Safety Integrity Level SIL 3 nach IEC 61508

Eaton gewährleistet den erforderlichen Personen- und Prozessschutz durch die vom TÜV Rheinland approbierten Sicherheitsprodukte – sowohl an einfachen als auch an komplexen Maschinen.

Functional Safety
TÜV Rheinland Group
FS
Type Approved

Bewegliche Schutzeinrichtung überwachen mit ESR5

Zur Absicherung von zugänglichen Gefahrenbereichen können bewegliche Schutzeinrichtungen, wie z. B. Schutztüren, Gitter und Klappen eingesetzt werden. Die Stellung der beweglichen Schutzeinrichtung wird mit Positionsschaltern oder berührungslosen Kontaktsensoren erfasst, die mit einer sicheren Logikeinheit überwacht und ausgewertet werden. Eine Risikoanalyse liefert den notwendigen Grad an Risikominderung durch die Schutzeinrichtung.



Funktion

Für zweikanalige Anwendungen stellt die sichere Logikeinheit zwei getrennte Eingangskreise zur Verfügung, die die Sensorik (z. B. Positionsschalter einer Verriegelungseinrichtung) überwachen. Nach dem Schließen der Eingangskreise kann das Sicherheitsrelais mit Hilfe eines Reset-Tasters gestartet werden. Dadurch werden die Freigabe- und Meldestrompfade aktiviert und die daran angeschlossenen Aktoren eingeschaltet. Über zwangsgeführte Hilfskontakte der Aktorik diagnostiziert das Sicherheitsrelais mögliche Fehlerzustände.

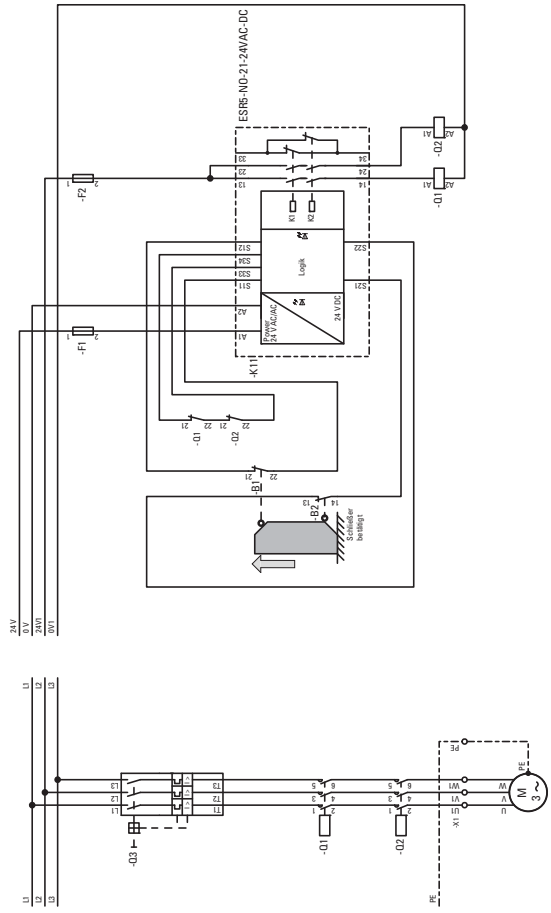
Sicherheitstechnische Bewertung

Kat	B	1	2	3	**4**
PL	a	b	c	d	**e**
SIL	1	2	**3**		

Kat. nach EN 954-1
PL nach EN ISO 13849-1
SIL nach IEC 62061

Schalten, Steuern, Visualisieren
Der Weg zur sicheren Maschine

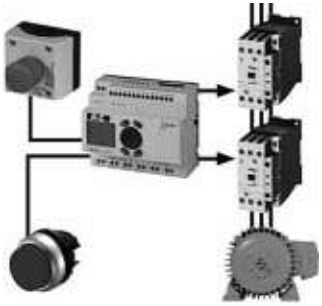
Schaltungsbeispiel: Zweikanalige Schutztürüberwachung mit ESR5



Schalten, Steuern, Visualisieren
Der Weg zur sicheren Maschine

Stillsetzen im Notfall mit easySafety

Die NOT-HALT-Funktion ist eine ergänzende Schutzmaßnahme und nicht als ausschließlicher Schutz zulässig. Gemäß Maschinenrichtlinie 2006/42/EG ist jedoch an jeder Maschine eine Einrichtung zum Stillsetzen im Notfall (NOT-HALT) vorzusehen. Der Grad der Risikoabsicherung durch die NOT-HALT-Einrichtung ist durch eine Risikobewertung zu bestimmen. Führt ein sofortiges Abschalten der Energiezufuhr nicht zu gefährlichen Zuständen, können Sie eine ungesteuerte Stillsetzfunktion gemäß Stopp-Kategorie 0 nach EN ISO 13850 einsetzen.



Funktion

Der NOT-HALT-Taster S4 muss sich in Freigabe-Stellung (Öffnerkontakte geschlossen) befinden, damit die Freigabe über den RESET-Taster S3 erteilt werden kann. Mit Betätigen des START-Tasters S1 wird die Gefahr bringende Bewegung in Gang gesetzt. Die Selbsthaltung und ihre Unterbrechung wird über das Programm realisiert. Die beiden Schütze fallen ab, ein erneutes Starten ist durch Betätigen der START-Taste möglich. Wird während der Gefahr bringenden Bewegung der NOT-HALT-Taster S4 betätigt, wird die Freigabe der Ausgänge QS1 und QS2 entzogen und die Schütze fallen ab. Ein erneutes Starten ist erst nach Rücksetzen des NOT-HALT-Tasters und dessen Freigabe durch Betätigen der RESET-Taste möglich. Mit der Verwendung des Ausgangs QS4 kann der Antrieb aktiv gebremst werden. Diese Option wird jedoch nicht in die Sicherheitsbetrachtung einbezogen, da der Frequenzumrichter den sicheren Bremsvorgang nicht unterstützt.

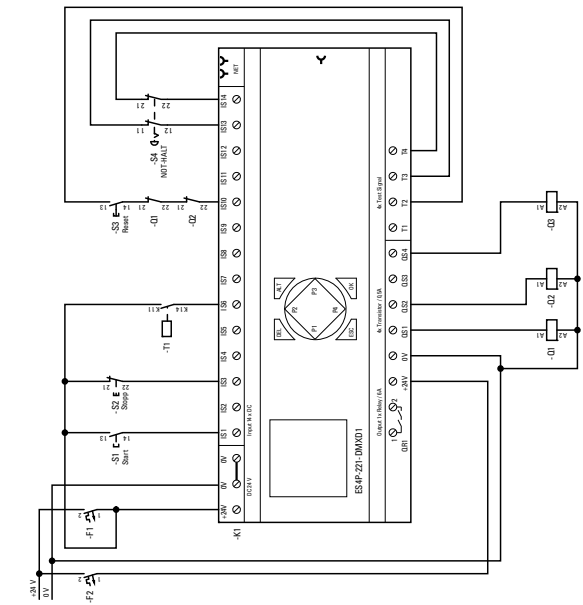
Sicherheitstechnische Bewertung

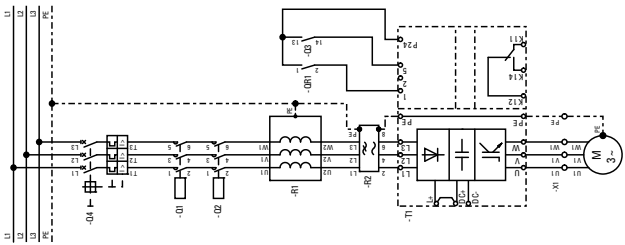
Kat	B	1	2	3	**4**
PL	a	b	c	d	**e**
SIL	1	2	**3**		

Kat. nach EN 954-1
PL nach EN ISO 13849-1
SIL nach IEC 62061

Schalten, Steuern, Visualisieren
Der Weg zur sicheren Maschine

Schaltungsbeispiel: Zweikanalige Not-Halt-Überwachung mit easySafety





Schalten, Steuern, Visualisieren
Zeitrelais

Elektronische Zeitrelais werden in Schützsteuerungen eingesetzt, wo kleine Rückstellzeiten, gute Wiederholgenauigkeit, hohe Schalthäufigkeit und hohe Gerätelebensdauer gefordert werden. Zeiten können zwischen 0,05 s und 100 h gewählt und leicht eingestellt werden.

Das Schaltvermögen elektronischer Zeitrelais entspricht den Gebrauchskategorien AC-15 und DC-13.

Von der Betätigungsspannung her gibt es bei den Zeitrelais folgende Unterscheidungen:

- **Variante A** (DILET… und ETR4)
  Allstromgeräte:
  Gleichspannung 24 bis 240 V
  Wechselspannung 24 bis 240 V, 50/60 Hz
- **Variante W** (DILET… und ETR4)
  Wechselstromgeräte:
  Wechselspannung 346 bis 440 V, 50/60 Hz
- **ETR2…** (als Reiheneinbaugerät nach DIN 43880)
  Allstromgeräte:
  Gleichspannung 24 bis 48 V
  Wechselspannung 24 bis 240 V, 50/60 Hz
  (ETR2-69-D: 12 bis 240 V, 50/60 Hz)

Den jeweiligen Zeitrelais sind folgende Funktionen zugeordnet:

- DILET11, ETR4-11,ETR2-11
  Funktion 11 (ansprechverzögert)
- ETR2-12
  Funktion 12 (rückfallverzögert)
- ETR2-21
  Funktion 21 (einschaltwischend)
- ETR2-42
  Funktion 42 (blinkend, impulsbeginnend)
- ETR2-44
  Funktion 44 (blinkend, zwei Zeiten; impulsbeginnend oder pausebeginnend einstellbar)
- Multifunktionsrelais DILET70, ETR 4-69/70 **Funktion 11** (ansprechverzögert)
  Funktion 12 (rückfallverzögert)
  Funktion 16 (ansprech- und rückfallverzögert)
  Funktion 21(einschaltwischend)
  Funktion 22 (ausschaltwischend)
  Funktion 42 (blinkend, impulsbeginnend)
- **Funktion 81** (impulsgebend)
  Funktion 82 (impulsformend)
  ON, OFF
- Multifunktionsrelais ETR2-69(-D)
  Funktion 11 (ansprechverzögert)
  Funktion 12 (rückfallverzögert)
  Funktion 21 (einschaltwischend)
  Funktion 22 (ausschaltwischend)
  Funktion 42 (blinkend, impulsbeginnend)
  Funktion 43 (blinkend, pausebeginnend)
  Funktion 82 (impulsformend)
- Stern-Dreieck-Zeitrelais ETR4-51
  Funktion 51 (ansprechverzögert)

DILET70 und ETR4-70 bieten den Anschluss eines Fernpotentiometers. Beide Zeitrelais erkennen das Potentiometer beim Anschluss selbstständig.

Eine Besonderheit stellt das Zeitrelais ETR4-70 dar. Mit zwei Wechslern ausgerüstet, ist es umrüstbar auf zwei Zeitkontakte 15-18 und 25-28 (A2-X1 gebrückt) oder einen Zeitkontakt 15-18 und einen Sofortkontakt 21-24 (A2-X1 nicht gebrückt). Ist die Brücke A2-X1 entfernt, vollzieht nur der Zeitkontakt 15-18 die nachstehend beschriebenen Funktionen.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Zeitrelais

Funktion 11

ansprechverzögert

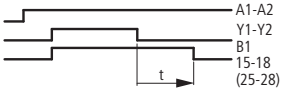


Die Betätigungsspannung U_s wird über einen Ansteuerkontakt an die Klemmen A1 und A2 gelegt.

Nach der eingestellten Verzögerungszeit geht der Wechsler des Ausgangsrelais in die Stellung 15-18 (25-28).

Funktion 12

rückfallverzögert

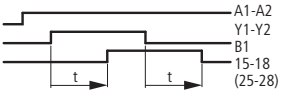


Nach Anlegen der Versorgungsspannung an die Klemmen A1 und A2 bleibt der Wechsler des Ausgangsrelais in der Ausgangslage 15-16 (25-26). Werden beim DILET70 die Klemmen Y1 und Y2 durch einen potentialfreien Schließer überbrückt oder beim ETR4-69/70 oder ETR2-69 ein Potential an B1gelegt, geht der Wechsler unverzögert in die Stellung 15-18 (25-28).

Wird nun die Verbindung der Klemmen Y1-Y2 unterbrochen bzw. B1 vom Potential getrennt, kehrt der Wechsler nach Ablauf der eingestellten Zeit in die Ausgangslage 15-16 (25-26) zurück.

Funktion 16

ansprech- und rückfallverzögert

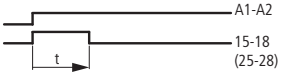


Die Versorgungsspannung U_s wird direkt an die Klemmen A1 und A2 gelegt. Werden beim DILET70 die Klemmen Y1 und Y2 durch einen potentialfreien Schließer überbrückt oder beim ETR4-69/70 ein Potential an B1 gelegt, geht der Wechsler nach der eingestellten Zeit t in die Stellung 15-18 (25-28).

Wird nun die Verbindung Y1-Y2 unterbrochen bzw. B1 vom Potential getrennt, geht der Wechsler nach der gleichen Zeit t in die Ausgangslage 15-16 (25-26) zurück.

Funktion 21

einschaltwischend



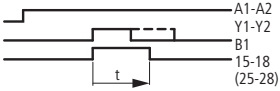
Nach Anlegen der Spannung U_s an A1 und A2 geht der Wechsler des Ausgangsrelais in die Stellung 15-18 (25-28) und bleibt entsprechend der eingestellten Wischzeit betätigt.

In dieser Funktion wird also aus einer Dauerkontaktgabe (Spannung an A1-A2) ein zeitlich definierter Wischimpuls (Klemmen 15-18, 25-28).

Schalten, Steuern, Visualisieren
Zeitrelais

Funktion 82

impulsformend

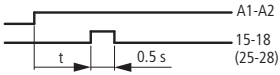


Nach Anlegen der Versorgungsspannung an A1 und A2 bleibt der Wechsler des Ausgangsrelais in der Ruhelage 15-16 (25-26). Werden beim DILET70 die Klemmen Y1 und Y2 durch einen potentialfreien Schließer überbrückt oder beim ETR4-69/70 oder ETR2-69 ein Potential an B1 gelegt, geht der Wechsler unverzögert in die Stellung 15-18 (25-28).

Wird nun die Verbindung Y1-Y2 wieder geöffnet bzw. B1 vom Potential getrennt, bleibt der Wechsler solange betätigt, bis die eingestellte Zeit abgelaufen ist. Bleibt Y1-Y2 länger geschlossen bzw. B1 am Potential, geht das Ausgangsrelais ebenfalls nach der eingestellten Zeit in seine Ruhelage zurück. Bei der impulsformenden Funktion wird also immer ein zeitlich genau definierter Ausgangsimpuls gegeben, egal ob der Eingangsimpuls über Y1-Y2 oder B1 kürzer oder länger als die eingestellte Zeit ist.

Funktion 81

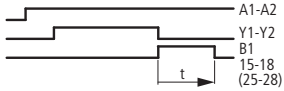
impulsgebend mit festem Impuls



Die Betätigungsspannung wird über einen Ansteuerkontakt an die Klemmen A1 und A2 gelegt. Nach Ablauf der eingestellten Verzögerungszeit geht der Wechsler des Ausgangsrelais in die Stellung 15-18 (25-28) und fällt nach 0,5 s zurück in die Ausgangslage 15-16 (25-26). Bei dieser Funktion handelt es sich also um einen Wischimpuls mit zeitlicher Verzögerung.

Funktion 22

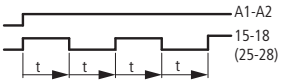
ausschaltwischend



Die Versorgungsspannung U_s liegt direkt an A1 und A2. Werden beim DILET70 die Klemmen Y1 und Y2, die vorher zu einem beliebigen Zeitpunkt (DILET-70: potentialfrei) kurzgeschlossen worden sind, wieder geöffnet bzw. beim ETR4-69/70 oder ETR2-69 der Kontakt B1 potentialfrei, schließt der Kontakt 15-18 (25-28) für die Dauer der eingestellten Zeit.

Funktion 42

blinkend, impulsbeginnend

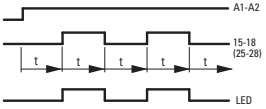


Nach Anlegen der Spannung U_s an A1 und A2 geht der Wechsler des Ausgangsrelais in die Stellung 15-18 (25-28) und bleibt entsprechend der eingestellten Blinkzeit betätigt. Die anschließende Pausenzeit entspricht der Blinkzeit.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Zeitrelais

Funktion 43

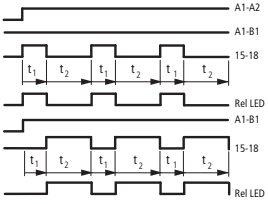
blinkend, pausebeginnend



Nach Anlegen der Spannung U_s an A1 und A2 bleibt der Wechsler des Ausgangsrelais entsprechend der eingestellten Blinkzeit in der Stellung 15-16 und geht nach Ablauf dieser Zeit in die Stellung 15-18 (Der Zyklus beginnt mit einer Pausen-Phase).

Funktion 44

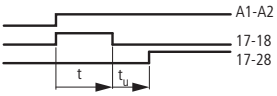
blinkend, zwei Zeiten



Nach Anlegen der Spannung U_s an A1 und A2 geht der Wechsler des Ausgangsrelais in die Stellung 15-18 (impulsbeginnend). Durch eine Brücke zwischen den Kontakten A1 und B1 kann das Relais auf pausenbeginnend umgeschaltet werden. Die Zeiten t_1 und t_2 können unterschiedlich eingestellt werden.

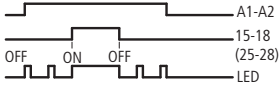
Funktion 51 Stern-Dreieck

ansprechverzögert



Wird die Betätigungsspannung U_s an A1 und A2 gelegt, geht der Sofortkontakt in die Stellung 17-18. Nach Ablauf der eingestellten Zeit öffnet der Sofortkontakt; der Zeitkontakt 17-28 schließt nach einer Umschlagszeit t_u von 50 ms.

Funktion ON-OFF



Mit der ON-OFF-Funktion lässt sich die Funktion einer Steuerung testen. Sie ist ein Hilfsmittel, etwa bei der Inbetriebnahme. Mit der OFF-Funktion lässt sich das Ausgangsrelais abschalten, es reagiert nicht mehr auf den Funktionsablauf. Bei der ON-Funktion wird das Ausgangsrelais eingeschaltet. Diese Funktion setzt voraus, dass an den Klemmen A1-A2 die Versorgungsspannung anliegt. Die LED macht auf den Betriebszustand aufmerksam.

Weitere Informationsquellen

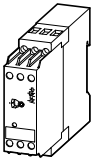
- Montageanweisungen
  → http://www.eaton.com/moeller/support (Montageanweisungen)
  Suchbegriffe: DILET, ETR4, ETR2
- Hauptkatalog Industrieschaltgeräte (HPL) → Kapitel „Zeitrelais“

Schalten, Steuern, Visualisieren
Mess- und Überwachungsrelais EMR

Für die verschiedensten Anwendungen werden Mess- und Überwachungsrelais benötigt. Mit dem neuen EMR-Sortiment deckt Eaton viele Anforderungen ab:

- universeller Einsatz, Stromwächter EMR…-I
- platzsparende Überwachung des Drehfeldes, Phasenfolgerelais EMR…-F
- Schutz vor Zerstörung oder Beschädigung einzelner Anlagenteile, Phasenwächter EMR…-(A)W(N)
- sicheres Erkennen eines Phasenausfalls, Asymmetrierelais EMR…-A
- erhöhte Sicherheit durch Arbeitsstromprinzip, Niveaurelais EMR…-N
- Erhöhung der Betriebssicherheit, Isolationswächter EMR…-R

Stromwächter EMR…-I



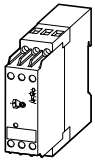
Die Stromwächter EMR…-I sind sowohl zur Überwachung von Wechsel- als auch von Gleichstrom geeignet. Mit ihnen können Pumpen und Bohrmaschinen auf Unter- oder Überlast überwacht werden. Das geschieht mit Hilfe der wählbaren unteren oder oberen Ansprechgrenze.

Es gibt zwei Ausführungen mit je drei Messbereichen (30/100/1000 mA, 1,5/5/15 A). Die Multispannungsspule ermöglicht ein universelles Einsetzen des Relais. Der zweite Hilfswechsler ermöglicht eine direkte Rückmeldung.

Gezielte Überbrückung von kurzen Stromspitzen

Mit Hilfe der zwischen 0,05 und 30 s wählbaren Zeit der Ansprechverzögerung können kurzfristige Stromspitzen überbrückt werden.

Phasenwächter EMR…-W



Phasenwächter EMR…-W überwachen neben der Drehfeldrichtung auch die Höhe der angelegten Spannung. Das bedeutet Schutz vor Zerstörung oder Beschädigung einzelner Anlagenteile. Hierbei wird sowohl die minimale Unterspannung als auch die maximale Überspannung mit einem Drehschalter innerhalb eines definierten Fensters bequem auf die gewünschte Spannung eingestellt.

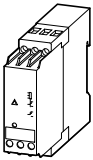
Zusätzlich kann zwischen einer ansprechverzögerten und einer rückfallverzögerten Funktion unterschieden werden. In der ansprechverzögerten Einstellung werden kurze Spannungseinbrüche überbrückt. Die Rückfallverzögerung ermöglicht eine Fehlerspeicherung für die eingestellte Zeit.

Die Verzögerungszeit kann zwischen 0,1 und 10 s eingestellt werden.

Das Relais zieht bei korrektem Drehfeld und richtiger Spannung an. Nach einem Abfallen zieht das Gerät erst wieder an, wenn die Spannung eine 5 %ige Hysterese überschritten hat.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Mess- und Überwachungsrelais EMR

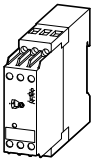
Phasenfolgerelais EMR…-F



Mit dem nur 22,5 mm breiten Phasenfolgerelais können ortsveränderliche Motoren, bei denen die Drehrichtung von Bedeutung ist (z. B. Pumpen, Sägen, Bohrmaschinen), auf ein rechts drehendes Drehfeld überwacht werden. Das bedeutet Platz im Schaltschrank durch geringe Baubreite und Schutz vor Schäden durch Überwachung des Drehfeldes.

Bei rechts drehendem Drehfeld wird mit dem Wechsler die Steuerspannung für die Motorschaltgeräte freigegeben. Das EMR…-F500-2 deckt den gesamten Spannungsbereich von 200 bis 500 V AC ab.

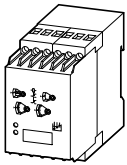
Asymmetrierelais EMR…-A



Das Asymmetrierelais EMR…-A in seiner 22,5 mm Baubreite ist das richtige Schutzorgan gegen Phasenausfall. Damit schützt es den Motor vor Zerstörung.

Da der Phasenausfall auf Basis der Phasenverschiebung erfasst wird, kann dieser auch bei hoher Rückspeisung des Motors sicher erkannt und eine Überlastung des Motors verhindert werden.

Niveaurelais EMR…-N



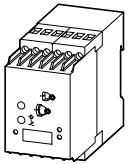
Die Niveaurelais EMR…-N kommen im Wesentlichen zum Trockenlaufschutz von Pumpen oder als Niveauregulierung von Flüssigkeiten zum Einsatz. Sie arbeiten mit Hilfe von Sensoren, die die Leitfähigkeit messen. Hierzu werden jeweils ein Sensor für die maximale und ein Sensor für die minimale Füllhöhe benötigt. Ein dritter Sensor dient als Massepotential.

Das 22,5 mm schmale Gerät EMR…-N100 eignet sich für gut leitfähige Flüssigkeiten. Es ist mit einer Umschaltung von Niveauregulierung zu Trockenlaufschutz ausgerüstet. Die Sicherheit wird erhöht, da in beiden Fällen das Arbeitsstromprinzip zum Einsatz kommt.

Das Niveaurelais EMR…-N500 hat eine erweiterte Empfindlichkeit und ist auch für weniger gut leitende Medien geeignet. Durch eine integrierte wählbare Anzugs- oder Abfallverzögerung zwischen 0,1 uns 10 s können auch bewegte Flüssigkeiten überwacht werden.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Mess- und Überwachungsrelais EMR

Isolationswächter EMR…-R



Die EN 60204 „Sicherheit von Maschinen“ sieht zur Erhöhung der Betriebssicherheit die Überwachung von Hilfsstromkreisen auf Erdschluss mittels Isolationswächter vor. Die EMR…-R haben hier ihr Haupteinsatzgebiet. Aber auch für medizinisch genutzte Räume gibt es ähnliche Forderungen.

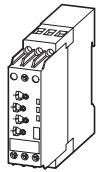
Über einen Wechslerkontakt melden sie einen Erdschluss und ermöglichen so eine Fehlerbeseitigung ohne teure Stillstandszeiten.

Wahlweise verfügen die Geräte über eine Fehlerspeicherung, die ein Qittieren nach der Fehlerbeseitigung erfordert. Mit Hilfe einer Testtaste kann das Gerät jederzeit auf seine Funktionstüchtigkeit überprüft werden.

AC oder DC Steuerspannungen

Es gibt sowohl für Wechselstrom- als auch für Gleichstromkreise ein Gerät. Damit wird der gesamte Steuerspannungsbereich abgedeckt. Beide Geräte verfügen über eine Multispannungsquelle. Dadurch ist die Versorgung sowohl über AC als auch über DC möglich.

Multifunktionale Dreiphasenwächter EMR…-AW(N)



Mit den multifunktionalen Dreiphasenwächtern erfolgt die platzsparende Überwachung des Drehfeldes mit verschiedenen Funktionen. Dabei werden die Phasenparameter Phasenfolge, Phasenausfall, Asymmetrie sowie Unter- und Überspannung erfasst.

Je nach Ausführung der Geräte bewegt sich der einstellbare Schwellenwert für Asymmetrie zwischen 2 bis 15 %. Die Schwellenwerte für Unter- und Überspannung sind einstellbar bzw. fest eingestellt.

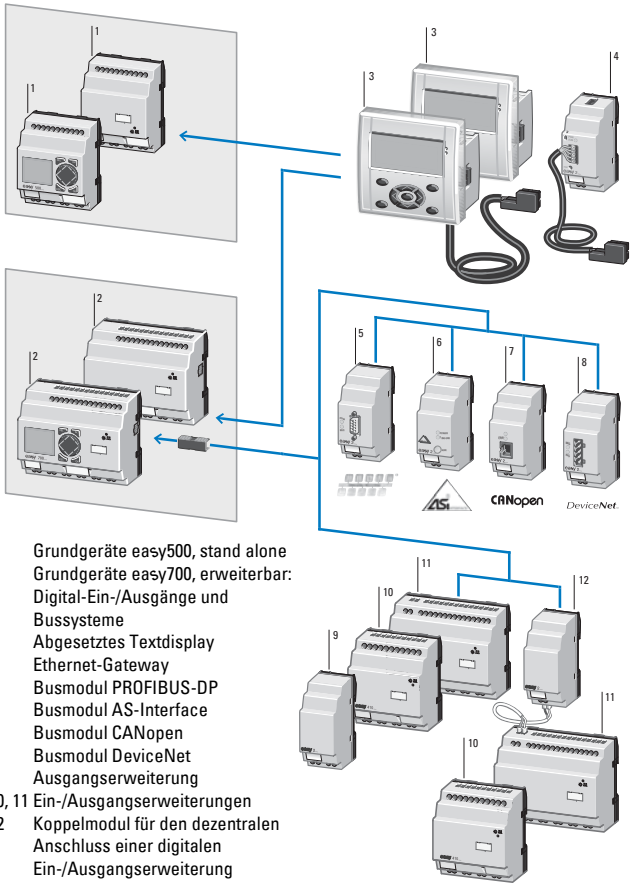
Die verschiedenen Möglichkeiten und Einstellwerte entnehmen Sie bitte den jeweiligen Montageanweisungen.

Weitere Informationsquellen

- Montageanweisungen
  → http://www.eaton.com/moeller/support (Montageanweisungen)
  Suchbegriffe: EMR4, EMR5
- Hauptkatalog Industrieschaltgeräte (HPL), → Kapitel „Messrelais EMR, Überwachungsrelais EMR“

Schalten, Steuern, Visualisieren
Systemübersicht easyRelay, MFD-Titan

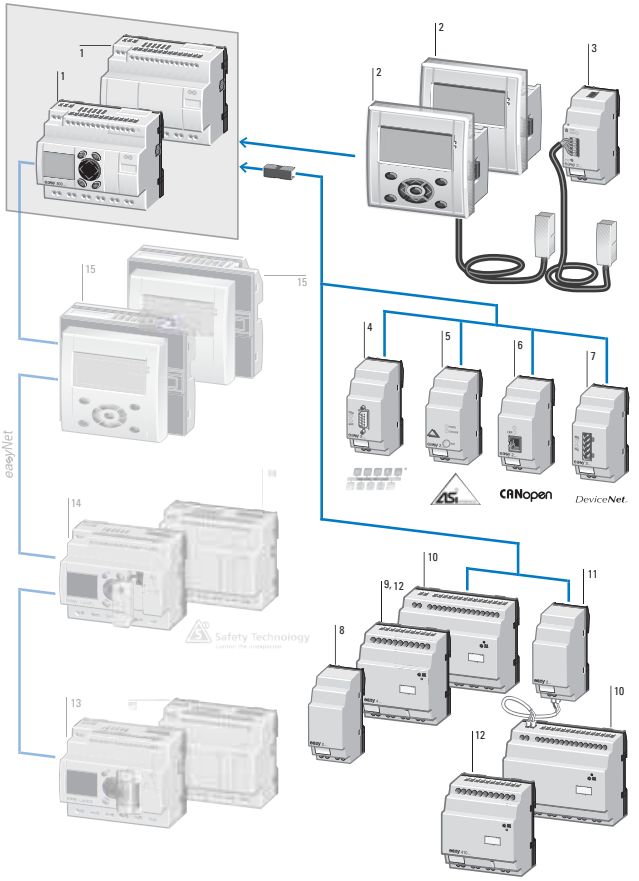
Steuerrelais easy500/700



1 Grundgeräte easy500, stand alone
2 Grundgeräte easy700, erweiterbar: Digital-Ein-/Ausgänge und Bussysteme
3 Abgesetztes Textdisplay
4 Ethernet-Gateway
5 Busmodul PROFIBUS-DP
6 Busmodul AS-Interface
7 Busmodul CANopen
8 Busmodul DeviceNet
9 Ausgangserweiterung
10, 11 Ein-/Ausgangserweiterungen
12 Koppelmodul für den dezentralen Anschluss einer digitalen Ein-/Ausgangserweiterung

Schalten, Steuern, Visualisieren
Systemübersicht easyRelay, MFD-Titan

Steuerrelais easy800



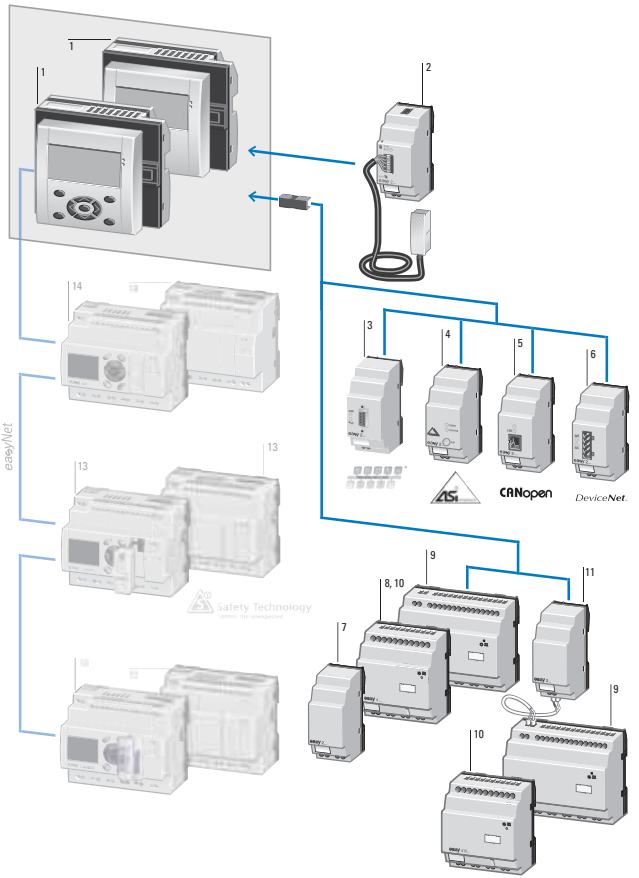
Schalten, Steuern, Visualisieren

Systemübersicht easyRelay, MFD-Titan

1	Grundgeräte easy800, erweiterbar: Digital-Ein-/Ausgänge und Bussysteme, easyNet onboard
2	Abgesetztes Textdisplay
3	Ethernet-Gateway
4	Busmodul PROFIBUS-DP
5	Busmodul AS-Interface
6	Busmodul CANopen
7	Busmodul DeviceNet
8	Ausgangserweiterung
9, 10	Ein-/Ausgangserweiterungen
11	Koppelmodul für den dezentralen Anschluss einer digitalen Ein-/Ausgangserweiterung
12	Ein-/Ausgangserweiterung
13	Kompakt-SPS easyControl
14	Sicherheitssteuerrelais easySafety
15	Multi-Funktions-Display MFD-Titan

Schalten, Steuern, Visualisieren
Systemübersicht easyRelay, MFD-Titan

Multi-Funktionsdisplay MFD-Titan



Schalten, Steuern, Visualisieren
Systemübersicht easyRelay, MFD-Titan

1	MFD-Titan, bestehend aus: Anzeige-/Bedieneinheit, Netzteil/CPU-Modul, E/A-Modul
2	Ethernet-Gateway
3	Busmodul PROFIBUS-DP
4	Busmodul AS-Interface
5	Busmodul CANopen
6	Busmodul DeviceNet
7	Ausgangserweiterung
8, 9, 10	Ein-/Ausgangserweiterungen
11	Koppelmodul für den dezentralen Anschluss einer digitalen Ein-/Ausgangserweiterung
12	Kompakt-SPS easyControl
13	Sicherheitssteuerrelais easySafety
14	Steuerrelais easy800

Schalten, Steuern, Visualisieren
Systemübersicht easyRelay, MFD-Titan

Funktionen

easy500 und easy700



easy500 und easy700 haben die gleiche Funktionalität. easy700 bietet mehr Ein- und Ausgänge, ist erweiterbar und kann an Standard-Bussysteme angebunden werden. Die Reihen- und Parallelschaltung von Kontakten und Spulen erfolgt in 128 Strompfaden; max. drei Kontakte und eine Spule in Reihe. Die Anzeige von 16 Bedien- und Meldetexten erfolgt über in- oder externes Display.

Die Hauptfunktionen sind:

- Multifunktionszeitrelais,
- Stromstoßschalter,
- Zähler
  - vor- und rückwärts,
  - schnelle Zähler,
  - Frequenzzähler,
  - Betriebsstundenzähler,
- Analogwertvergleicher,
- Wochen- und Jahresschaltuhren,
- Automatische Umschaltung Sommerzeit,
- Remanente Istwerte von Merker, Zählern und Zeitrelais.

Die individuelle Beschriftung von easy500 und easy700 ist möglich.

MFD(-AC)-CP8… und easy800



MFD(-AC)-CP8… und easy800 haben die gleiche Funktionalität. MFD-80.. mit Schutzart IP65 ermöglicht den Einsatz auch in rauer Umgebung. Zusätzlich zur Erweiterbarkeit und der Anbindung an Standard-Bussysteme können acht easy800 oder MFD-Titan über easyNet vernetzt werden. Die Reihen- und Parallelschaltung von Kontakten und Spulen erfolgt in 256 Strompfaden. Vier Kontakte und eine Spule in Reihe. Die Anzeige von 32 Bedien- und Meldetexten erfolgt über ein in- oder externes Display.

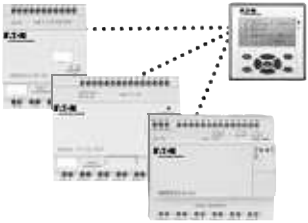
Ergänzend zu den Funktionen des easy700 bieten das easy800 und das MFD-Titan:

- PID-Regler,
- Arithmetikbausteine,
- Werteskalierung,
- und vieles mehr.

Die individuelle Beschriftung des MFD-80… und des easy800 ist möglich.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Systemübersicht easyRelay, MFD-Titan

„Abgesetztes“ Display – Textanzeige für easyRelay

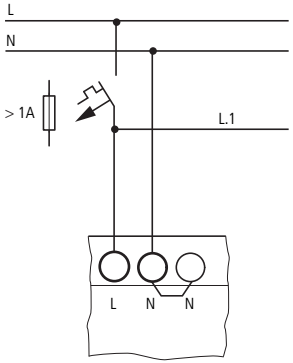


Über Plug & Work schließen Sie das Display MFD-80.. über das Versorgungs- und Kommunikationsmodul MFD-CP4.. an die easyRelay an. Das MFD-CP4.. enthält eine kürzbare, 5 m lange Verbindungsleitung. Vorteil, Sie benötigen keine Software oder Treiber zum Anschluss. Das MFD-CP4.. bietet echtes Plug & Work. Die Verdrahtung der Ein- und Ausgänge erfolgt am easyRelay. Im easyRelay läuft auch die Schaltplanabarbeitung ab. Das MFD-80.. wird in zwei 22,5 mm Befestigungslöchern montiert. Das in Schutzart IP65 ausgeführte Display selbst ist hintergrundbeleuchtet und sehr gut ablesbar. Die individuelle Beschriftung des Displays ist möglich.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Projektieren easyRelay, MFD-Titan

Anschluss Stromversorgung

bei AC-Geräten



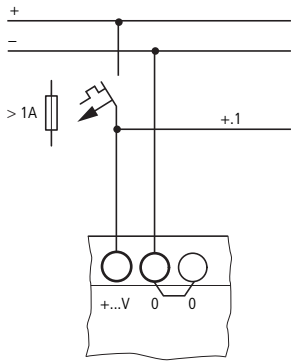
Grundgeräte

EASY512-AB-…	24 V AC
EASY719-AB-…	24 V AC
EASY512-AC-…	100 – 240 V AC
EASY719-AC-…	100 – 240 V AC
EASY819-AC-…	100 – 240 V AC
MFD-AC-CP8-…	100 – 240 V AC

Erweiterungsgeräte

EASY618-AC…	100 – 240 V AC

bei DC-Geräten



Grundgeräte

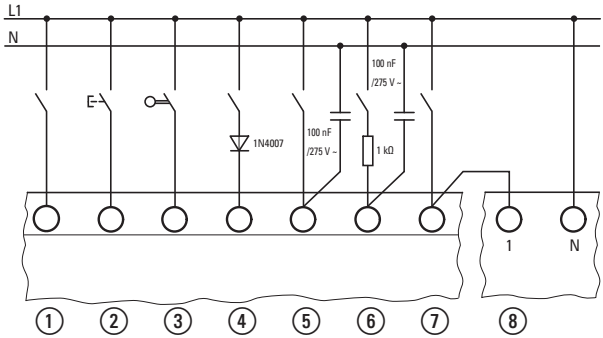
EASY512-DA-…	12 V DC
EASY719-DA-…	12 V DC
EASY512-DC-…	24 V DC
EASY7…-DC-…	24 V DC
EASY819-DC-…	24 V DC
EASY82.-DC-…	24 V DC
MFD-CP8-…	24 V DC
MFD-CP10…	24 V DC

Erweiterungsgeräte

EASY410-DC…	24 V DC
EASY618-DC…	24 V DC
EASY620-DC…	24 V DC
EASY406-DC-ME	24 V DC
EASY411-DC-ME	24 V DC

Schalten, Steuern, Visualisieren
Projektieren easyRelay, MFD-Titan

Anschluss digitale Eingänge der AC-Geräte

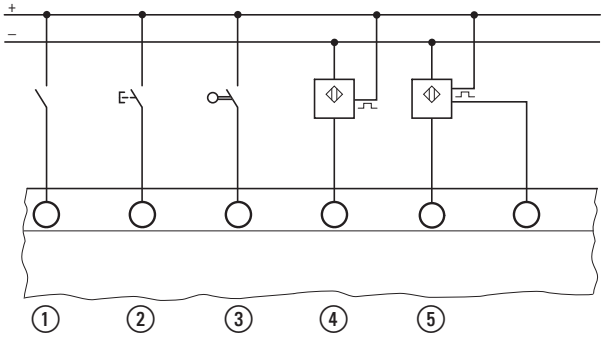


① Eingangssignal über Schützkontakt, z. B. DILER
② Eingangssignal über Taster RMQ-Titan
③ Eingangssignal über Positionsschalter, z. B. LS-Titan
④ Zusatzschaltung mit Diode (→ Hinweise)
⑤ Erhöhung des Eingangsstromes
⑥ Begrenzung des Eingangsstromes
⑦ Erhöhung des Eingangsstromes mit EASY256-HCI
⑧ Vorschaltgerät EASY256-HCI mit interner Zusatzschaltung(→ Hinweise)

Hinweise

- Durch die Zusatzschaltung wird die Abfallzeit des Eingangs verlängert.
- Leitungslängen bei Eingängen ohne Zusatzschaltung ≦ 40 m, mit Zusatzschaltung ≦ 100 m.
- Eingänge I7, I8 haben bereits eine interne Zusatzschaltung.

Anschluss digitale Eingänge der DC-Geräte



① Eingangssignal über Schützkontakt, z. B. DILER
② Eingangssignal über Taster RMQ-Titan
③ Eingangssignal über Positionsschalter, z. B. LS-Titan
④ Näherungsschalter, drei-Draht
⑤ Näherungsschalter, vier-Draht

Hinweis

- Berücksichtigen Sie bei der Leitungslänge den Spannungsabfall.
- Verwenden Sie wegen des hohen Reststromes keinen Zwei-Draht-Näherungsschalter.

Analoge Eingänge

Je nach Gerätetyp sind zwei oder vier analoge Eingänge mit 0 bis 10 V verfügbar.

Die Auflösung beträgt 10 Bit = 0 bis 1023.

Es gilt:

I7 = IA01 I8 = IA02	EASY512-AB/DA/DC…
	EASY719-AB/DA/DC… EASY721-DC…
I11 = IA03	EASY819/820/821/822-DC…
I12 = IA04	MFD-R16, MFD-R17, MFD-T16, MFD-TA17

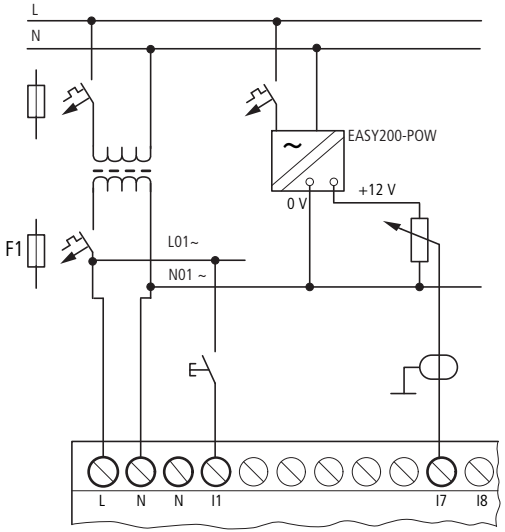
Vorsicht!

Unsachgemäßer Anschluss kann zu nicht gewollten Schaltzuständen führen. Analogsignale sind störempfindlicher als digitale Signale, sodass die Signalleitungen sorgfältiger verlegt und angeschlossen werden müssen.

- Verwenden Sie geschirmte, paarweise verdrillte Leitungen, um Störeinkopplungen auf die Analogsignale zu vermeiden.
- Erden Sie den Schirm der Leitungen bei kurzen Leitungslängen beidseitig und vollflächig. Ab einer Leitungslänge von etwa 30 m kann die beidseitige Erdung zu Ausgleichsströmen zwischen beiden Erdungsstellen und damit zur Störung von Analogsignalen führen. Erden Sie die Leitung in diesem Fall nur einseitig.
- Verlegen Sie Signalleitungen nicht parallel zu Energieleitungen.
- Wenn Lasten wie Motoren, Magnetventile oder Schütze und easy über die gleiche Versorgungsspannung betrieben werden, kann das Schalten zu einer Störung der analogen Eingangssignale führen. Schließen Sie deshalb induktive Lasten, die Sie über die Ausgänge von easy schalten, an eine separate Versorgungsspannung an oder verwenden Sie eine Schutzbeschaltung für Motoren und Ventile.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Projektieren easyRelay, MFD-Titan

Anschluss Stromversorgung und analoge Eingänge der easy…AB-Geräte



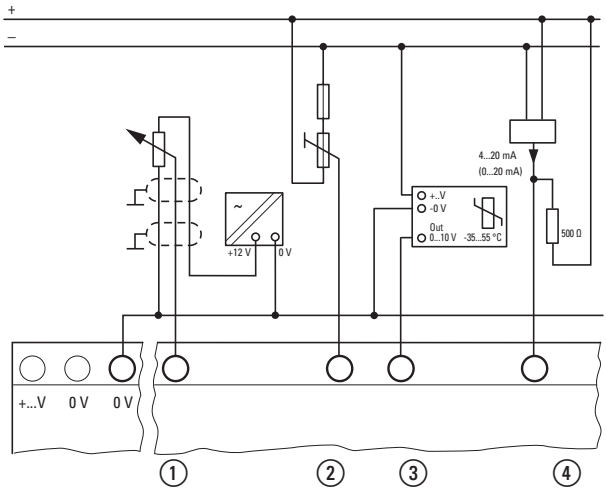
Hinweis

Bei easy…AB-Geräten, die analoge Signale verarbeiten, muss das Gerät mittels Transformator versorgt werden, damit eine galvanische Trennung vom Netz besteht. Der Neutralleiter und das Bezugspotential der DC-Speisung analoger Sensoren sind galvanisch zu verbinden.

Achten Sie darauf, dass das gemeinsame Bezugspotential geerdet ist oder mittels Erdschlussüberwachungsgerät überwacht wird. Beachten Sie die gültigen Vorschriften.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Projektieren easyRelay, MFD-Titan

Anschluss analoge Eingänge der easy…DA/DC-… oder MFD-R…/T…

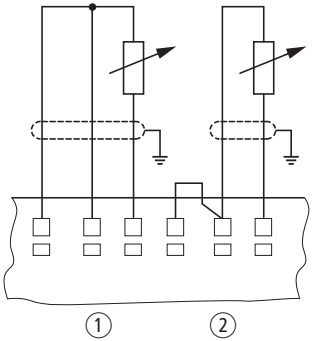


① Sollwertgeber über gesonderte Stromversorgung und Potentiometer ≦1 kΩ, z. B. 1 kΩ, 0,25 W
② Sollwertgeber mit vorgeschaltetem Widerstand 1,3 kΩ, 0,25 W, Potentiometer 1 kΩ, 0,25 W (Werte für 24 V DC)
③ Temperaturerfassung über Temperaturfühler und Messumformer
④ Sensor 4 bis 20 mA mit Widerstand 500 Ω

Hinweis

- Beachten Sie die unterschiedliche Anzahl und Benennung der Analogeingänge je Gerätetyp.
- Verbinden Sie die 0 V des easy bzw. des MFD-Titan mit den 0 V der Stromversorgung des Analogwertgebers.
- Bei einem Sensor von 4(0) bis 20 mA und einem Widerstand von 500 Ω ergeben sich folgende ca. Werte:
  – 4 mA ≈ 1,9 V,
  – 10 mA ≈ 4,8 V,
  – 20 mA ≈ 9,5 V.
- Analog-Eingang 0 bis 10 V, Auflösung 10 Bit, 0 bis 1023.

Anschluss von Pt100/Ni1000 bei MFD-T(A)P…



① Dreileiter-Anschluss ② Zweileiter-Anschluss

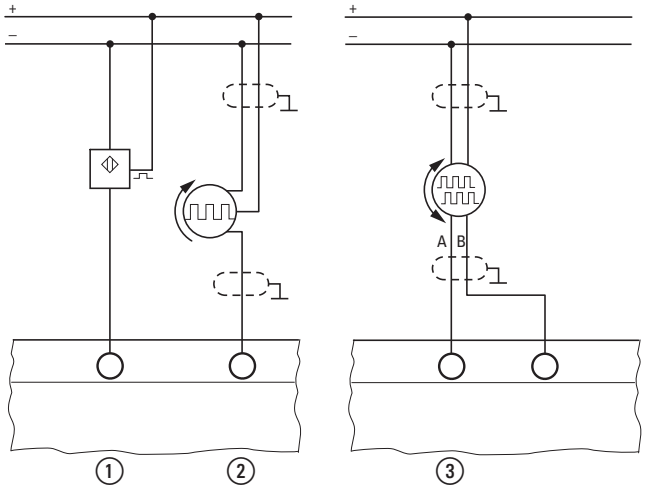
MFD-TAP13-PT-A MFD-TP12-PT-A	-40 °C ... +90 °C
	0 °C ... +250 °C
	0 °C ... +400 °C
MFD-TAP13-NI-A MFD-TP12-NI-A	0 °C ... +250 °C
	-40 °C ... +90 °C
MFD-TAP13-PT-B MFD-TP12-PT-B	0 °C ... +850 °C
	-200 °C ... +200 °C

Hinweis

Leitungslänge abgeschirmt < 10 m.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Projektieren easyRelay, MFD-Titan

Anschlussmöglichkeiten für Eingänge „Schneller Zähler“ bei easy…DA/DC-Geräten oder MFD-R…/-T…



① schneller Zähler, Rechtecksignal über Näherungsschalter, Puls-Pausenverhältnis sollte 1:1 sein
easy500/700 max. 1 kHz
easy800 max. 5 kHz
MFD-R/T… max. 3 kHz

② Rechtecksignal über Frequenzgeber, Puls-Pausenverhältnis sollte 1:1 sein
easy500/700 max. 1 kHz
easy800 max. 5 kHz
MFD-R/T… max. 3 kHz

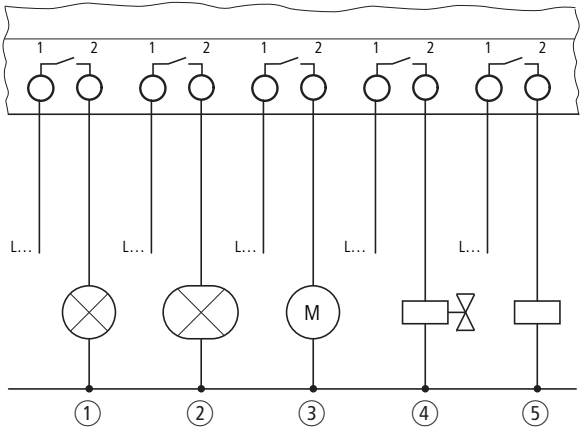
③ Rechtecksignale über Inkrementalgeber 24 V DC
easy800-DC… max. 5 kHz und
MFD-R/T… max. 3 kHz

Hinweis

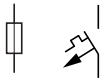
Beachten Sie die unterschiedliche Anzahl und Benennung der Eingänge „schnelle Zähler“, „Frequenzgeber“ und „Inkrementalgeber“ je Gerätetyp.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Projektieren easyRelay, MFD-Titan

Anschluss von Relaisausgängen bei EASY…R, MFD…R



Absicherung Außenleiter L..



≦ 8 A/B16

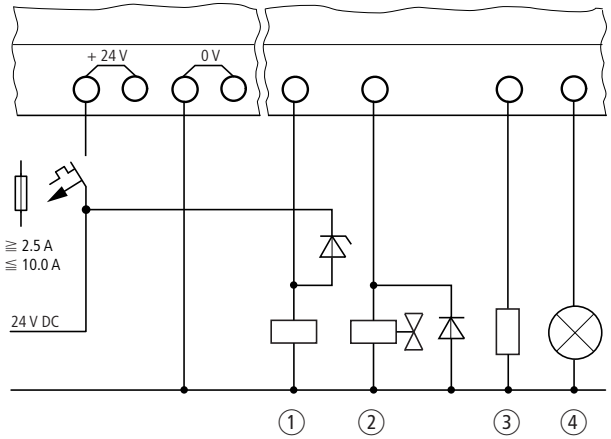
Mögliche AC-Spannungsbereiche:
24 bis 250 V, 50/60 Hz
z. B. L1, L2, L3 Phase gegen Nulleiter

Mögliche DC-Spannungsbereiche:
12 bis 300 V DC

① Glühlampe, max. 1000 W bei 230/240 V AC
② Leuchtstoffröhre, max. 10 x 28 W bei elektronischem Vorschaltgerät, 1 x 58 W bei konventionalem Vorschaltgerät bei 230/240 V AC
③ Wechselstrommotor
④ Ventil
⑤ Spule

Schalten, Steuern, Visualisieren
Projektieren easyRelay, MFD-Titan

Anschluss von Transistorausgängen bei EASY…T, MFD-T…



① Schützspule mit Z-Diode als Schutzbeschaltung, 0,5 A bei 24 V DC

② Ventil mit Diode als Schutzbeschaltung, 0,5 A bei 24 V DC

③ Widerstand, 0,5 A bei 24 V DC

④ Leuchtmelder 3 oder 5 W bei 24 V DC, Leistung abhängig von Gerätetypen und Ausgängen

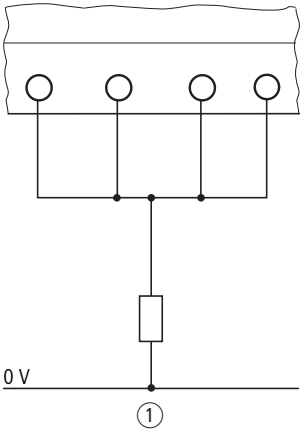
Hinweis

Beim Abschalten von induktiven Lasten ist Folgendes zu beachten:
Schutzbeschaltete Induktivitäten verursachen weniger Störungen im gesamten elektrischen System. Es empfiehlt sich generell, die Schutzbeschaltung möglichst nahe an der Induktivität anzuschließen.

Werden Induktivitäten nicht schutzbeschaltet, gilt:
Es dürfen nicht mehrere Induktivitäten gleichzeitig abgeschaltet werden, um die Treiberbausteine im ungünstigsten Fall nicht zu überhitzen. Wird im NOT-AUS-Fall die +24 V DC-Versorgung mitttels Kontakt abgeschaltet und kann dabei mehr als ein angesteuerter Ausgang mit Induktivität abgeschaltet werden, müssen Sie die Induktivitäten mit einer Schutzbeschaltung versehen.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Projektieren easyRelay, MFD-Titan

Parallelschaltung



① Widerstand

Hinweis

Nur innerhalb einer Gruppe (Q1 bis Q4 oder Q5 bis Q8, S1 bis S4 oder S5 bis S8) dürfen die Ausgänge parallel geschaltet werden; z. B. Q1 und Q3 oder Q5, Q7 und Q8. Parallel geschaltete Ausgänge müssen gleichzeitig angesteuert werden.



wenn 4 Ausgänge parallel,
max. 2 A bei 24 V DC

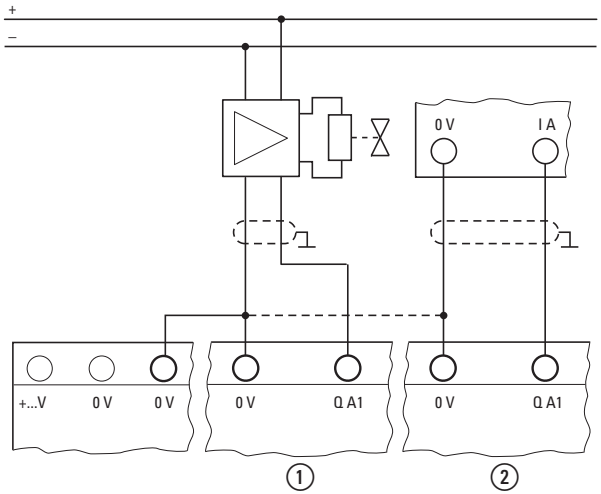


wenn 4 Ausgänge parallel,
max. 2 A bei 24 V DC
Induktivität ohne Schutzbeschaltung
max. 16 mH



12 oder 20 W bei 24 V DC
Leistung abhängig von Gerätetypen
und Ausgängen

Anschluss von analogem Ausgang bei EASY820-DC-RC…, EASY822-DC-TC…, MFD-RA…, MFD-TA…



① Servoventil ansteuern
② Sollwertvorgabe für Antriebsregelung

Hinweis

- Analogsignale sind störempfindlicher als digitale Signale, sodass die Signalleitungen sorgfältiger verlegt werden müssen. Unsachgemäßer Anschluss kann zu nicht gewollten Schaltzuständen führen.
- Analog-Ausgang 0 bis 10 V, Auflösung 10 Bit, 0-1023.

Ein-/Ausgangserweiterung easy

Zentrale Erweiterung, bis 40 E/A
easy700, easy800, MFD(-AC)-CP8… können über easy202, easy410, easy618 oder easy620 erweitert werden. Hier stehen Ihnen maximal 24 Eingänge und 16 Ausgänge zur Verfügung. Eine Erweiterung je Grundgerät ist möglich, → Abschnitt „Zentrale und dezentrale Erweiterung easy", Seite 1-63.

Dezentrale Erweiterung, bis 40 E/A
easy700, easy800 und MFD-Titan werden über das Koppelmodul EASY200-EASY mit easy410, easy618 oder easy620 erweitert. Das Erweiterungsgerät kann bis zu 30 m vom Grundgerät entfernt betrieben werden. Es stehen Ihnen maximal 24 Eingänge und 16 Ausgänge zur Verfügung. Eine Erweiterung je Grundgerät ist möglich, → Abschnitt „Zentrale und dezentrale Erweiterung easy", Seite 1-63.

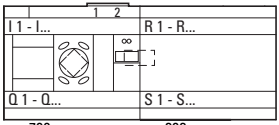
Vernetzung über easyNet, bis 320 E/A
Bei der Erweiterung der Ein- und Ausgänge über easyNet können bis zu acht Teilnehmer miteinander verbunden werden. Jede easy800 oder MFD(-AC)-CP8… kann mit einem Erweiterungsgerät ergänzt werden. 1000 m Netzwerklänge sind möglich. Es gibt zwei Betriebarten:

- Ein Master (Platz 1, Teilnehmeradresse 1) und bis zu 7 weitere Teilnehmer. Das Programm ist im Master enthalten.
- Ein Master (Platz 1, Teilnehmeradresse 1) und bis zu 7 weitere „intelligente" oder „nicht intelligente"Teilnehmer. Jeder „intelligente" Teilnehmer hat ein Programm.

→ Abschnitt „easyNet, Netzwerkverbindung „Durch das Gerät schleifen"", Seite 1-64

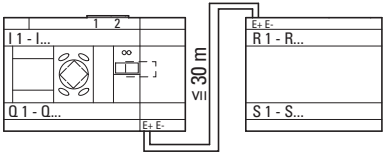
Schalten, Steuern, Visualisieren
Projektieren easyRelay, MFD-Titan

Zentrale und dezentrale Erweiterung easy



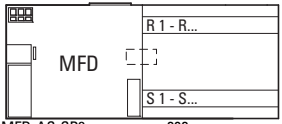
zentrale Erweiterung

easy700 easy202…
easy800 easy410…
easy618…, easy620…



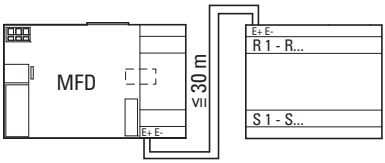
dezentrale Erweiterung

easy700 easy200 easy410…
easy800 easy618…, easy620…



zentrale Erweiterung

MFD-AC-CP8… easy202…
MFD-CP8… easy410…
MFD-CP10… easy618…, easy620…



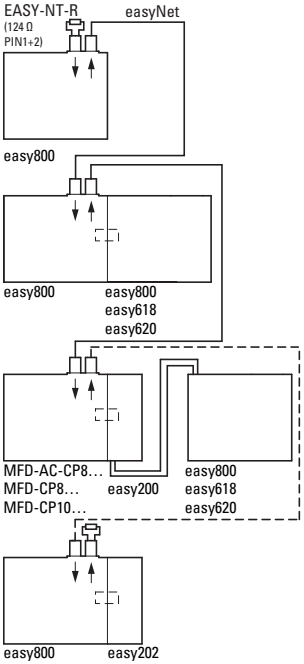
dezentrale Erweiterung

MFD-AC-CP8… easy200 easy410…
MFD-CP8… easy618…
MFD-CP10… easy620…

EASY-LINK-DS

Schalten, Steuern, Visualisieren
Projektieren easyRelay, MFD-Titan

easyNet, Netzwerkverbindung „Durch das Gerät schleifen“



EASY-LINK-DS

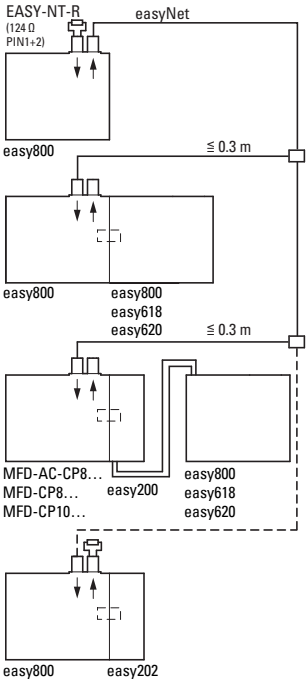
Geografischer Ort, Platz[1]	Teilnehmer Beispiel 1	Beispiel 2
1	1	1
2	2	3
3	3	8
8	8	2

[1] Der geografische Ort/Platz 1 hat **immer** die Teilnehmeradresse 1.

- Adressierung der Teilnehmer:
  - Automatische Adressierung vom Teilnehmer 1 oder über die easySoft… vom PC, **geografischer Ort = Teilnehmer**,
  - Einzeladressierung am entsprechenden Teilnehmer oder über easySoft… an jedem Teilnehmer, **geografischer Ort und Teilnehmer können unterschiedlich sein**.
- Die max. Gesamtlänge bei easyNet beträgt 1000 m.
- Wird easyNet unterbrochen oder ist ein Teilnehmer nicht betriebsbereit, ist das Netzwerk ab der Unterbrechungsstelle nicht mehr aktiv.
- Leitung 4-adrig ungeschirmt, je zwei Adern verdrillt. Wellenwiderstand des Kabels muss 120 Ω betragen.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Projektieren easyRelay, MFD-Titan

easyNet, Netzwerkverbindung „T-Stück mit Stichleitung“



Geografischer Ort, Platz[1]	Teilnehmer Beispiel 1	Beispiel 2
1	1	1
2	2	3
3	3	8
8	8	2

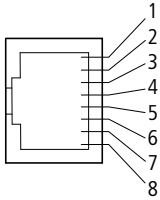
[1] Der geografische Ort/Platz 1 hat **immer** die Teilnehmeradresse 1.

- Adressierung der Teilnehmer:
  – Einzeladressierung am entsprechenden Teilnehmer oder über easySoft… an jedem Teilnehmer.
- Die max. Gesamtlänge, inklusive Stichleitung bei easyNet beträgt 1000 m.
- Die max. Länge der Stichleitung vom T-Stück zur easy800 oder zum MFD beträgt 0,30 m.
- Wird easyNet zwischen T-Stück und Teilnehmer unterbrochen, oder ist ein Teilnehmer nicht betriebsbereit, ist das Netzwerk zu den verbleibenden Teilnehmern weiter aktiv.
- Leitung 4-adrig ungeschirmt, je zwei Adern verdrillt. Drei Adern werden benötigt. Wellenwiderstand des Kabels muss 120 Ω betragen.

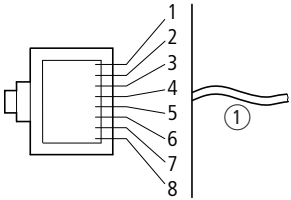
Netzwerkanschluss easyNet

Buchsen RJ45 und Stecker

Anschlussbelegung der Buchse RJ45 am easy und MFD.



Anschlussbelegung des Steckers RJ45 am easy, MFD(-AC)-CP8/CP10….



① Leitungseinführungsseite
8-poliger RJ45, EASY-NT-RJ45

Belegung bei easyNet

PIN 1; ECAN_H; Datenleitung; Leitungspaar A
PIN 2; ECAN_L; Datenleitung; Leitungspaar A
PIN 3; GND; Masseleitung; Leitungspaar B
PIN 4; SEL_IN; Selektleitung; Leitungspaar B

Konfektionierte Leitungen, RJ45-Stecker an beiden Seiten

Aufbau der Netzwerkleitung für easyNet

Der Wellenwiderstand muss 120 Ω betragen.

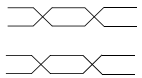
Die Netzwerkleitung benötigt kein Abschirmgeflecht.

Wird dennoch ein Abschirmgeflecht verwendet, sollte es mit „PE“ verbunden werden.

Hinweis

Kabellängen und Querschnitte → Tabelle, Seite 1-68.

Der minimale Betrieb mit easyNet funktioniert mit den Leitungen ECAN_H, ECAN_L, GND. Die SEL_IN-Leitung dient allein der automatischen Adressierung.



A	1	ECAN_H
A	2	ECAN_L
B	3	GND (Ground)
B	4	SEL_IN

Busabschlusswiderstand

Beim geographisch ersten und letzten Teilnehmer im Netzwerk muss der Busabschlusswiderstand angeschlossen (gesteckt) werden:

- Wert des Busabschlusswiderstandes 124 Ω,
- Anschluss an PIN 1 und PIN 2 des RJ45-Steckers,
- Abschlussstecker: EASY-NT-R.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Projektieren easyRelay, MFD-Titan

Leitungslänge [cm]	Typbezeichnung
30	EASY-NT-30
80	EASY-NT-80
150	EASY-NT-150

Frei konfektionierbare Leitungen
100 m, 4 x 0,14 mm²; paarweise verdrillt:
EASY-NT-CAB

RJ45-Stecker:
EASY-NT-RJ45

Crimpzange für RJ45-Stecker:
EASY-RJ45-TOOL.

Querschnitt bei bekannter Leitungslänge berechnen
Für die bekannte maximale Ausdehnung des Netzwerkes wird der minimale Querschnitt ermittelt.

l = Länge der Leitung in m
S_{min} = minimaler Leitungsquerschnitt in mm²
ρ_{cu} = spezifischer Widerstand von Kupfer, falls nicht anders angegeben: 0,018 Ωmm²/m

$$S_{min} = \frac{l \times \rho_{cu}}{12,4}$$

Hinweis
Wenn das Ergebnis der Berechnung keinen Normquerschnitt ergibt, nehmen Sie den nächst größeren Querschnitt.

Leitungslänge bei bekanntem Querschnitt berechnen
Für einen bekannten Leitungsquerschnitt wird die maximale Leitungslänge berechnet.

l_{max} = Länge der Leitung in m
S = Leitungsquerschnitt in mm²
ρ_{cu} = spezifischer Widerstand von Kupfer, falls nicht anders angegeben: 0,018 Ωmm²/m

$$l_{max} = \frac{S \times 12,4}{\rho_{cu}}$$

Schalten, Steuern, Visualisieren
Projektieren easyRelay, MFD-Titan

Zulässige Netzwerklängen bei easyNet

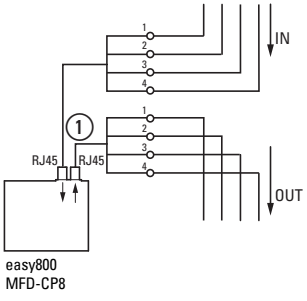
Leitungslänge easyNet gesamt	Übertragungs-geschwindigkeit	Leitungsquerschnitte genormt		Busleitung Mindest-Leitungs-querschnitt
		EN	AWG	
m	kBaud	mm^2		mm^2
≦ 6	≦ 1000	0,14	26	0,10
≦ 25	≦ 500	0,14	26	0,10
≦ 40	≦ 250	0,14	26	0,10
≦ 125	≦ 125[1)]	0,25	24	0,18
≦ 175	≦ 50	0,25	23	0,25
≦ 250	≦ 50	0,38	21	0,36
≦ 300	≦ 50	0,50	20	0,44
≦ 400	≦ 20	0,75	19	0,58
≦ 600	≦ 20	1,0	17	0,87
≦ 700	≦ 20	1,5	17	1,02
≦ 1 000	= 10	1,5	15	1,45

1) Werkseinstellung

Schalten, Steuern, Visualisieren
Projektieren easyRelay, MFD-Titan

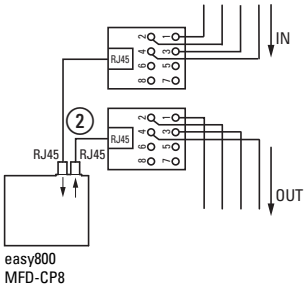
Netzwerkanschluss bei Leitungsquerschnitten > 0,14 mm², AWG26

Netzwerkverbindung „durch das Gerät schleifen“
Beispiel A, mit Klemmen



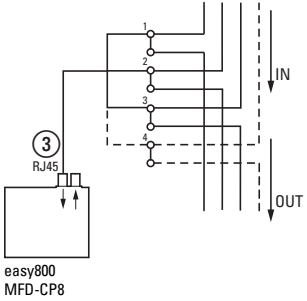
① Empfehlung ≦ 0,3 m

Beispiel B, mit Übergabeelement



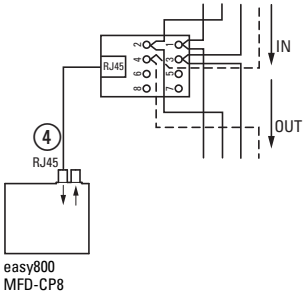
② Empfehlung ≦ 0,3 m (EASY-NT-30)

Netzwerkverbindung „T-Stück mit Stichleitung“
Beispiel A, mit Klemmen



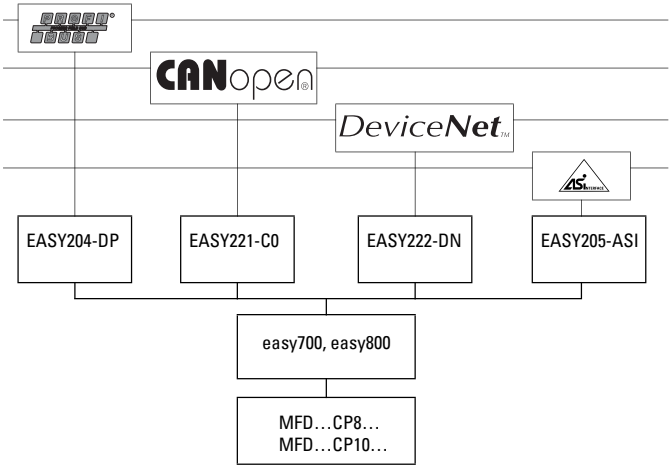
③ ≦ 0,3 m (3-adrig)

Beispiel B, mit Übergabeelement



④ ≦ 0,3 m (EASY-NT-30)

Netzwerkmodule



Ein Netzwerkmodul kann mit easy700, easy800 oder MFD(-AC)-CP8… verbunden werden. Das Netzwerkmodul ist als Slave in die Konfiguration einzubinden.

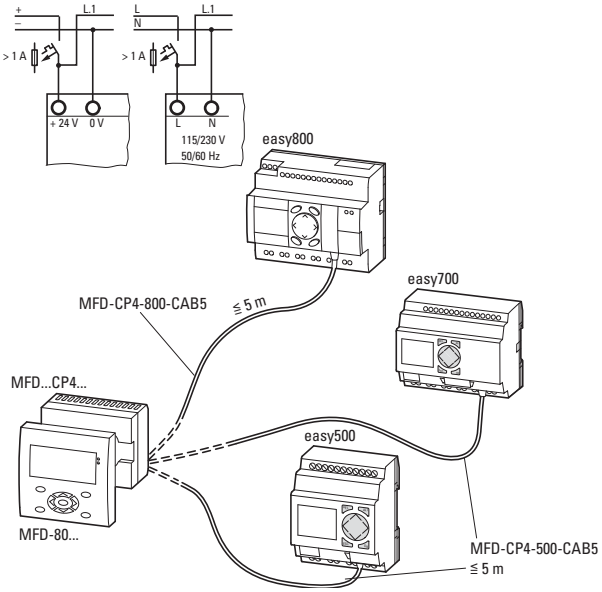
Die Erweiterung der Ein- und Ausgangspunkte über easyNet ist möglich (→ Abschnitt „easyNet, Netzwerkverbindung „T-Stück mit Stichleitung"", Seite 1-65 und → Abschnitt „easyNet, Netzwerkverbindung „T-Stück mit Stichleitung"", Seite 1-65).

Weitere Informationen finden Sie in den zugehörigen Handbüchern:

- MN05013003Z-DE
  easy500, easy700, Steuerrelais,
- MN04902001Z-DE
  easy800, Steuerrelais,
- MN05002001Z-DE
  MFD-Titan, Multi-Funktions-Display,
- MN05013005Z-DE
  EASY204-DP,
- MN05013008Z-DE
  EASY221-CO,
- MN05013007Z-DE
  EASY222-DN.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Projektieren easyRelay, MFD-Titan

Abgesetztes Display in Schutzart IP65



Auf dem „abgesetzten Display“ MFD-80… wird die Display-Anzeige des easyRelay abgebildet.

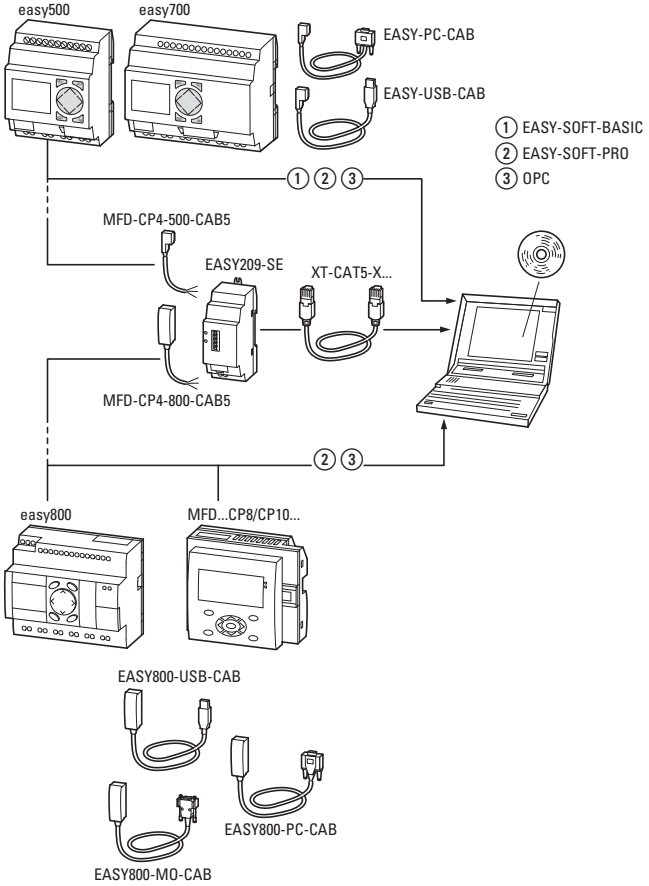
Mit MFD-80-B kann easyRelay auch bedient werden.

Zum Betrieb des „abgesetzten Displays“ ist keine zusätzliche Software und keine Programmierung notwendig.

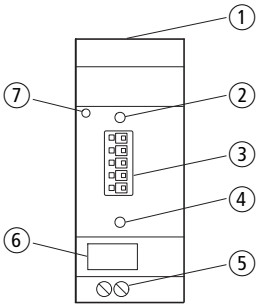
Das Verbindungskabel MFD-CP4-…-CAB5 kann gekürzt werden.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Projektieren easyRelay, MFD-Titan

Kommunikationsverbindungen easy

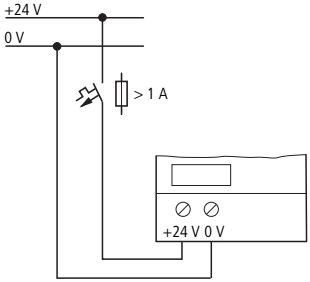


Standardanschluss EASY209-SE

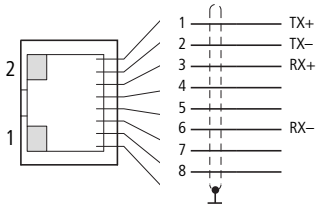


① Ethernet-Anschluss (RJ45-Buchse)
② Status-LED (POW/RUN)
③ COM-Anschluss, Federklemme 5-polig
④ RESET-Taster
⑤ Spannungsversorgung Gerät 24 V DC
⑥ Gerätekennzeichnungsschild
⑦ Zugentlastung

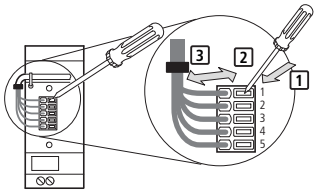
24-V-Anschluss



Ethernet-Anschluss

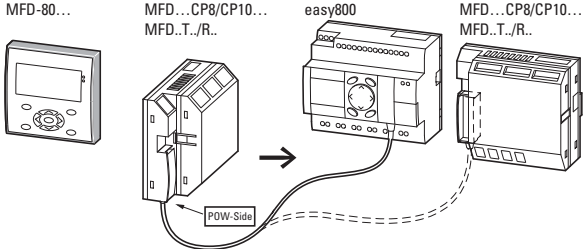


COM-Anschluss



1 drücken – 2 stecken – 3 entfernen
1 = grau
2 = braun
3 = gelb
4 = weiß
5 = grün

COM-LINK-Verbindung



Der COM-LINK ist eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung mittels serieller Schnittstelle. Über diese Schnittstelle wird der Status von Ein-und Ausgängen gelesen sowie Merkerbereiche gelesen und geschrieben. Zwanzig Merker-Doppelworte lesen oder schreiben sind möglich. Lesen und Schreiben sind frei wählbar. Diese Daten können Sie für die Sollwertvergabe oder Anzeigefunktionen verwenden.

Die Teilnehmer des COM-LINK unterscheiden sich in ihren Aufgaben. Der aktive Teilnehmer ist immer ein MFD…CP8/CP10… und steuert die gesamte Schnittstelle.

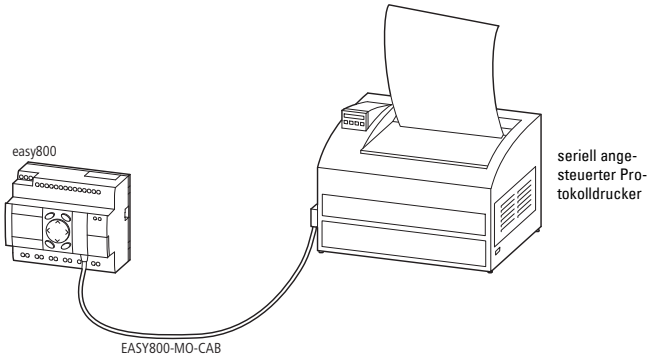
Remote-Teilnehmer können ein easy800 oder ein MFD…CP8/CP10… sein. Der Remote-Teilnehmer antwortet auf die Anforderungen des aktiven Teilnehmers. Er erkennt nicht den Unterschied, ob der COM-LINK aktiv ist oder ein PC mit der EASY-SOFT-PRO die Schnittstelle benutzt.

Die Teilnehmer des COM-LINK können zentral oder dezentral mit easy-Erweiterungsgeräten ergänzt werden.

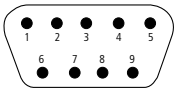
Der Remote-Teilnehmer kann auch ein Teilnehmer im easyNet sein.

Anschluss und Betrieb der easy800 am seriellen Protokolldrucker

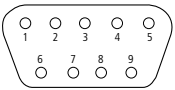
Mit Hilfe eines SP-Bausteins (SP = serielles Protokoll) können Sie Daten direkt über die serielle PC-Schnittstelle auf der Frontseite des Gerätes an einen Protokolldrucker senden. Mehr Informationen hierzu finden Sie in der Hilfe der EASY-SOFT-PRO.



Pinbelegung EASY800-MO-CAB:



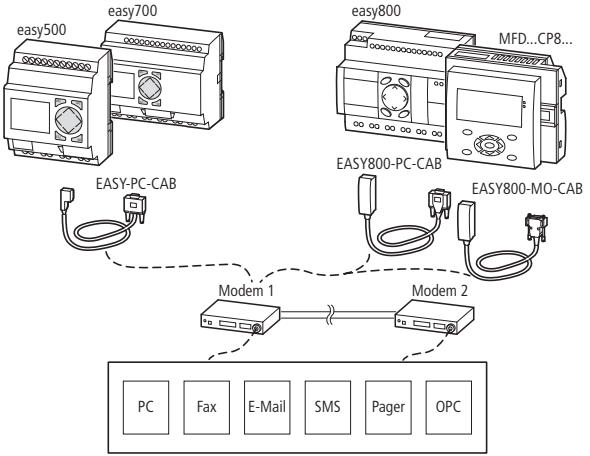
2 weiß T x D
3 braun R x D
5 grün GND



Informationen zu EASY800-MO-CAB siehe auch Montageanweisung IL05013021Z.

1

Anschluss und Modembetrieb mit easy oder MFD

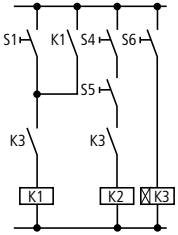


Informationen zu EASY800-MO-CAB siehe auch Montageanweisung IL05013021Z.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Programmieren easyRelay, MFD-Titan

Verknüpfen statt verdrahten

Stromlaufpläne bilden die Basis aller elektrotechnischen Anwendungen. In der praktischen Umsetzung werden Schaltgeräte miteinander verdrahtet. Mit dem Steuerrelais easy geht das ganz einfach per Tastendruck bzw. mit der komfortablen easySoft am PC. Einfache Menüführung mit vielen Sprachen erleichtert die Eingabe. Das spart Zeit und somit Kosten. easy und MFD-Titan sind die Profis für den Weltmarkt.



Kontakte, Spulen, Funktionsbausteine, Operanden

Operand	Beschreibung	easy500, easy700	easy800	MFD(-AC)-CP8… MFD(-AC)-CP10…
I	Bit-Eingang Basisgerät	x	x	x
nI	Bit-Eingang Basisgerät über easyNet	–	x	x
IA	Analogeingang	x	x	x
R	Bit-Eingang Erweiterungsgerät[1)]	x	x	x
nR	Bit-Eingang Erweiterungsgerät über easyNet	–	x	x
Q	Bit-Ausgang Basisgerät	x	x	x
nQ	Bit-Ausgang Basisgerät über easyNet	–	x	x
QA	Analogausgang	–	×	x
S	Bit-Ausgang Erweiterungsgerät	x	x	x
nS	Bit Ausgang Erweiterungsgerät über easyNet	–	x	x
ID	Diagnosemelder	–	x	x
1ID	Diagnosemelder COM-Link	–	–	x
LE	Bit-Ausgang Displaybeleuchtung + Frontplatten-LEDs	–	–	x
M	Merker	x	x	x
1M	Merker COM-Link	–	–	x
MB	Merker-Byte	–	x	x
MD	Merker-Doppelwort	–	x	x
MW	Merker-Wort	–	x	x
1MB/1MW /1MD	Merker-Operand COM-Link	–	–	x
N	Merker	x	–	–
P	P-Tasten	x	x	x

Schalten, Steuern, Visualisieren
Programmieren easyRelay, MFD-Titan

Operand	Beschreibung	easy500, easy700	easy800	MFD(-AC)-CP8… MFD(-AC)-CP10…
:	Sprung	x	x	x
nRN	Bit Eingang über easyNet	–	x	x
nSN	Bit Ausgang über easyNet	–	x	x
A	Analogwertvergleicher	x	x	x
AR	Arithmetik	–	x	×
BC	Blockvergleich	–	×	x
BT	Blocktransfer	–	x	x
BV	Boolesche Verknüpfung	–	×	x
C	Zählrelais	×	×	x
CF	Frequenzzähler	x[2)]	×	x
CH	Hochgeschwindigkeitszähler	x[2)]	×	x
CI	Inkrementalwertzähler	–	×	x
CP	Vergleicher	–	×	x
D	Textanzeige	x	x	–
DB	Datenbaustein	–	x	x
DC	PID-Regler	–	×	x
FT	PT1-Signalglättungsfilter	–	×	x
GT	Wert aus dem easyNet holen	–	×	x
H/HW	(Uhr)/Wochenzeitschaltuhr	×	×	x
Y/HY	Jahreszeitschaltuhr	×	×	x
JC	Bedingter Sprung	–	x	x
LB	Sprungmarke	–	x	x
LS	Wertskalierung	–	x	x
Z/MR	Masterreset	x	x	x
MX	Datenmultiplexer	–	x	–
NC	Zahlenwandler	–	×	x
O/OT	Betriebsstundenzähler	×	×	x
PO	Impulsausgabe	–	x	–
PW	Pulsweitenmodulation	–	×	x
SC	Uhr über Netz synchronisieren	–	×	x
ST	Sollzykluszeit	–	×	x
SP	Serielles Protokoll	–	x	–
SR	Schieberegister	–	x	x
T	Zeitrelais	×	×	x
TB	Tabellenfunktion	–	x	x
VC	Wertbegrenzung	–	×	x

1) Bei easy700, easy800 und MFD…CP8/CP10… n = Net-Teilnehmernummer 1…8

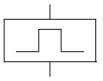
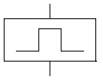
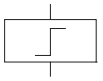
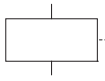
2) Bei easy500 und easy700 als Betriebsart parametrierbar.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Programmieren easyRelay, MFD-Titan

Spulenfunktionen

Das Schaltverhalten der Relaisspulen wird über die zu wählende Spulenfunktion bestimmt. Die aufgeführten Funktionen sollten je Relaisspule nur einmal im Schaltplan verwendet werden.

Nicht belegte Ausgänge Q und S können ebenfalls wie Merker M und N verwendet werden.

Schaltplan-Darstellung	easy-Anzeige	Spulenfunktion	Beispiel
	[	Schützfunktion	[Q1, [D2, [S4, [:1, [M7
	]	Schützfunktion mit negiertem Ergebnis	]Q1,]D2,]S4
	↓	Zyklusimpuls bei negativer Flanke	↓Q3, ↓M4, ↓D8, ↓S7
	↑	Zyklusimpuls bei positiver Flanke	↑Q4, ↑M5, ↑D7, ↑S3
	⎍	Stromstoßfunktion	⎍Q3, ⎍M4, ⎍D8, ⎍S7
	S	Setzen (Verklinken)	SQ8, SM2, SD3, SS4
	R	Rücksetzen (Entklinken)	RQ4, RM5, RD7, RS3

Schalten, Steuern, Visualisieren
Programmieren easyRelay, MFD-Titan

Parametersatz für Zeiten

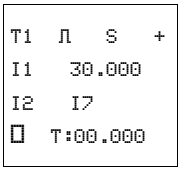
Parameter	Schaltfunktion
X	Ansprechverzögert schalten
?X	Ansprechverzögert mit Zufallszeitbereich schalten
▮	Rückfallverzögert schalten
?▮	Rückfallverzögert mit Zufallszeitbereich schalten
X▮	Ansprech- und rückfallverzögert schalten
?X▮	Ansprech- und rückfallverzögert mit Zufallszeit schalten
⎍	Impulsformend schalten
⎎	Blinkend schalten

Mögliche Spulenfunktionen:

- Trigger = TT..
- Rücksetzen = RT..
- Halt = HT..

Beispiel anhand der EASY512
Ausgehend vom Programm können Sie folgende Parameter einstellen:

- Schaltfunktion,
- Zeitbereich,
- Parameteranzeige,
- Zeitsollwert 1 und
- Zeitsollwert 2.



T1 Relais-Nr.
I1 Zeitsollwert 1
I2 Zeitsollwert 2
☐ Schaltzustand Ausgang:
☐ Schließer offen,
▮ Schließer geschlossen
⎍ Schaltfunktion
S Zeitbereich
\+ Parameteranzeige
30.000 Konstante als Wert, z. B. 30 s
I7 Variable, z. B. Analogwert I7
T:00.000 Istzeit

Schalten, Steuern, Visualisieren
Programmieren easyRelay, MFD-Titan

Parameter	Zeitbereich und Sollzeit	Auflösung
S 00.000	Sekunden: 0,000 bis 99.999 s	easy500, easy700 10 ms easy800, MFD…CP8/CP10… 5 ms
M:S 00:00	Minuten : Sekunden 00:00 bis 99:59	1 s
H:M 00:00	Stunden : Minuten, 00:00 bis 99:59	1 Min.

Parametersatz	über Menüpunkt „Parameter" anzeigen
+	Aufruf möglich
–	Aufruf gesperrt

Grundschaltungen

Der Schaltplan von easy wird in Kontaktplantechnik eingegeben. Dieses Kapitel enthält einige Schaltungen, die Ihnen als Anregung für Ihre eigenen Schaltpläne dienen sollen.

Die Werte in den Logiktabellen bedeuten für Schaltkontakte

0 = Schließer offen, Öffner geschlossen
1 = Schließer geschlossen, Öffner offen

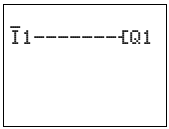
Für Relaisspulen Qx

0 = Spule nicht erregt
1 = Spule erregt

Hinweis
Die Darstellungen der Beispiele beziehen sich auf easy500 und easy700. Bei easy800 und MFD…CP8/CP10… stehen vier Kontakte und eine Spule pro Pfad zur Verfügung.

Negation
Negation bedeutet, dass der Kontakt bei Betätigung nicht schließt sondern öffnet (NICHT-Schaltung).

Im easy-Schaltplan tauschen Sie mit der **ALT**-Taste Öffner und Schließer.



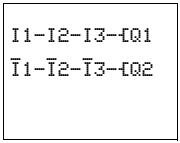
Logiktabelle

I1	Q1
1	0
0	1

Schalten, Steuern, Visualisieren
Programmieren easyRelay, MFD-Titan

Reihenschaltung

Q1 wird mit einer Reihenschaltung von drei Schließern angesteuert (UND-Schaltung).



Q2 wird mit einer Reihenschaltung von drei Öffnern angesteuert (NAND-Schaltung).

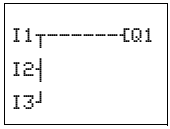
Im easy-Schaltplan können Sie für easy500 und easy700 bis zu drei Schließer oder Öffner in einem Strompfad in Reihe schalten. Müssen Sie mehr Schließer in Reihe schalten, benutzen Sie Hilfsrelais M.

Logiktabelle

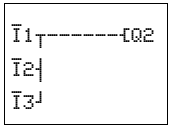
I1	I2	I3	Q1	Q2
0	0	0	0	1
1	0	0	0	0
0	1	0	0	0
1	1	0	0	0
0	0	1	0	0
1	0	1	0	0
0	1	1	0	0
1	1	1	1	0

Parallelschaltung

Q1 wird mit einer Parallelschaltung von mehreren Schließern angesteuert (ODER-Schaltung).



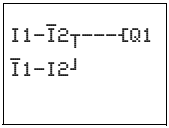
Eine Parallelschaltung von Öffnern steuert Q2 an (NOR-Schaltung).



Logiktabelle

I1	I2	I3	Q1	Q2
0	0	0	0	1
1	0	0	1	1
0	1	0	1	1
1	1	0	1	1
0	0	1	1	1
1	0	1	1	1
0	1	1	1	1
1	1	1	1	0

Wechselschaltung



Eine Wechselschaltung wird in easy mit zwei Reihenschaltungen, die zu einer Parallelschaltung zusammengefasst werden, realisiert (XOR).

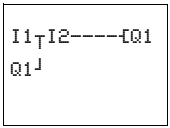
XOR ist die Abkürzung von e**x**klusiv **O**der-Schaltung. Nur wenn genau ein Kontakt eingeschaltet ist, ist die Spule erregt.

Logiktabelle

I1	I2	Q1
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Selbsthaltung

S1 Schließer an I1
S2 Öffner an I2



Eine Kombination aus Reihen- und Parallelschaltung wird zu einer Selbsthaltung verdrahtet.

Die Selbsthaltung wird durch den Kontakt Q1 erzeugt, der parallel zu I1 liegt. Wenn I1 betätigt und wieder geöffnet wird, übernimmt der Kontakt Q1 den Stromfluss so lange, bis I2 betätigt wird.

Logiktabelle

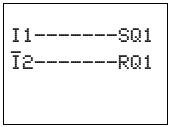
I1	I2	Kontakt Q1	Spule Q1
0	0	0	0
1	0	0	0
0	1	0	0
1	1	0	1
1	0	1	0
0	1	1	1
1	1	1	1

Die Selbsthalteschaltung wird zum Ein- und Abschalten von Maschinen eingesetzt. Eingeschaltet wird die Maschine an den Eingangsklemmen über den Schließer S1, ausgeschaltet über den Öffner S2.

S2 öffnet die Verbindung zur Steuerspannung, um die Maschine auszuschalten. Dadurch ist sichergestellt, dass die Maschine auch bei Drahtbruch abgeschaltet werden kann. I2 ist im unbetätigten Zustand immer eingeschaltet.

Alternativ kann die Selbsthaltung mit Drahtbruchüberwachung auch mit den Spulenfunktionen Setzen und Rücksetzen aufgebaut werden.

S1 Schließer an I1
S2 Öffner an I2



Schalten, Steuern, Visualisieren
Programmieren easyRelay, MFD-Titan

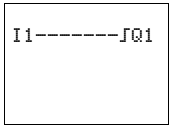
Wird I1 eingeschaltet, verklinkt die Spule Q1. I2 kehrt das Öffnersignal von S2 um und schaltet erst dann durch, wenn S2 betätigt wird und damit die Maschine abgeschaltet werden soll oder wenn ein Drahtbruch auftritt.

Halten Sie die Reihenfolge ein, in der die beiden Spulen im easy-Schaltplan verdrahtet sind: Erst die S-Spule, danach die R-Spule verdrahten. Die Maschine wird beim Betätigen von I2 auch dann ausgeschaltet, wenn I1 weiter eingeschaltet ist.

Stromstoßschalter

Ein Stromstoßschalter wird häufig für Lichtsteuerungen wie z. B. für die Treppenhausbeleuchtung eingesetzt.

S1 Schließer an I1



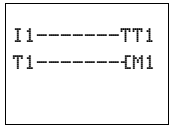
Logiktabelle

I1	Zustand Q1	Q1
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Ansprechverzögertes Zeitrelais

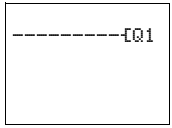
Die Ansprechverzögerung kann genutzt werden, um kurze Impulse auszublenden oder um mit dem Starten einer Maschine eine weitere Bewegung zeitverzögert einzuleiten.

S1 Schließer an I1



Dauerkontakt

Um eine Relaisspule ständig an Spannung zu legen, verdrahten Sie eine Verbindung über alle Kontaktfelder von der Spule nach ganz links.

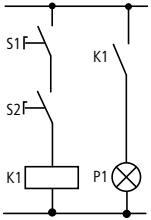


Logiktabelle

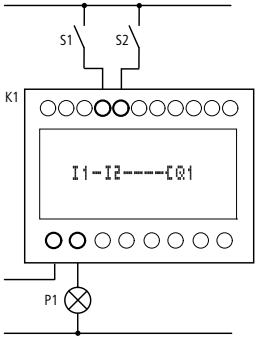
---	Q1
1	1

Kontakte und Relais verdrahten

Fest verdrahtet

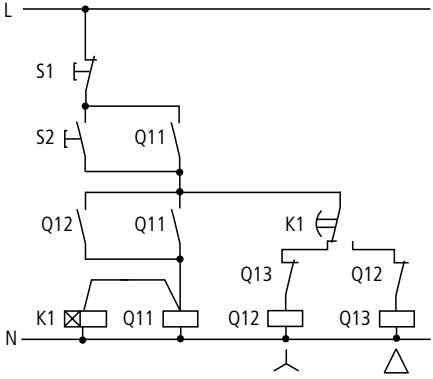


Mit easy verdrahten

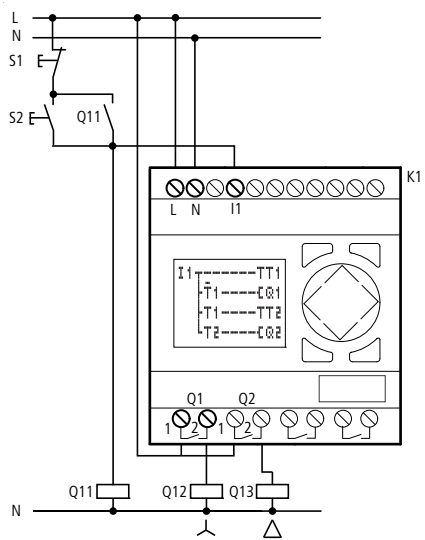


Stern-/Dreieckanlauf

Mit easy können Sie zwei Stern-Dreieck-Schaltungen realisieren. Der Vorteil von easy ist, dass Sie die Umschaltzeit zwischen Stern-/Dreieckschütz sowie die Wartezeit zwischen dem Abschalten Sternschütz/Einschalten Dreieckschütz frei wählen können.

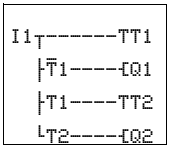


Schalten, Steuern, Visualisieren
Programmieren easyRelay, MFD-Titan



Funktion des easy-Schaltplans

Start/Stopp der Schaltung mit den externen Tastern S1und S2. Das Netzschütz startet die Zeitrelais in easy.



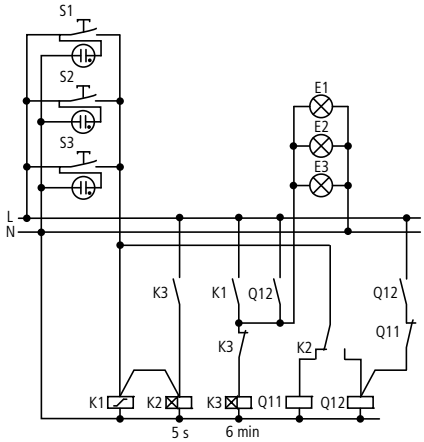
I1: Netzschütz eingeschaltet
Q1: Sternschütz EIN
Q2: Dreieckschütz EIN
T1: Umschaltzeit Stern-Dreieck (10 bis 30 s)
T2: Wartezeit zwischen Stern aus, Dreieck an (30, 40, 50, 60 ms)

Wenn in Ihrem easy eine Schaltuhr eingebaut ist, können Sie den Stern-Dreieck-Anlauf mit der Schaltuhr kombinieren. In dem Fall schalten Sie das Netzschütz auch über easy.

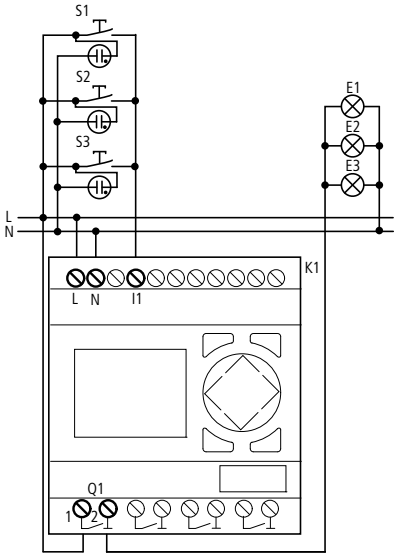
Schalten, Steuern, Visualisieren
Programmieren easyRelay, MFD-Titan

Treppenhausbeleuchtung

Für eine konventionelle Schaltung benötigen Sie mindestens fünf Teilungseinheiten im Verteiler, d. h. ein Stromstoßschalter, zwei Zeitrelais, zwei Hilfsrelais. easy benötigt vier Teilungseinheiten. Mit fünf Anschlüssen und dem easy-Schaltplan ist die Treppenhausbeleuchtung funktionsfähig.



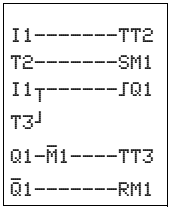
Wichtiger Hinweis
Mit einem easy-Gerät können vier dieser Treppenhausschaltungen realisiert werden.



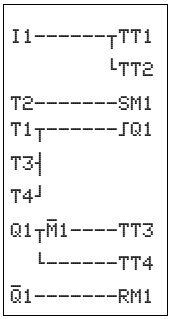
Taster kurz betätigt	Licht EIN oder AUS, Stromstoßschalter-Funktion schaltet auch bei Dauerlicht aus.
Licht nach 6 min. aus	Automatisch auschalten, bei Dauerlicht ist diese Funktion nicht aktiv.
Taster länger als 5 s betätigt	Dauerlicht

Schalten, Steuern, Visualisieren
Programmieren easyRelay, MFD-Titan

Der easy-Schaltplan für nebenstehende Funktionen sieht wie folgt aus:



easy-Schaltplan erweitert, nach vier Stunden wird auch das Dauerlicht ausgeschaltet.



Bedeutung der verwendeten Kontakte und Relais

I1: Taster EIN/AUS

Q1: Ausgangsrelais für Licht EIN/AUS

M1: Hilfsrelais, um bei Dauerlicht die Funktion „6 min. automatisch Ausschalten" abzublocken.

T1: Zyklusimpuls zum Ein-Ausschalten von Q1, (⎍, impulsformend mit Wert 00.00 s)

T2: Abfrage, wie lange der Taster betätigt war. War er länger als 5 s betätigt, wird auf Dauerlicht geschaltet. (⧖, ansprechverzögert, Wert 5 s)

T3: Ausschalten bei einer Lichteinschaltzeit von 6 min. (⧖, ansprechverzögert, Wert 6:00 min.)

T4: Auschalten nach 4 Stunden Dauerlicht. (⧖, ansprechverzögert, Wert 4:00 h)

Schalten, Steuern, Visualisieren
Programmieren easyRelay, MFD-Titan

4-fach Schieberegister

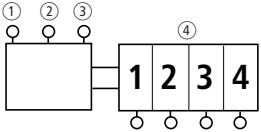
Um eine Information, – z. B. gut/schlecht-Trennung – zwei, drei oder vier Transportschritte weiter zwecks Sortierung der Teile zu speichern, können Sie ein Schieberegister einsetzen.

Für das Schieberegister wird ein Schiebetakt und der Wert (0 oder 1), der geschoben werden soll, benötigt.

Über den Rücksetzeingang des Schieberegister werden nicht mehr benötigte Werte gelöscht. Die Werte im Schieberegister durchlaufen das Register in der Reihenfolge

1., 2., 3., 4. Speicherstelle.

Blockschaltbild des 4-fach Schieberegisters



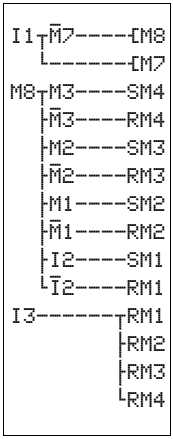
① TAKT
② WERT
③ RESET
④ Speicherstellen

Funktion

Takt	Wert	Speicherstelle			
		1	2	3	4
1	1	1	0	0	0
2	0	0	1	0	0
3	0	0	0	1	0
4	1	1	0	0	1
5	0	0	1	0	0
Reset = 1		0	0	0	0

Belegen Sie den Wert 0 mit dem Informationsinhalt schlecht. Wird das Schieberegister versehentlich gelöscht, werden keine schlechten Teile weiterverwendet.

I1: Schiebetakt (TAKT)
I2: Information (gut/schlecht) zum Schieben (WERT)
I3: Inhalt des Schieberegisters löschen (RESET)
M1: 1. Speicherstelle
M2: 2. Speicherstelle
M3: 3. Speicherstelle
M4: 4. Speicherstelle
M7: Hilfsrelais Zykluswischer
M8: Zykluswischer Schiebetakt



Schiebetakt erzeugen

4. Speicherstelle setzen
4. Speicherstelle löschen
3. Speicherstelle setzen
3. Speicherstelle löschen
2. Speicherstelle setzen
2. Speicherstelle löschen
1. Speicherstelle setzen
1. Speicherstelle löschen
Alle Speicherstellen löschen

Texte und Istwerte anzeigen, Sollwerte anzeigen und editieren

easy500 und easy700 können 16, easy800 kann 32 frei editierbare Texte anzeigen. In diesen Texten können Istwerte von Funktionsrelais wie Zeitrelais, Zähler, Betriebsstundenzähler, Analogwertvergleicher, Datum, Uhrzeit oder skalierte Analogwerte angezeigt werden. Sollwerte von Zeitrelais, Zähler, Betriebsstundenzähler, Analogwertvergleicher können während der Anzeige des Textes am Gerät verändert werden.

Beispiel für eine Textanzeige:

```
SCHALTEN;
STEUERN;
ANZEIGEN;
ALLES EASY!
```

Die Textanzeige besitzt folgende Anzeige-Eigenschaften:

```
LAUFZEIT M:S
T1  :012:46
C1  :0355  ST
PRODUZIERT
```

— Zeile 1, 12 Zeichen
— Zeile 2, 12 Zeichen, ein Sollwert oder Istwert
— Zeile 3, 12 Zeichen, ein Sollwert oder Istwert
— Zeile 4, 12 Zeichen

Die Sollwerte sind editierbar:

- easy500 und easy700: zwei Werte,
- easy800: vier Werte.

Der Textausgabe-Baustein D (D = Display, Textanzeige) wirkt im Schaltplan wie ein normaler Merker M. Wird ein Text zu einem Merker hinterlegt, wird dieser bei Zustand 1 der Spule in der easy-Anzeige angezeigt. Voraussetzung ist, dass sich easy in der Betriebsart RUN befindet und vor der Anzeige des Textes die Statusanzeige angezeigt wurde.

D1 ist als Alarmtext definiert und ist somit vorrangig in der Anzeige der Texte.

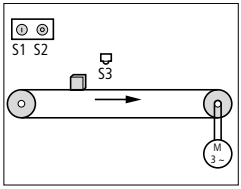
D2 bis D16/D32 werden bei Aktivierung angezeigt. Sind mehrere Anzeigen aktiviert, werden diese nacheinander alls 4 s dargestellt. Wird ein Sollwert editiert, bleibt die entsprechende Anzeige bis zur Wertübernahme angezeigt.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Programmieren easyRelay, MFD-Titan

Visualisieren mit MFD-Titan

Die Visualisierung beim MFD-Titan erfolgt in Masken, die auf dem Display dargestellt werden.

Beispiel einer Maske:



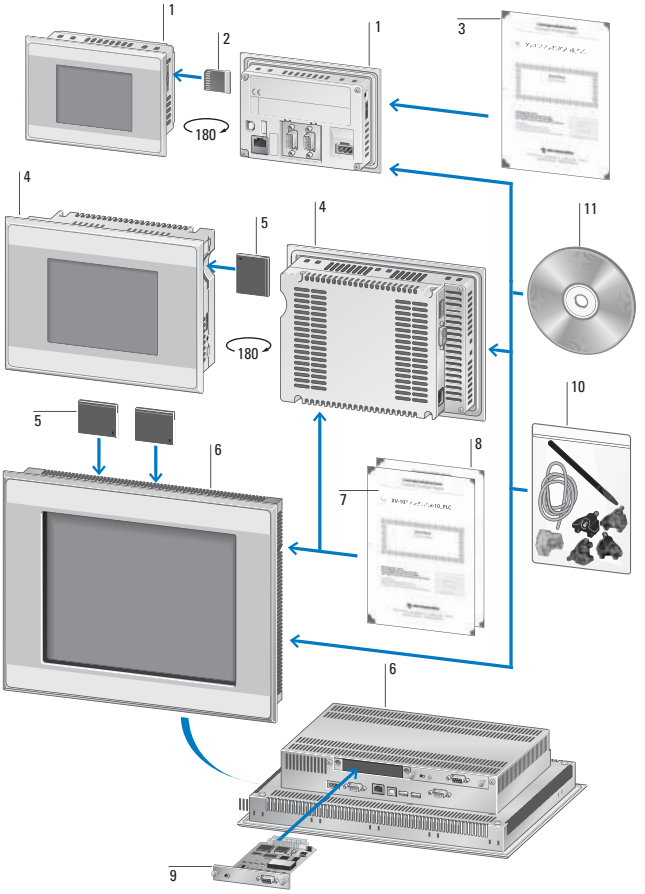
Nachfolgende Maskenelemente können eingebunden werden.

- Grafikelemente
  - Bitanzeige
  - Bitmap
  - Bargraph
  - Meldungsbitmap
- Tasterelemente
  - Rastender Taster
  - Tasterfeld
- Textelemente
  - Statischer Text
  - Meldungstext
  - Maskenmenü
  - Laufschrift
  - Rollierender Text
- Wertanzeigeelemente
  - Datum- und Zeitanzeige
  - Zahlenwert
  - Zeitrelaiswertanzeige
- Werteingabeelemente
  - Werteingabe
  - Zeitrelaiswerteingabe
  - Datum- und Zeiteingabe
  - Wochenschaltuhreingabe
  - Jahresschaltuhreingabe

Schalten, Steuern, Visualisieren

HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System

Systemübersicht



Schalten, Steuern, Visualisieren
HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System

1 XV100 HMI/PLC mit Touchdisplay: Vollgrafische 3,5", 5,7" oder 7"-Widescreen Geräte
2 SD-Speicherkarte
3 XV-Lizenzproduktschein: Erweiterung der Gerätefunktionalität durch Zuweisen von Lizenzpunkten
4 XV200 HMI/PLC mit Touchdisplay: Vollgrafische 5,7"-Geräte
5 CompactFlash-Speicherkarte
6 XV400 HMI/PLC mit Touchdisplay: 5,7", 8,4", 10,4", 12,1", 15" Geräte mit Infrarot- oder Resistiv-Touch
7 XV-Lizenzproduktschein: Erweiterung der Gerätefunktionalität durch Zuweisen von Lizenzpunkten
8 OS Upgrade-Lizenz
9 Kommunikationsbaugruppen für XV400
10 Befestigungssatz
11 Software

Schalten, Steuern, Visualisieren
HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System

Allgemeines



Ob im Maschinen- oder Anlagenbau oder in der Einzelanwendung, ein HMI (Human Machine Interface) oder HMI-PLC (HMI mit SPS-Funktionalität) vereinfacht die Bedienung und entlastet den Bediener.

Touch Panel sorgen für eine übersichtliche, flexible Menüführung in jeder gewünschten Sprache und ermöglichen dem Hersteller den weltweiten Vertrieb seiner Maschinen mit nur einer Hard- und Softwarelösung.

In der Mehrheit werden heute Touch Panel mit Resistiv- und Infrarot-Technologie eingesetzt. Eaton bietet Geräte mit beiden Technologien an.

Beim Resistiv-Touch Panel spannt sich eine leitende Folie über die leitfähig gemachte Bildschirmoberfläche. Die Folie wird durch zahlreiche Isoliernoppen vom Bildschirm getrennt. Erst wenn leichter Druck ausgeübt wird, berührt die Folie an dieser Stelle die Bildschirmoberfläche und es fließt ein Strom. Basierend auf dem Spannungsteilerprinzip ergibt sich ein anderer Strom- bzw. Widerstandswert, je nachdem an welcher Stelle die Folie berührt wird. Auf diese Weise wird die Berührungsstelle eindeutig lokalisiert.

Das Infrarot-Touch Panel arbeitet mit einem Lichtschrankengitter im Infrarotbereich. Jedem Sender sitzt ein Empfänger auf der anderen Seite gegenüber. Der Strahlengang verläuft knapp über der Frontscheibe. Durch die gleichzeitige Unterbrechung mehrerer Infrarotkanäle in X- und Y-Richtung wird die Berührungsposition erkannt und die Schaltfunktion ausgelöst.

Schalten, Steuern, Visualisieren
HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System

Touch-Technologie	Infrarot	Resistiv
Lichtdurchlässigkeit	100 %	70 – 85 %
Bedienbar mit	Finger, Handschuhen	Finger, Handschuhen, Touchpen
Auslösung der Funktion	ohne Druck (Unterbrechen des Lichtschrankengitters)	durch leichten Druck
Displayfront	Glas	Kunststoff-Folie
Gerätefront	Stufe bedingt durch den Infrarotrahmen	vollkommen plan
Empfindlichkeit gegen Kratzer	nein	ja
Beständigkeit gegen Reinigungsmittel und Chemikalien	hoch	mittel
Einsatz in Feuchträumen	ja	ja

Im Automatisierungsbereich kommen Geräte mit Displaygrößen von 3,5" bis 19" zu Einsatz. Eaton bietet Geräteausführungen in Kunststoff und Metall an. Die Front bei den Metallgeräten ist entweder aus Aluminium oder aus Edelstahl.

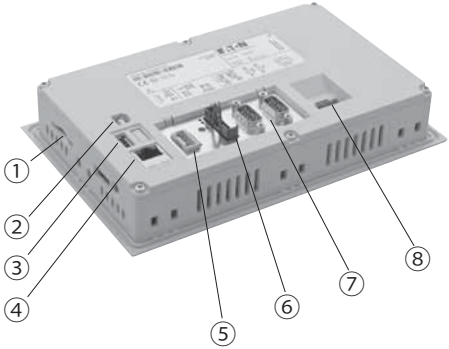
Schutzart frontseitig: IP65

Die meisten Touch Panel lassen sich auch im Portrait-Format (hochkant) einsetzen.



Schalten, Steuern, Visualisieren
HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System

Projektieren



Rückansicht eines 7"-Resistiv-Panels der XV102-Reihe mit Kunststoffgehäuse

① SD-Speicherkarte (Secure Digital Memory Card)
② USB-Device, Seite 1-98
③ USB-Host, Seite 1-98
④ Ethernet-Schnittstelle, Seite 1-99
⑤ 24-V-DC-Stromversorgung POW und AUX (für SmartWire-DT Teilnehmer, Seite 1-99
⑥ SmartWire-DT Schnittstelle (nur bestimmte Gerätetypen), Seite 1-100
⑦ Onboard-Schnittstellen, je nach Gerätetyp:
– RS232, Seite 1-100
– RS485, Seite 1-101
– CAN, Seite 1-102
– PROFIBUS-DP, Seite 1-104
⑧ 24-V-DC-Geräteversorgung, Seite 1-106

② **USB-Device**
Die USB-Device-Schnittstelle unterstützt USB 2.0.



- Kabel
  – Nur USB-Standard-Kabel mit Abschirmung verwenden.
  – Maximale Kabellänge: 5 m.

③ **USB-Host**
Die USB-Host-Schnittstelle unterstützt USB 2.0.



- Kabel
  – Nur USB-Standard-Kabel mit Abschirmung verwenden.
  – Maximale Kabellänge: 5 m.

④ **Ethernet-Schnittstelle**

LINK ACT



LED	Signal	Bedeutung
ACT (gelb)	blinkt	Ethernet ist aktiv (Datenverkehr)
LINK (grün)	leuchtet	Aktives Netz ist zugeschaltet und detektiert

- Kabel
  - Geschirmtes TwistedPair-Kabel (STP) für Vernetzung verwenden
    Für Verbindung von Gerät zu Gerät: ausgekreuztes Kabel (Cross-over-Kabel)
    Für Verbindung zu Hub/Switch: 1:1-Patchkabel
  - Maximale Kabellänge: 100 m.

Ethernet-Schnittstelle gemäß EIA/TIA 568 TSB-36.

⑤ **24-V-DC-Stromversorgung POW und AUX (für SmartWire-DT Teilnehmer)**

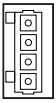
Die POW/AUX-Schnittstelle ist nicht galvanisch getrennt. In einem SmartWire-DT Netzwerk werden folgende Versorgungsspannungen benötigt:

Versorgungsspannung POW:

Die Geräte-Versorgungsspannung für die Elektronik aller SWD-Teilnehmer (15 V DC) wird aus der 24-V-DC-Versorgungsspannung erzeugt, die Sie an den Anschluss POW anlegen.

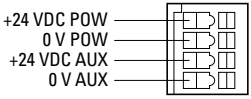
Versorgungsspannung AUX:

Wenn sich Schütze oder Motorstarter in der SWD-Topologie befinden, muss zusätzlich eine 24-V-DC-Spannung AUX als Steuerspannung für die Schützspulen eingespeist werden.



- Verdrahtung

Steckverbinder WAGO, Art.-Nr. 734-104 wird mit dem Gerät geliefert.



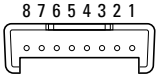
Anschluss	Belegung
+24 V DC POW	U_{Pow} +24 VDC
0 V POW	U_{Pow} 0 V
+24 V DC AUX	U_{Aux} +24 VDC
0 V AUX	U_{Aux} 0 V

Beim Konfektionieren der Verdrahtung des Steckverbinders ist Folgendes zu beachten:

Klemmenart:	Federzug-klemmen
Klemmbare Leiter eindrähtig:	0,2 - 1,5 mm² (AWG24 - 16)
Abisolierlänge:	6 - 7 mm

Für U_{Aux} ist eine externe Absicherung mittels Leitungsschutzschalter 24 V DC notwendig.

⑥ **SmartWire-DT Schnittstelle (nur bestimmte Gerätetypen)**
Die SWD-Schnittstelle ist nicht galvanisch getrennt.



- Verkabelung

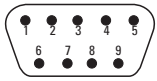
Für den Anschluss des SmartWire-DT Netzwerks ausschließlich folgende Leitungen verwenden:

– SWD-4-100LF8-24 mit den zugehörigen Flachsteckern SWD-4-8MF2 oder
– SWD-4-(3/5/10)F8-24-25 (vorkonfektionierte Leitung)

Eine ausführliche Anleitung für die Montage des Flachsteckers SWD-4-8MF2 finden Sie im Handbuch MN05006002Z-DE, Kapitel „Flachstecker SWD4-8MF2 montieren“.

Die Beschreibung der Projektkonfiguration (SmartWire-DT Konfiguration in XSoft-CoDeSys-2 Projekt) finden Sie im Handbuch MN04802091Z-DE, XSoft-CoDeSys-2: SPS-Programmierung XV100, Kapitel „SmartWire-DT Konfiguration“.

⑦ **RS232**
Die RS232-Schnittstelle ist nicht galvanisch getrennt. Das Gerät kann durch Potenzialunterschiede beschädigt werden. Die GND-Anschlüsse aller Busteilnehmer müssen daher verbunden werden.

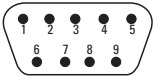


Pin	Signal	Belegung
1	DCD	Data Carrier Detected
2	RxD	Receive Data
3	TxD	Transmit Data
4	DTR	Data Terminal Ready
5	GND	Ground
6	DSR	Data Set Ready
7	RTS	Request to Send
8	CTS	Clear to Send
9	RI	Ring Indicator

- Verdrahtung
  – Es müssen abgeschirmte Kabel eingesetzt werden.
  – Die maximale Baudrate ist von der Leitungslänge abhängig:

Leitungslänge	Max. Baudrate
2,5 m	115200 Bit/s
5 m	57600 Bit/s
10 m	38400 Bit/s
15 m	19200 Bit/s
30 m	9600 Bit/s

⑦ **RS485**
Die RS485-Schnittstelle ist nicht galvanisch getrennt. Das Gerät kann durch Potenzialunterschiede beschädigt werden. Die GND-Anschlüsse aller Busteilnehmer müssen daher verbunden werden.



Pin	Signal	Belegung
1	-	nc
2	-	nc
3	B	Leitung B
4	-	nc
5	GND	Ground
6	-	nc
7	A	Leitung A
8	-	nc
9	-	nc

nc: Pin 1, 2, 4, 6, 8 und 9 dürfen nicht angeschlossen werden.

- Verdrahtung

Es müssen abgeschirmte, verdrillte Zweidrahtleitungen eingesetzt werden.

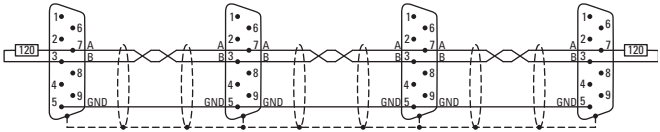
Spezifikation Kabel:	
Nennwellenwiderstand	120 Ω
Zulässiger Wellenwiderstand	108 - 132 Ω

Spezifikation Kabel:	
Max. Leitungslänge	1200 m
Mögliche Baudraten	9600 Bit/s 19200 Bit/s 38400 Bit/s 57600 Bit/s 115200 Bit/s

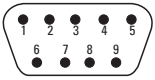
Bei der Konfektionierung darauf achten, dass der Kabelschirm elektrisch gut leitend mit dem Steckergehäuse verbunden ist.

- RS485-Topologie:
  - Ein Bussegment kann maximal 32 Busteilnehmer miteinander verbinden.
  - Mehrere Bussegmente können über Repeater (bidirektionale Verstärker) gekoppelt werden. Genauere Angaben dazu entnehmen Sie den Dokumentationen des Herstellers des Repeaters.
  - Durch den Einsatz von Repeatern kann die maximale Leitungslänge erhöht werden. Genauere Angaben dazu entnehmen Sie den Dokumentationen des Herstellers des Repeaters.
  - Ein Bussegment muss an beiden Enden mit einem Leitungsabschluss (120 Ω) versehen sein. Diese Abschlüsse müssen im Stecker, direkt zwischen Pin 3 und 7, angeschlossen werden.
  - Das Bussegment muss an beiden Enden abgeschlossen sein.
  - Es dürfen nicht mehr als zwei Abschlüsse pro Bussegment vorhanden sein.
  - Der Betrieb ohne korrekten Leitungsabschluss kann zu Übertragungsfehlern führen.

Schalten, Steuern, Visualisieren
HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System



⑦ **CAN**
Die CAN-Schnittstelle ist nicht galvanisch getrennt. Das Gerät kann durch Potenzialunterschiede beschädigt werden. Die GND-Anschlüsse aller Busteilnehmer müssen daher verbunden werden.



Pin	Signal	Belegung
1	-	nc
2	CAN-L	Bus line (dominant low)
3	CAN-GND	CAN Ground
4	-	nc
5	-	nc
6	GND	Optional CAN Ground
7	CAN-H	Bus line (dominant high)
8	-	nc
9	-	nc

Pin 3 (CAN-GND) und 6 (GND) sind intern im Gerät miteinander verbunden.
nc: Pin 1, 4, 5, 8 und 9 dürfen nicht angeschlossen werden.

Die Stromversorgung der CAN-Bus-Treiber erfolgt intern.

Es ist keine Stromversorgung für Fremdgeräte auf den CAN-Stecker geführt.

- Verdrahtung

Es müssen abgeschirmte, verdrillte Zweidrahtleitungen eingesetzt werden.

Spezifikation Kabel:	
Nennwellenwiderstand	120 Ω
Zulässiger Wellenwiderstand	108 - 132 Ω
Kapazitätsbelag	< 60 pF/m
Aderquerschnitt / max. Leitungslänge	≥ 0,25 mm²/100 m
	≥ 0,34 mm²/250 m
	≥ 0,75 mm²/500 m

Schalten, Steuern, Visualisieren
HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System

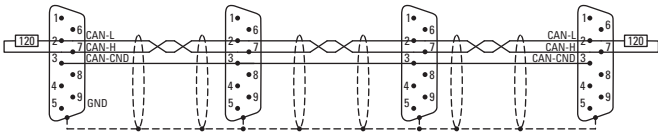
Die maximale Baudrate ist von der Leitungslänge abhängig:

Leitungslänge	Max. Baudrate
25 m	1000 kBit/s
50 m	800 kBit/s
100 m	500 kBit/s
250 m	250 kBit/s
500 m	125 kBit/s
500 m	100 kBit/s
1000 m	50 kBit/s
2500 m	20 kBit/s
5000 m	10 kBit/s

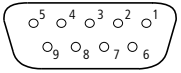
– Bei Kabellängen über 1000 m ist der Einsatz von Repeatern empfehlenswert. Repeater können außerdem zur galvanischen Trennung verwendet werden. Genauere Angaben dazu entnehmen Sie den Dokumentationen des Herstellers des Repeaters.

– Empfehlungen von CiA (CAN in Automation) beachten.
– Bei der Konfektionierung darauf achten, dass der Kabelschirm elektrisch gut leitend mit dem Steckergehäuse verbunden ist.

• CAN-Bus-Topologie
  – Ein Bussegment kann maximal 32 Busteilnehmer miteinander verbinden.
  – Mehrere Bussegmente können über Repeater (bidirektionale Verstärker) gekoppelt werden. Genauere Angaben dazu entnehmen Sie den Dokumentationen des Herstellers des Repeaters.
  – Ein Bussegment muss an beiden Enden mit einem Leitungsabschluss (120 Ω) versehen sein. Diese Abschlüsse müssen im Stecker, direkt zwischen Pin 2 und 7, angeschlossen werden.
  – Das Bussegment muss an beiden Enden abgeschlossen sein.
  – Es dürfen nicht mehr als zwei Abschlüsse pro Bussegment vorhanden sein.
  – Der Betrieb ohne korrekten Leitungsabschluss kann zu Übertragungsfehlern führen.



⑦ **PROFIBUS-DP**
Die PROFIBUS-Schnittstelle ist nicht galvanisch getrennt. Das Gerät kann durch Potenzialunterschiede beschädigt werden. Die GND-Anschlüsse aller Busteilnehmer müssen daher verbunden werden.



Pin	Signal	Belegung
1	-	nc
2	-	nc
3	B	EIA RS485-Leitung B
4	RTSAS	Ausgang zur Steuerung eines Repeaters
5	M5EXT	Ausgang 0 V für externen Abschluss
6	P5EXT	Ausgang 5 V für externen Abschluss
7	-	nc
8	A	EIA RS485-Leitung A
9	-	nc

Pin 6 (5 V) darf nicht als Stromversorgung für externe Geräte verwendet werden.

- Verdrahtung

Es müssen abgeschirmte, verdrillte Zweidrahtleitungen, Leitungstyp A (entsprechend PROFIBUS-Norm EN 50170) eingesetzt werden.

Spezifikation Kabel:	
Nennwellenwiderstand	150 Ω
Zulässiger Wellenwiderstand	135 - 165 Ω
Kapazitätsbelag	< 30 pF/m
Schleifenwiderstand	< 110 Ω/km
Adernquerschnitt	≥ 0,34 mm² (22 AWG)

Die maximale Baudrate ist von der Leitungslänge abhängig:

Leitungslänge	Max. Baudrate
200 m	1500 kBit/s
400 m	500 kBit/s
1000 m	187,5 kBit/s
1200 m	≤ 93,75 kBit/s

Bei der Konfektionierung darauf achten, dass der Kabelschirm elektrisch gut leitend mit dem Steckergehäuse verbunden ist.

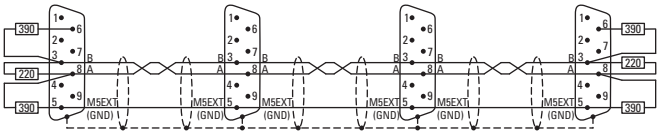
- PROFIBUS-Topologie
  - Ein Bussegment kann maximal 32 Busteilnehmer miteinander verbinden.
  - Mehrere Bussegmente können über Repeater (bidirektionale Verstärker) gekoppelt werden. Genauere Angaben dazu entnehmen Sie den Dokumentationen des Herstellers des Repeaters.

Hinweis:
Durch den Einsatz von Repeatern kann die maximale Leitungslänge erhöht werden. Genauere Angaben dazu entnehmen Sie den Dokumentationen des Herstellers des Repeaters.

  - Nur Busanschlussstecker verwenden, die für den Einsatz im PROFIBUS-Netz spezifiziert sind. Diese fassen beide Buskabel an einem Busteilnehmer und stellen sicher, dass der Kabelschirm impedanzarm durchgeschlauft und auf das Schirmbezugspotenzial des Busteilnehmers geführt wird. Diese Busanschlussstecker beinhalten den PROFIBUS-spezifischen Leitungsabschluss, der bei Bedarf zugeschaltet werden kann.
  - Ein Bussegment muss an beiden Enden mit einem Leitungsabschluss versehen sein. Der Abschluss ist passiv, wird aber aus dem Busteilnehmer gespeist. Er sorgt für einen definierten Ruhepegel auf dem Bus, wenn kein Busteilnehmer sendet. Diese Busabschlüsse werden vorzugsweise extern, gemäß PROFIBUS-Norm im Steckergehäuse, realisiert.

Hinweise:

  - Das Bussegment muss an beiden Enden abgeschlossen sein.
  - Es dürfen nicht mehr als zwei Abschlüsse pro Bussegment vorhanden sein.
  - Mindestens einer der beiden Abschlüsse muss durch den Busteilnehmer gespeist werden.
  - Der Betrieb ohne korrekten Abschluss des PROFIBUS-Netzes kann zu Übertragungsfehlern führen.



1

⑧ 24-V-DC-Geräteversorgung

Das Gerät besitzt eine interne Schmelzsicherung und einen Verpolungsschutz. Die Funktionserdung ist ausschließlich mit der Steckerblende verbunden, nicht aber mit 0 V. Das Gehäuse ist aus Kunststoff und potenzialfrei. Die Stromversorgung des Gerätes ist nicht galvanisch getrennt.

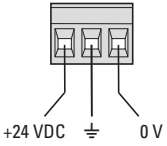
Das Gerät benötigt eine Stromversorgung von 24 V DC von einem AC/DC-Wandler mit sicherer Trennung (SELV).

– SELV (Sicherheits-Kleinspannung: safety extra low voltage); Stromkreis, bei dem auch bei einem einzelnen Fehler keine gefährliche Spannung auftritt.



• Verdrahtung

Steckverbinder Phoenix Contact MSTB 2.5/3-ST-5.08, Phoenix Art.-Nr. 1757022 wird mit dem Gerät geliefert.



Anschluss	Belegung
+24 VDC	Versorgungs-spannung +24 V DC
E	Funktionserdung mit Steckerblende verbunden. Muss nicht angeschlossen werden.
0 V	Versorgungs-spannung 0 V

Beim Konfektionieren der Verdrahtung des Steckverbinders ist Folgendes zu beachten:

Klemmenart:	Schraubklemme steckbar
Querschnitt:	min. 0,75 mm^2 / max. 2,5 mm^2 (Litze oder Draht) min. AWG18 / max. AWG12
Abisolierlänge:	7 mm
Max. Anzugs-drehmoment:	0,6 - 0,8 Nm / 5 - 7 Lb. In.

Schalten, Steuern, Visualisieren
HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System

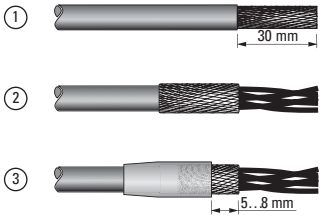
Konfektionierung der Kabel mit SUB-D-Stecker

Die Ausführung der Busverkabelung ist ein wesentlicher Faktor für den zuverlässigen Betrieb sowie für die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).

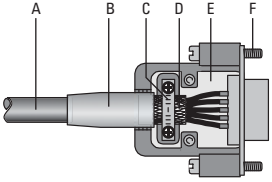
Anforderungen an die Verdrahtung

- Die Kabel müssen abgeschirmt sein.
- Der Kabelschirm muss aus einem Kupfergeflecht bestehen.
- Der Kabelschirm muss großflächig und impedanzarm mit dem Steckergehäuse kontaktiert sein. Dies wird erreicht durch:
  – Verwendung von metallischen oder metallisierten Steckergehäusen mit einer Bride als Zugentlastung.
  – Die Bride muss mit dem Stecker fest verschraubt sein.

Kabelschirm anschließen



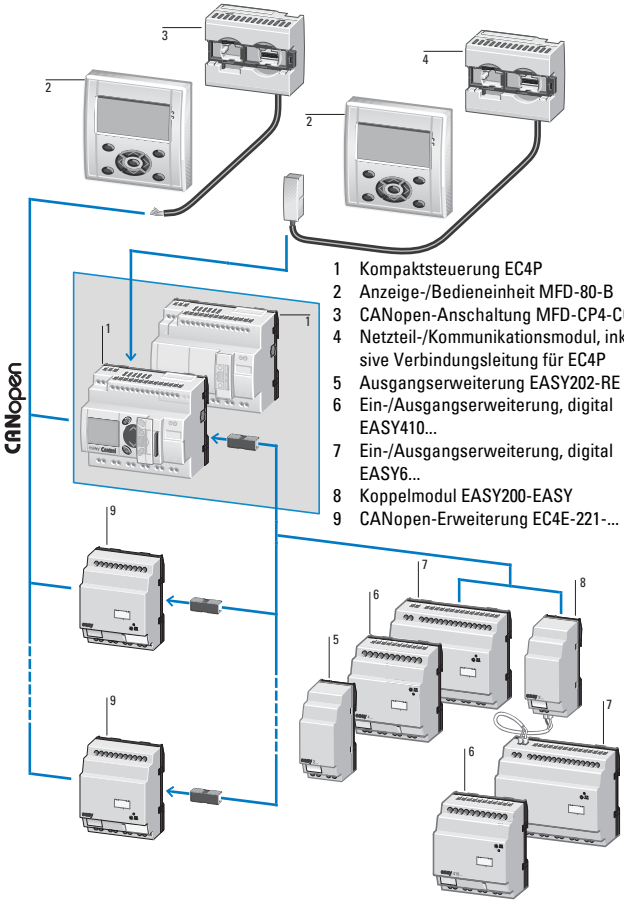
① Isolieren Sie das Kabelende so ab, dass das Schirmgeflecht ca. 3 cm frei liegt.
② Stülpen Sie das Schirmgeflecht über den Kabelmantel zurück.
③ Schrumpfen Sie einen ca. 3 cm langen Schrumpfschlauch über das zurückgestülpte Schirmgeflecht-Ende oder verwenden Sie eine Gummitülle.
  – Der Schirmgeflecht muss am Kabelende 5 - 8 mm frei bleiben.
  – Das zurückgestülpte Schirmgeflecht-Ende muss vom Schrumpfschlauch oder von der Gummitülle abgedeckt sein.
④ Montieren Sie den SUB-D-Stecker an das Kabelende:
  – Das blanke Schirmgeflecht muss mit der Kabelschelle an das Steckergehäuse geklemmt werden.



A Kabel mit Kabelmantel
B Schrumpfschlauch oder Gummitülle
C Kabelschelle
D Schirmgeflecht
E SUB-D-Stecker
F Befestigungsschraube UNC

Schalten, Steuern, Visualisieren
Compact PLC – universelle Kompaktsteuerungen

Systemübersicht



1 Kompaktsteuerung EC4P
2 Anzeige-/Bedieneinheit MFD-80-B
3 CANopen-Anschaltung MFD-CP4-CO
4 Netzteil-/Kommunikationsmodul, inklusive Verbindungsleitung für EC4P
5 Ausgangserweiterung EASY202-RE
6 Ein-/Ausgangserweiterung, digital EASY410...
7 Ein-/Ausgangserweiterung, digital EASY6...
8 Koppelmodul EASY200-EASY
9 CANopen-Erweiterung EC4E-221-...

Schalten, Steuern, Visualisieren
Compact PLC – universelle Kompaktsteuerungen

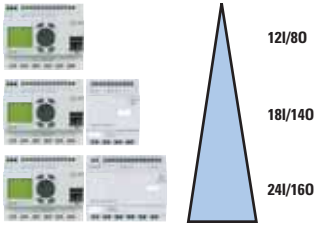
Allgemeines

Kompakte Steuerungen bieten in einem Gerät viele Funktionen, die die Automatisierung von kleineren und mittleren Applikationen abdecken.

Eaton bietet für diesen Bereich die EC4P-Reihe an. Die Steuerungen bieten im Gehäuse der easy800-Steuerungsrelais die Leistungsfähigkeit einer SPS. Die Programmierung erfolgt mit der Software CoDeSys.

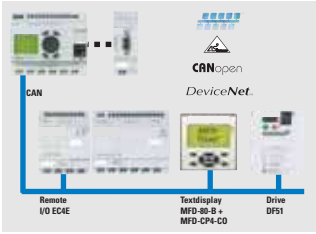
Die Steuerungen unterscheiden sich in Anzahl und Art der Ein-/Ausgänge. Darüber hinaus gibt es Varianten mit und ohne Display sowie mit und ohne Ethernet-Schnittstelle. Ethernet erlaubt die Fernprogrammierung über Netzwerk und die Kommunikation über UDP und MODBUS.

Alle EC4P-Steuerungen verfügen über eine CAN/easyNet Schnittstelle.



Flexible Vernetzungsmöglichkeiten:

- dezentral erweiterbar via CANopen oder easyNet
- lokal erweiterbar über easyLink-Schnittstelle
- Fernprogrammierung über Netzwerk
- Anbindung eines oder mehrerer MFD-80-B über CANopen
- Anbindung eines MFD-80-B über RS232
- Steckbare Speichermodule zur Datenarchivierung

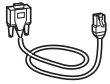
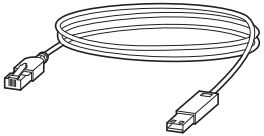
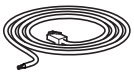
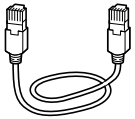


Schalten, Steuern, Visualisieren
Compact PLC – universelle Kompaktsteuerungen

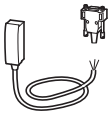
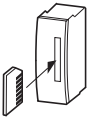
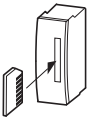
Projektierung

Kabelverbindungen

1

Kabeltyp/Speicherkarte	Gerät	Funktion
EU4A-RJ45-CAB1 	PC, Terminal/Printer	Programmierung über serielle Schnittstelle COM1 , Transparent-modus
EU4A-RJ45-USB-CAB1 	PC	Programmierung über USB-Schnittstelle
EU4A-RJ45-CAB2 	MFD-CP4-CO + MFD-80-B EC4E	CAN-Anbindung
XT-CAT5-X-2 	PC	Programmierung über Ethernet
MFD-CP4-800-CAB5 	MFD-CP4	Display-Verlängerung, seriell

Schalten, Steuern, Visualisieren
Compact PLC – universelle Kompaktsteuerungen

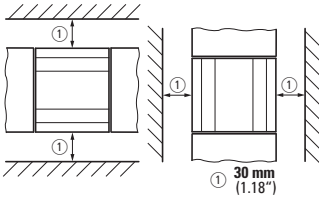
Kabeltyp/Speicherkarte	Gerät	Funktion
easy800-USB-CAB 	PC	zur Programmierung über USB-Schnittstelle
easy800-MO-CAB 	PC, Terminal/Printer	Programmierung über serielle Schnittstelle COM1 , Transparent-modus
EU4A-MEM-CARD1 	EC4P	Speicherkarte
EU4A-MEM-CARD2 	EC4P	Speicherkarte mit Batterie zur Pufferung der Uhrzeit

Schalten, Steuern, Visualisieren
Compact PLC – universelle Kompaktsteuerungen

Geräteanordnung

Bauen Sie die Steuerung in einen Schaltschrank, einen Installationsverteiler oder in ein Gehäuse ein, sodass die Anschlüsse der Versorgungsspannung und die Klemmenanschlüsse im Betrieb gegen direktes Berühren geschützt sind.

Sie können die Steuerung senkrecht oder waagerecht auf eine Hutschiene nach IEC/EN 60715 oder mit Gerätefüßen auf der Montageplatte befestigen. Um die Verdrahtung zu erleichtern, halten Sie auf den Klemmenseiten einen Abstand von mindestens 3 cm zur Wand oder zu benachbarten Geräten ein.



Anschlussbeispiele

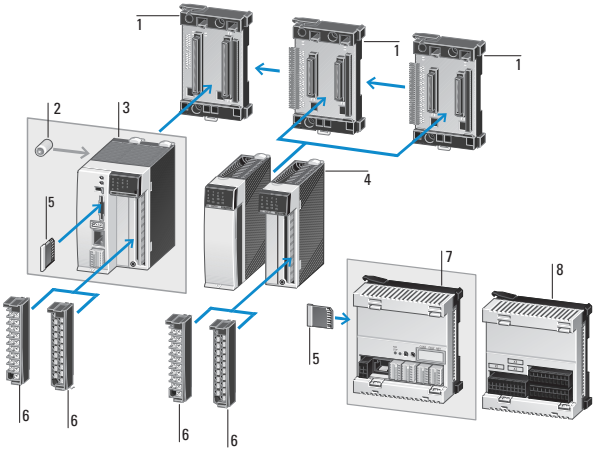
Die hier aufgeführten Anschlussbeispiele aus dem Kapitel „Projektieren easyRelay, MFD-Titan“ gelten gleichermaßen für die Kompaktsteuerung EC4P.

- Spannungsversorgung anschließen, → Seite 1-50
- Digitaleingänge anschließen, → Seite 1-51
- Analogeingänge anschließen, → Seite 1-55
- Inkrementalgeber anschließen, → Seite 1-57
- Relais-Ausgänge anschließen, → Seite 1-58
- Transistor-Ausgänge anschließen, → Seite 1-59
- Analog-Ausgänge anschließen, → Seite 1-61

Weitere Informationen → Handbuch MN05003003Z-DE

Schalten, Steuern, Visualisieren
Modular PLC

Systemübersicht



1 Baugruppenträger
2 Batterie
3 Steuerungen XC100/XC200
4 XI/OC E/A-Module, Kommunikationsmodule
5 Speicherkarte
6 XI/OC-Klemmenblock (Schraub- oder Federzugklemme)
7 Steuerung XC121
8 I/O-Erweiterung XIO-EXT121-1 für Steuerung XC121

Schalten, Steuern, Visualisieren
Modular PLC

Allgemeines
Modularsteuerungen zeichnen sich durch ihren in weiten Grenzen skalierbaren Aufbau aus. Das bietet viel Flexibilität beim Zusammenstellen individueller Automatisierungslösungen. Verschiedene CPU-Leistungsklassen und vielfältige Erweiterungsbaugruppen stehen zur Verfügung.

Der Datenaustausch über eine Ethernet-Schnittstelle zu OPC-Clients oder integrierte WEB-Server ermöglichen innovative Lösungen.



Eaton bietet in dieser Klasse die beiden Serien XC100 und XC200 an.

XC100-Modularsteuerungen
Die Steuerungen der XC100-Serie sind universelle Automatisierungsgeräte für kleine und mittlere Anwendungen. Sie unterscheiden sich in der Größe des verfügbaren Programmspeichers. Eine Variante verfügt über eine optische CAN-Schnittstelle.

- erweiterbar mit bis zu 15 XI/OC-Modulen
- Datenspeicherung auf SD-Karte
- CAN-Schnittstelle zur Kommunikation
- RS232-Schnittstelle

Weitere Informationen → Handbuch MN05003004Z-DE

XC200-Modularsteuerungen
Die Steuerungen der XC200-Serie bieten hohe Rechenleistungen und vielfältige Kommunikationsmöglichkeiten. Hier sind die Unterscheidungsmerkmale die Größe des verfügbaren Programmspeichers, die Länge der Zykluszeit und der integrierte WEB-Server.

- erweiterbar mit bis zu 15 XIOC-Modulen
- Datenspeicherung auf SD-Karte oder USB-Stick
- Ethernet-Schnittstelle zur Kommunikation und Programmierung
- CAN-Schnittstelle zur Kommunikation
- RS232-Schnittstelle
- integrierter WEB-Server

Weitere Informationen → Handbuch MN05003001Z

XIOC-Signalmodule
Die XIOC-Signalmodule können sowohl an XC100- als auch an XC200-Steuerungen angeschlossen werden (Ausnahme: Fernwirkbaugruppe XIOC-TC1 nur an XC200). Es stehen eine Vielzahl unterschiedlicher Module zur Verfügung:

- Digitale Eingangs-/Ausgangsmodule
- Analoge Eingangs-/Ausgangsmodule
- Temperaturerfassungsmodule
- Zählermodule
- Serielles Schnittstellenmodul (RS232, RS485, RS422; Betriebsarten: Transparent-Modus, Modbus Master/Slave, Sucom-A, Suconet K-Slave)
- Fernwirkmodul
- Kommunikationsmodule PROFIBUS DP-Master, PROFIBUS DP-Slave, Suconet-K-Master)

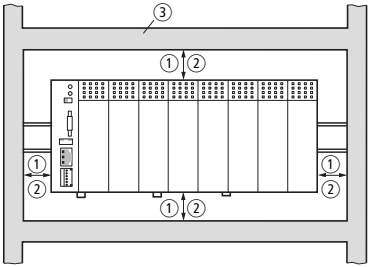
Weitere Informationen → Handbuch MN05002002Z-DE

Schalten, Steuern, Visualisieren
Modular PLC

Projektierung

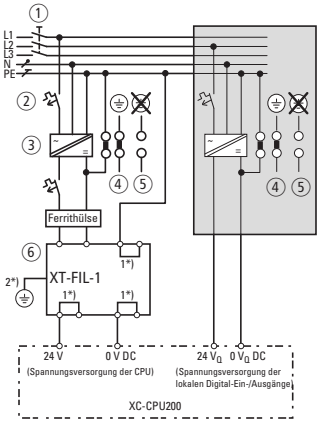
Geräteanordnung

Bauen Sie die Baugruppenträger und die Steuerung waagerecht in den Schaltschrank ein.



① Abstand > 50 mm
② Abstand > 75 mm zu aktiven Elementen
③ Kabelkanal

Spannungsversorgung



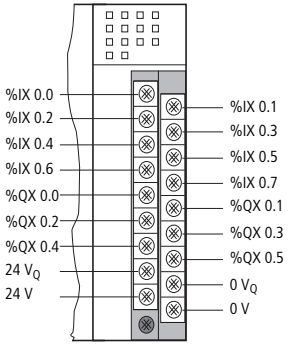
① Hauptschalter
② Leitungsschutzorgan
③ 24-V-DC-Versorgungsspannung
④ Geerdeter Betrieb
⑤ Bei ungeerdetem Betrieb muss eine Isolationsüberwachung eingesetzt werden (IEC 204-1, EN 60204-1, DIN EN 60204-1)
⑥ 24-V-DC-Netzfilter; stellt sicher, dass bei einer Bemessungsspannung von 24 V DC ein Strom von bis zu 2,2 A (maximal) zur Verfügung steht. Mit dem Einsatz des Filters werden die Vorgaben des EMVG erfüllt.

1*) intern gebrückt

2*) zusätzliche PE-Verbindung über Kontaktfeder auf der Rückseite

Klemmenbelegung auf der CPU

Die Anschlüsse für Spannungsversorgung und lokale Ein-/Ausgänge sind wie folgt belegt:



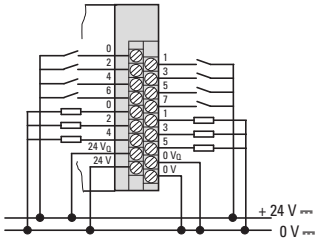
Ein-/Ausgänge der CPU anschließen

Der Spannungsanschluss 0VQ/24VQ dient alleine der Spannungsversorgung der lokalen 8 Ein- und 6 Ausgänge und ist zum Bus hin potenzialgetrennt.

Die Ausgänge 0 bis 3 können mit 500 mA und die Ausgänge 4 und 5 mit jeweils 1 A bei einer Einschaltdauer (ED) von 100 % und einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 1 belastet werden.

Das Verdrahtungsbeispiel zeigt die Verdrahtung bei getrennter Spannungsversorgung von Steuerung und I/O-Klemmen. Wird nur eine Spannungsversorgung verwendet, sind folgende Klemmen zu verbinden:

24 V mit 24V_Q und 0 V mit 0V_Q.



Schalten, Steuern, Visualisieren
Modular PLC

Ethernet/RS2232

(XC-CPU101, XC-CPU201)	(XC-CPU202)		RS232	ETH (XC-CPU201, XC-CPU202)
8	1	8	RxD	–
7	2	7	GND	–
6	3	6	–	Rx–
5	4	5	TxD	–
4	5	4	GND	–
3	6	3	–	Rx+
2	7	2	–	Tx–
1	8	1	–	Tx+

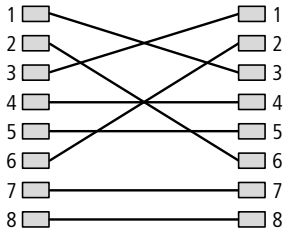
Physikalisch ist die Programmiergeräte-Schnittstelle als RJ45-Schnittstelle (Buchse) ausgebildet. Somit können handelsübliche Ethernet-(Patch-)Kabel mit RJ45-Steckern eingesetzt werden.

- Direktverbindung PC – XC200

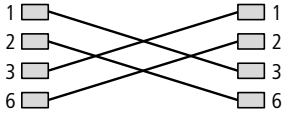
Die XC200 können Sie direkt mit dem (Programmier-)PC über ein Cross-Over-Ethernet-Kabel verbinden.

Cross-Over-Kabel haben folgenden Aufbau:

– Verbindungsaufbau Cross-Over-Kabel 8-adrig



– Verbindungsaufbau Cross-Over-Kabel 4-adrig



Folgende Cross-Over-Kabel stehen zur Verfügung:

XT-CAT5-X-2 (2 m lang)

XT-CAT5-X-5 (5 m lang)

- Verbindung PC – XC200 über Hub/Switch

Wenn Sie zwischen die Verbindung PC – XC200 einen Hub oder Switch einsetzen, müssen Sie für die Verbindung zwischen PC – Hub/Switch und Hub/Switch – XC200 ein Ethernet-Standardkabel verwenden, dessen Adern 1:1 verbunden sind.

Für die Programmierung über die USB-Schnittstelle eines PC steht das Kabel EU4A-RJ45-USB-CAB1 zur Verfügung.

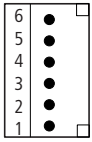
Schalten, Steuern, Visualisieren
Modular PLC

Hinweis!

Beachten Sie, dass durch die Doppelbelegung der RJ45-Schnittstelle mit RS232 und Ethernet auf den Anschlüssen 4 und 7 wegen der RS232-Schnittstelle „GND-Potential" liegt. Aus diesem Grund empfehlen wir den Einsatz von vieradrigen Kabeln für die Anbindung der XC200 an das Ethernet.

CANopen-Schnittstelle

Belegung des 6-poligen Combicon-Steckers:



Klemme	Signal
6	GND
5	CAN_L
4	CAN_H
3	GND
2	CAN_L
1	CAN_H

Steckertyp: 6-poliger, steckbarer Federzugklemmenblock

Leiteranschlüsse: bis 0,5 mm²

Die Klemmen 1 und 4, 2 und 5 sowie 3 und 6 sind intern verbunden.

Die CAN-Schnittstelle ist potenzialgetrennt.

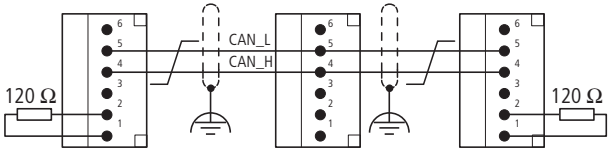
Beim ersten und letzten Teilnehmer am Strang müssen Busabschlusswiderstände eingesetzt werden (→Abb. unten).

Bei der XC-CPU202 ist der Busabschlusswiderstand schaltbar ausgeführt. Der Schalter befindet sich oberhalb der Batterie.

Verwenden Sie nur ein für CANopen zugelassenes Kabel mit folgenden Eigenschaften:

- Wellenwiderstand 100 bis 120 Ohm
- Kapazitätsbelag < 60 pF/m

Baudrate [kBit/s]	Länge [m]	Adernquerschnitt [mm²]	Schleifenwiderstand [Ω/km]
20	1000	0,75 – 0,80	16
125	500	0,50 – 0,60	40
250	250	0,50 – 0,60	40
500	100	0,34 – 0,60	60
1000	40	0,25 – 0,34	70



Anschlussbeispiele

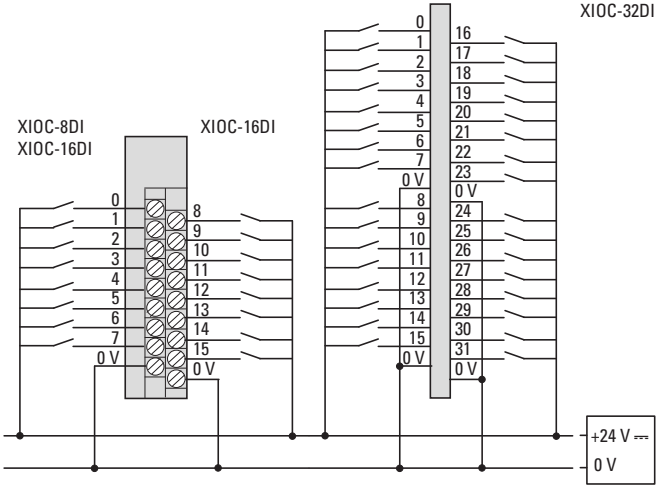
Für die Verdrahtung können Sie wahlweise Klemmenblöcke mit Schraubklemmen oder Federzugklemmen verwenden.

Leiter	Schraubanschluss	Federzuganschluss
eindrähtig	0,5 bis 2,5 mm^2	0,14 bis 1,0 mm^2
feindrähtig mit Aderendhülse	0,5 bis 1,5 mm^2	Die Adern sind ohne Aderendhülsen oder Kabelschuhe in die Klemmen einzuführen.
feindrähtig	–	0,34 bis 1,0 mm^2

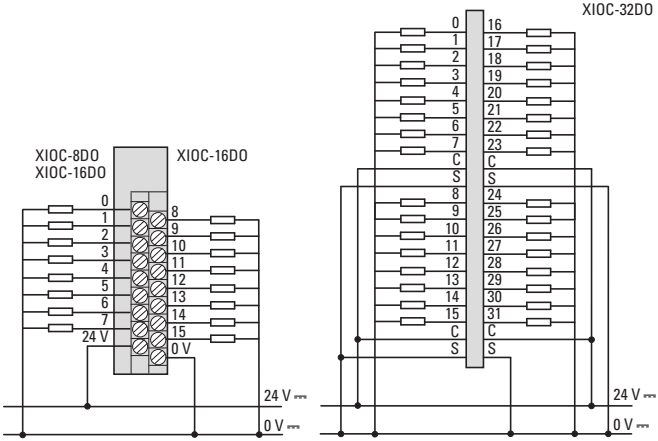
Hinweise:

- Kabelschuhe dürfen einen Durchmesser von höchstens 6 mm haben.
- Verwenden Sie maximal zwei Kabelschuhe pro Klemme.
- Verwenden Sie eine Leitung mit maximal 0,75 mm^2 bzw. eine Leitung mit 0,5 mm^2, falls zwei Kabelschuhe an derselben Klemme befestigt werden sollen.

Verdrahtung Digital-Eingangsmodule

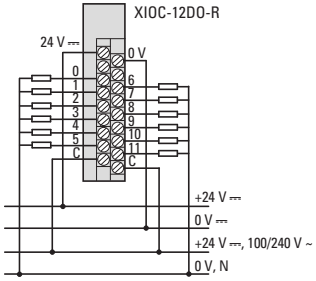


Verdrahtung Digital-Ausgangsmodule (Transistor)



Schließen Sie bei induktiven Lasten eine Freilaufdiode parallel an.

Verdrahtung Digital-Ausgangsmodule (Relais)

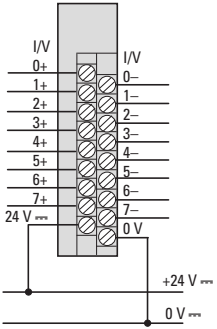


Schalten, Steuern, Visualisieren
Modular PLC

Verdrahtung Analog-Eingangsmodule

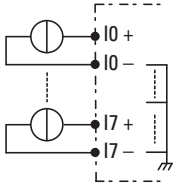
Klemmenanordnung

XIOC-8AI-I2
XIOC-8AI-U1/-U2

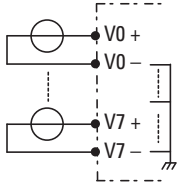


Verdrahtung der Module

XIOC-8AI-I2

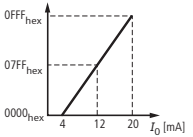


XIOC-8AI-U1
XIOC-8AI-U2

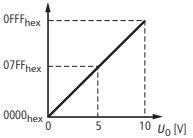


U-/I-Diagramm der Module

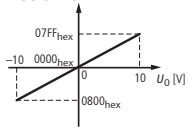
XIOC-8AI-I2



XIOC-8AI-U1



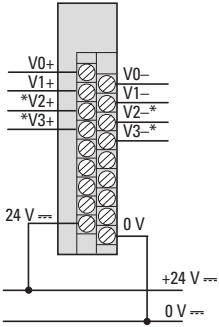
XIOC-8AI-U2



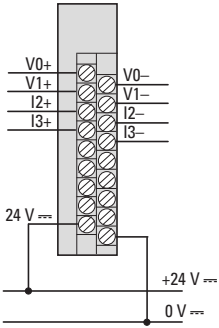
Verdrahtung Analog-Ausgangsmodule

Klemmenanordnung	Verdrahtung der Module	U-/I-Diagramm der Module

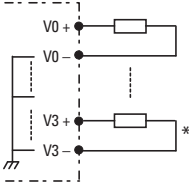
XIOC-2AO-U2
XIOC-4AO-U1/U2



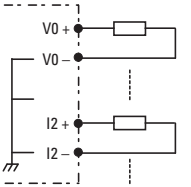
XIOC-2AO-U1-2AO-I1



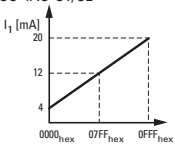
XIOC-2AO-U2
XIOC-4AO-U1/U2



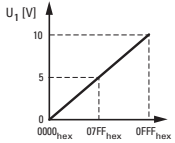
XIOC-2AO-U1-2AO-I1



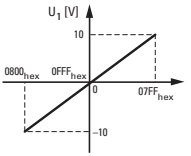
XIOC-2AO-U2
XIOC-4AO-U1/U2



XIOC-2AO-U1-2AO-I1

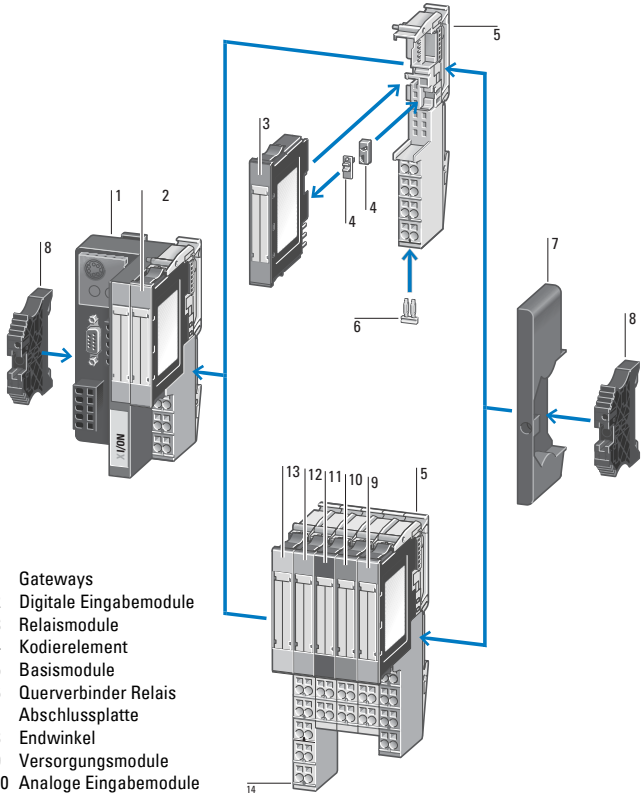


XIOC-2AO-U2
XIOC-4AO-U1



Schalten, Steuern, Visualisieren
Modulares I/O-System

Systemübersicht



1 Gateways
2 Digitale Eingabemodule
3 Relaismodule
4 Kodierelement
5 Basismodule
6 Querverbinder Relais
7 Abschlussplatte
8 Endwinkel
9 Versorgungsmodule
10 Analoge Eingabemodule
11 Digitale Ausgabemodule
12 Analoge Ausgabemodule
13 Technologiemodule
14 Markierer

Schalten, Steuern, Visualisieren
Modulares I/O-System

Allgemeines

Ob Bewegungen steuern, Temperaturen- oder Drehzahlen messen, Ströme und Spannungen erfassen – die Anwendungsbereiche für Remote I/Os sind vielfältig. Remote I/Os sind überall dort im Einsatz, wo dezentrale Signalverarbeitung das A und O des Automatisierungskonzeptes ist.

Wesentliche Merkmale des modularen I/O-Systems XI/ON sind:

- Hohe Modularität
- Feldbusse: CANopen, PROFIBUS-DP, DeviceNet und Ethernet
- busunabhängige, steckbare Module
- geringer Verdrahtungsaufwand
- zielgenaue Diagnose
- Platz und Kosten sparen mit ECO-Modulen
- Programmierbares CANopen-Gateway
- Standard- und ECO-Module mischbar



Das modulare I/O-System XI/ON stellt ein umfangreiches Sortiment an digitalen und analogen I/Os sowie Technologiemodulen zur Verfügung:

- XI/ON ECO Gateways und ECO Module

XI/ON ECO ergänzt das XI/ON I/O-System um preis- und platzoptimierte I/O-Module und Gateways. Die ECO Gateways bedienen die Bussysteme CANopen, PROFIBUS-DP und Ethernet.

- ECO Gateways mit integrierten Busabschlusswiderständen
- Volle Kompatibiltät zum Standard XI/ON-System
- keine Basismodule erforderlich
- hohe Kanaldichte (bis zu 16 DI/DO auf 12,5 mm Breite)
- „Push-IN"-Federzuglemmen
- Multifunktionsscheiben
- Mini-USB-Diagnoseschnittstelle

- XI/ON Standard Gateways und Standard Module

Die Standard Gateways bedienen die Bussysteme CANopen, PROFIBUS-DP, DeviceNet und Ethernet.

- Einsatz der steckbaren I/O-Module ist unabhängig vom verwendeten Feldbus
- Verdrahtung erfolgt auf Basismodule, stehende Verdrahtung
- schneller Modulwechsel (Hot Swap)
- Generierung der Diagnoseinformationen zur übergeordneten Steuerung
- bis zu 74 Scheibenmodule pro Gateway anschaltbar
- Mechanische Kodierung der Module

- Programmierbares CANopen-Gateway

Mit dem programmierbaren CANopen-Gateway kommt die SPS-Leistung direkt in die Feldbusklemme. Das Gerät ist ideal geeignet, um dezentrale Automatisierungsaufgaben zu übernehmen und damit eine übergeordnete SPS zu entlasten. Die serielle on board Schnittstelle dient als Programmierzugang

Schalten, Steuern, Visualisieren
Modulares I/O-System

vor Ort und als Schnittstelle für das Konfigurations- und Diagnosetool I/Oassistant. Alternativ kann diese Schnittstelle auch als freie Anwenderschnittstelle verwendet werden. Programmiert wird das Gateway mit der XSOFT-CODESYS-2.

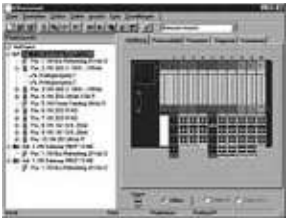
- Basismodule für jede Anforderung

Die Basismodule dienen dem Anschluss der Feldverdrahtung für die Standard XI/ON-Module. Sie sind für 2-, 3- und 4-Leiter-Anschluss erhältlich, als Block- oder Scheibenmodule, wahlweise mit Zugfederklemmen- oder Schraubanschluss.

Projektierung

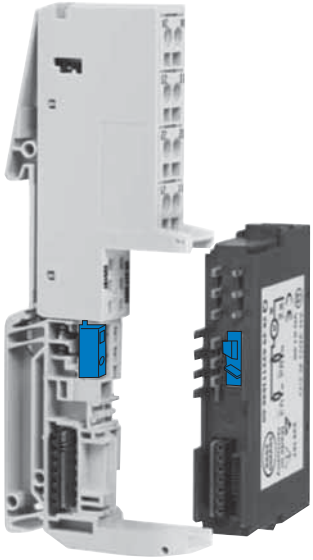
Konfigurations- und Diagnosetool I/Oassistant

Der I/Oassistant ist in der XSOFT-CODESYS-2 integriert und unterstützt interaktiv bei der kompletten Planung und Realisierung einer XI/ON-Anlage. Dazu wählen Sie Gateways, Elektronik- und Basismodule sowie das entsprechende Zubehör aus. Anschließend werden die einzelnen Stationen wahlweise offline oder online konfiguriert. Wenn alles eingestellt ist, setzen Sie die Anlage in Betrieb. Zudem generiert der I/Oassistant automatisch eine Stückliste für Ihre Bestellung. Der I/Oassistant überprüft die Station, liest Prozessdaten ein, gibt Werte aus und visualisiert die Diagnosedaten der Kanäle. So können Sie Ihre Station auch ohne übergeordnete Steuerung in Betrieb nehmen und sicherstellen, dass ein Anlagenteil korrekt funktioniert.



Sicherheit durch Kodierung

Die steckbaren Module ermöglichen auch unter Spannung (Hot Swap) einen schnellen und werkzeuglosen Austausch der Module. Die mechanische Kodierung verhindert das Fehlstecken.

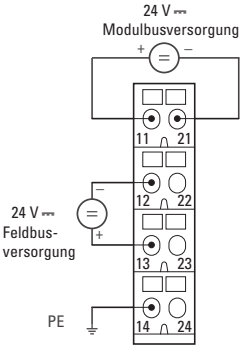


Anschlussbeispiele

Versorgungsmodul (Bus Refreshing Modul)

- Modul zur Einspeisung der Systemspannungsversorgung 24 V DC und der Feldspannungsversorgung 24 V DC

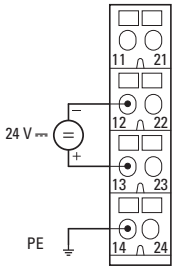
XN-P4…-SBBC mit Gatewayversorgung
XN-P4…-SBBC-B ohne Gatewayversorgung



Einspeisemodul (Power Feeding Modul)

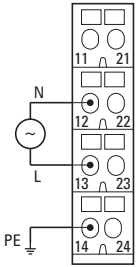
- Modul zur Einspeisung der Feldspannungsversorgung 24 V

XN-P4…-SBBC für XN-PF-24VDC-D



- Modul zur Einspeisung der Feldspannungsversorgung 120/230 V AC

XN-P4...-SBB für XN-PF-120/230VAC-D

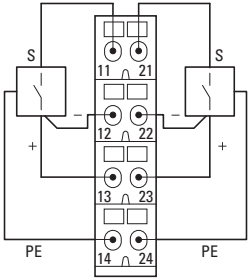


Schalten, Steuern, Visualisieren
Modulares I/O-System

Digitales Eingabemodul

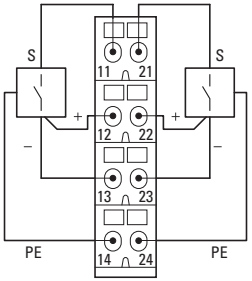
- Plusschaltend

XN-S4…-SBBC für XN-2DI-24VDC-P



- Minusschaltend

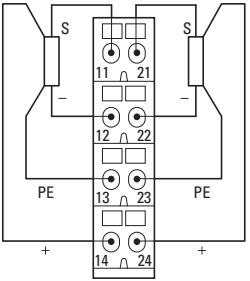
XN-S4…-SBBC für XN-2DI-24VDC-N



Digitales Ausgabemodul

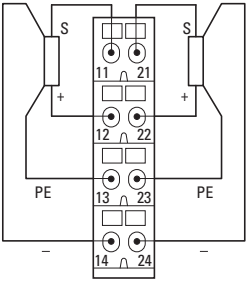
- Plusschaltend

XN-S4…-SBCS für
XN-2DO-24VDC-0.5A-P
XN-2DO-24VDC-2A-P



- Minusschaltend

XN-S4…-SBCS für
XN-2DO-24VDC-0.5A-N



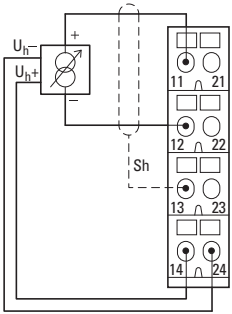
Schalten, Steuern, Visualisieren
Modulares I/O-System

Analoges Eingabemodul

XN-S4…-SBBS für XN-1AI-I(0/4...20MA)

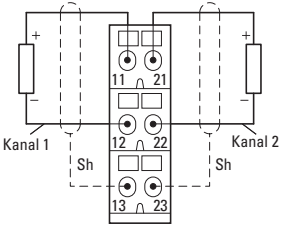
XN-S4…-SBBS für XN-1AI-U(-10/0...+10VDC)

Analogwertgeber mit potentialgebundener Geberversorgung



Analoges Ausgabemodul

XN-S3...-SBB für XN-2AO-I(0/4...20MA)



Weitere Anschlussbeispiele finden Sie in den Handbüchern

XI/ON Digitale I/O-Module, Versorgungsmodule, MN05002010Z-DE (früher: M001735-02)

XI/ON Analoge I/O-Module, MN05002011Z-DE (früher: M001756-04)

Diese Handbücher können Sie unter www.eaton.com/moellerproducts im Bereich „Produkte & Lösungen“... als PDF herunterladen.

Schalten, Steuern, Visualisieren
Software



Anwender von Automatisierungskomponenten wie z. B. Maschinen- und Anlagenbauer geben sich heute nicht mehr mit Einzellösungen zufrieden. Deshalb haben sich Standards wie die IEC 61131-3 als herstellerunabhängige Norm zur Programmierung von Speicherprogrammierbaren Steuerungen etabliert. CoDeSys unterstützt alle in der Norm IEC-61131 beschriebenen Programmiersprachen.

CoDeSys basiert auf einem Standard der Firma 3S. Ausgereifte technische Eigenschaften, einfaches Handling und eine weite Verbreitung dieser Software zur Programmierung von Automatisierungskomponenten verschiedener Hersteller sind Garanten für den Erfolg.

Sämtliche Steuerungen von Eaton werden mit der CoDeSys-Software programmiert. Die Programmierung kann in unterschiedlichen Programmiersprachen erfolgen. Dabei wird zwischen textorientierten und grafikorientierten Sprachen unterschieden.

Textorientierte Sprachen

Anweisungsliste (AWL)
Eine Anweisungsliste (AWL) besteht aus einer Folge von Anweisungen. Jede Anweisung beginnt in einer neuen Zeile und beinhaltet einen Operator und – je nach Art der Operation – einen oder mehrere durch Komma abgetrennte Operanden.

Vor einer Anweisung kann sich eine Identifikator-Marke befinden, gefolgt von einem Doppelpunkt (:). Sie dient der Kennzeichnung der Anweisung und kann beispielsweise als Sprungziel verwendet werden.

Ein Kommentar muss das letzte Element in einer Zeile sein.

Beispiel:

```
LD 17
ST lint (* Kommentar *)
GE 5
JMPC next
LD idword
EQ istruct.sdword
STN test
next:
```

Strukturierter Text (ST)
Der Strukturierte Text (ST) besteht aus einer Reihe von Anweisungen, die wie in Hochsprachen bedingt (IF...THEN...ELSE) oder in Schleifen (WHILE…DO) ausgeführt werden.

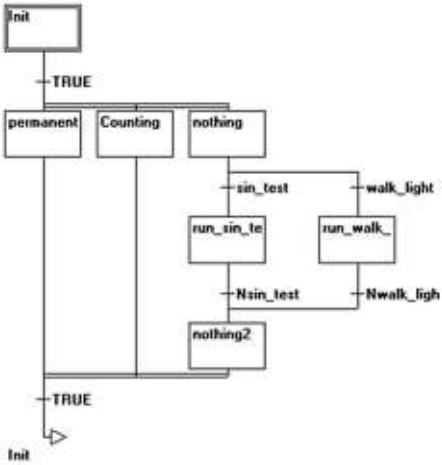
Beispiel:

```
IF value < 7 THEN
WHILE value < 8 DO
value := value + 1;
END_WHILE;
END_IF
```

Grafikorientierte Sprachen

Ablaufsprache (AS)
Die Ablaufsprache ist eine grafisch orientierte Sprache. Sie ermöglicht es, die zeitliche Abfolge verschiedener Aktionen innerhalb eines Programms zu beschreiben. Dazu werden Schrittelemente verwendet, denen bestimmte Aktionen zugeordnet werden und deren Abfolge über sogenannte Transitionselemente gesteuert wird.

Beispiel für ein Netzwerk in der Ablaufsprache:



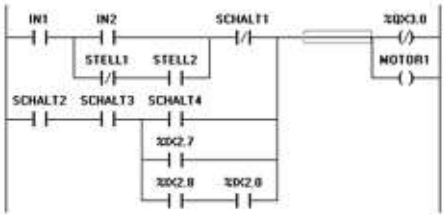
1

Kontaktplan (KOP)

Der Kontaktplan ist eine grafisch orientierte Programmiersprache, die dem Prinzip einer elektrischen Schaltung angenähert ist.

Einerseits eignet sich der Kontaktplan dazu, logische Schaltwerke zu konstruieren, andererseits kann man aber auch Netzwerke wie im FUP erstellen. Daher kann der KOP sehr gut dazu benutzt werden, um den Aufruf von anderen Bausteinen zu steuern. Der Kontaktplan besteht aus einer Folge von Netzwerken. Ein Netzwerk wird auf der linken und rechten Seite von einer linken und einer rechten vertikalen Stromleitung begrenzt. Dazwischen befindet sich ein Schaltplan aus Kontakten, Spulen und Verbindungslinien.

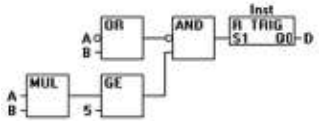
Beispiel eines Netzwerks im Kontaktplan aus Kontakten und Spulen:



Funktionsplan (FUP)

Der Funktionsplan ist eine grafisch orientierte Programmiersprache. Er arbeitet mit einer Liste von Netzwerken, wobei jedes Netzwerk eine Struktur enthält, die jeweils einen logischen bzw. arithmetischen Ausdruck, den Aufruf eines Funktionsblocks, einen Sprung oder eine Return-Anweisung darstellt.

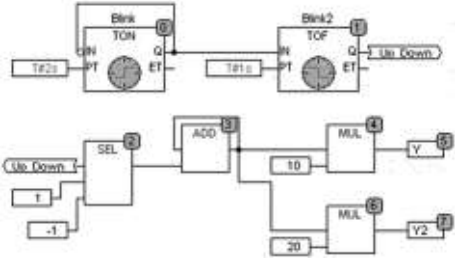
Beispiel für ein Netzwerk im Funktionsplan:



Schalten, Steuern, Visualisieren
Software

Freigrafischer Funktionsplan (CFC)
Der freigrafische Funktionsplan basiert auf dem Funktionsplan (FUP), arbeitet jedoch nicht wie dieser mit Netzwerken, sondern mit frei platzierbaren Elementen. Dies erlaubt beispielsweise Rückkopplungen.

Beispiel für eine Implementierung im Freigrafischen Funktionsplaneditor:



Integrierte Visualisierung

Das Programmiersystem CoDeSys beinhaltet neben der Programmierung auch einen grafischen Visualisierungseditor. Dies bietet einen entscheidenden Vorteil:

Um die Daten einer unter CoDeSys programmierten Steuerung zu visualisieren (also zu beobachten und zu bedienen), ist kein zusätzliches Softwarepaket erforderlich. Der Anwender kann im Zuge der Applikationsentwicklung bereits Visualisierungsmasken in ein- und derselben Oberfläche erzeugen. Die in CoDeSys integrierte Visualisierung kann direkt auf die Variablen aus der Steuerung zugreifen.

Verfügt die Steuerung über ein Display (HMI-PLC), kann diese Visualisierung direkt auf dem Panel angezeigt werden (Target-Visualisierung).

Viele Steuerungen beinhalten heute einen Webserver. Optional generiert das Programmiersystem CoDeSys aus den Visualisierungsinformationen eine XML-Beschreibung, die zusammen mit einem Java-Applet auf der Steuerung abgelegt und per TCP/IP auf einem Browser dargestellt werden kann (WEB-Visualisierung).

Interaktives Visualisierungstool GALILEO

Eaton bietet für seine HMI und HMI-PLC eine schnell erlernbare, aber dennoch leistungsstarke und umfangreiche Projektierumgebung an – ideal einsetzbar in allen maschinen- und prozessnahen Anwendungen des Anlagen- und Maschinenbaus. Galileo ist branchenneutral konzipiert und bietet eine durchgängige Projektierung für alle grafischen Bediengeräte von Eaton.

Notizen

Elektronische Motorstarter und Drives

	Seite
Grundlagen der Antriebstechnik	2-2
Grundlagen zum Softstarter	2-9
Anschlussbeispiel DS7	2-26
Anschlussbeispiel DM4	2-44
Grundlagen zum Frequenzumrichter	2-66
Anschlussbeispiel M-Max™	2-85
System Rapid Link 4.0	2-98

Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen der Antriebstechnik

Auswahlkriterien der Antriebstechnik

Jede Antriebsaufgabe erfordert einen Antriebsmotor. Dessen Drehzahl, Drehmoment und Regelbarkeit müssen die geforderte Aufgabe erfüllen. Generell gilt: „Die Anwendung definiert den Antrieb."

Der weltweit am häufigsten eingesetzte Antriebsmotor in industriellen Anlagen und großen Gebäuden ist der Drehstrom-Asynchronmotor. Sein robuster und einfacher Aufbau sowie hohe Schutzarten und standardisierte Bauformen sind Merkmale dieses preiswerten Elektromotors.

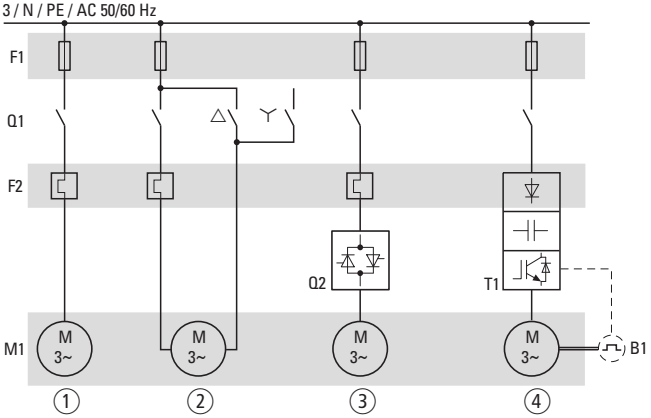
Drehstrom-Asynchronmotor

Startvarianten des Motors

- **Direkter Motorstart** ①
  Im einfachsten Fall wird der Motor direkt mit einem Schütz geschaltet. Die Kombination mit Motorschutz und Leitungsschutz (Sicherung) wird als Motorstarter (MSC = Motor-Starter Combination) bezeichnet.
  Durch das Anlegen der vollen Netzspannung an die Motorwicklungen können beim direkten Start große Anlaufströme entstehen, die störende Spannungsänderungen zur Folge haben.
  Im öffentlichen Stromnetz dürfen direkt startende Drehstrommotoren keine störenden Spannungsänderungen hervorrufen. Diese Bedingung gilt allgemein dann als erfüllt, wenn die Scheinleistung eines Drehstrom-Asynchronmotors nicht mehr als 5,2 kVA bzw. sein Anlaufstrom nicht mehr als 60 A beträgt.
  Bei einer Netzspannung von 400 V und 8-fachem Anlaufstrom entspricht dies einem Motorbemessungsstrom von etwa 7,5 A und somit einer Motorleistung von 4 kW.
  Die Motorleistung kennzeichnet die an der Welle abgegebene mechanische Leistung des Motors.
- **Stern-Dreieck-Starter** ②
  Dies ist die bekannteste und meistangewandte Startvariante für Motorleistungen > 4 kW (400 V).
- **Elektronischer Motorstarter (EMS) und Softstarter** ③
  Sie ermöglichen einen sanften und geräuscharmen Motorstart. Die beim Schalten störenden Stromspitzen und Momentschläge werden hier eliminiert. Zudem können die Start- und Auslaufphase des Motors, in Abhängigkeit von der Last, zeitlich gesteuert werden.
- **Frequenzumrichter** ④
  Er ermöglicht den zeitlich geführten Motorstart, die Motorbremsung und den Betrieb mit stufenlos einstellbaren Motordrehzahlen.
  Applikationsbedingt wird ein Frequenzumrichter in verschiedenen Ausprägungen eingesetzt:
  – mit der Spannungs-/Frequenzsteuerung (U/f) oder der Vektor-Steuerung für den frequenzgesteuerten Motorbetrieb,
  – mit Vektor-Regelung oder als Servo-Regler für hohe Drehzahlgenauigkeit mit zusätzlicher Drehmomentanpassung.

Zugehörige Stromlaufpläne → Seite 2-3

Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen der Antriebstechnik

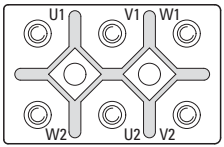


B1: Drehzahlerfassung (Impulsgeber)
F1: Absicherung (Kurzschluss- und Leitungsschutz)
F2: Motorschutz (Schutz vor thermischer Überlast, Motorschutzrelais)
M1: Drehstrom-Asynchronmotor
Q1: Schalten (Leistungsschütz, Motorschütz)
Q2: Softstarter, elektronischer Motorstarter
T1: Frequenzumrichter

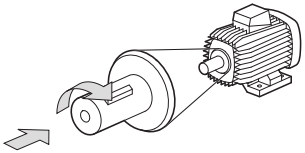
Motoranschluss

Beim Anschluss eines Drehstrommotors am elektrischen Netz müssen die Daten auf dem Leistungsschild des Motors mit der Netzspannung und der Netzfrequenz übereinstimmen.

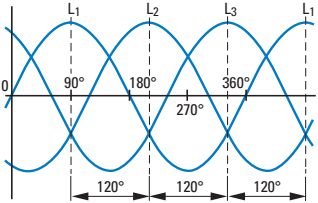
Der Anschluss erfolgt dabei standardmäßig über sechs Schraubenverbindungen im Klemmkasten des Motors und entsprechend der Netzspannung in der sogenanten Stern- oder Dreieckschaltung.



Der Drehsinn eines Motors wird immer mit Blick auf die Antriebswelle des Motors angegeben (Antriebsseite). Bei Motoren mit zwei Antriebswellen ist diese Antriebsseite mit D (= Drives) gekennzeichnet, die Nichtantriebsseite mit N (= No drives).



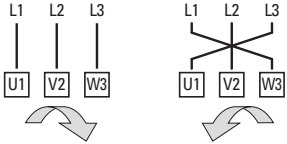
Unabhängig von der Schaltungsart und der Ausprägung des Drehstrom-Asynchronmotors sind die Anschlüsse so gekennzeichnet, dass in alphabetischer Reihenfolge (z. B. U1, V1, W1) bei Anschluss der Netzspannung in zeitlicher Phasenfolge (L1, L2, L3) der Rechtslauf bewirkt wird.



Beim Drehstrom-Asynchronmotor sind drei Wicklungsstränge um jeweils 120°/p (p = Polpaarzahl) gegeneinander versetzt angeordnet. Beim Aufschalten einer dreiphasigen, um jeweils 120° zeitlich verschobenen Wechselspannung wird im Motor ein Drehfeld erzeugt.

Durch Induktionswirkung werden in der Läuferwicklung Drehfeld und Drehmoment gebildet. Die Drehzahl des Motors ist hierbei abhängig von der Polpaarzahl und der Frequenz der speisenden Spannung. Die Drehrichtung kann durch den Wechsel zweier Anschlussphasen umgekehrt werden.

Rechtslauf (FWD) Linkslauf (REV)



FWD = forward run (Rechtsdrehfeld)
REV = reverse run (Linksdrehfeld)

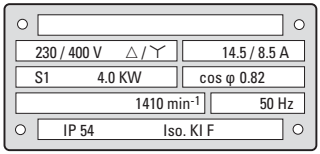
Angaben auf dem Leistungsschild

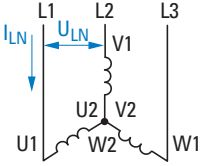
Die elektrischen und mechanischen Bemessungsdaten des Motors müssen auf seinem Leistungsschild dokumentiert sein (IEC 34-1, VDE 0530). Die Bemessungsdaten auf dem Leistungsschild beschreiben den stationären Betrieb des Motors im Bereich des Arbeitspunktes (M_N, z. B. bei 400 V und 50 Hz). In der Phase des Motorstarts sind die Betriebsdaten instabil.

Die folgenden Beispiele zeigen die Leistungsschilder für zwei Motoren mit einer Motorwellenleistung von 4 kW und deren Anschlussschaltungen an einem dreiphasigen Wechselstromnetz mit 400 V und 50 Hz.

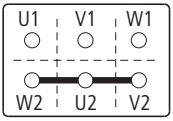
Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen der Antriebstechnik

Sternschaltung



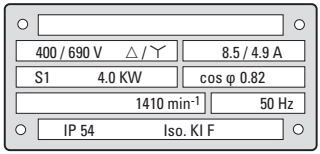


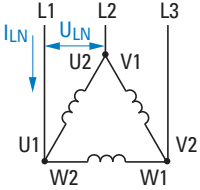
$U_{LN} = \sqrt{3} \times U_W$, $I_{LN} = I_W$



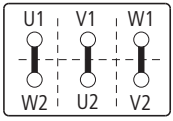
- Mit der Spannungsangabe 230/400 V muss dieser Motor in der Sternschaltung am Drehstromnetz (U_{LN} = 400 V) angeschlossen werden.
- Die Spannung jeder Motorwicklung ist für 230 V ausgelegt. Die Wicklungen müssen daher in Reihe an die Phasenspannung (400 V) geschaltet werden.
- Die drei Wicklungsenden (W2-U2-V2) sind im Klemmkasten zum sogenannten Sternpunkt zusammengeschaltet. Die Spannung der einzelnen Phasen zum Sternpunkt beträgt 230 V (= U_W).

Dreieckschaltung





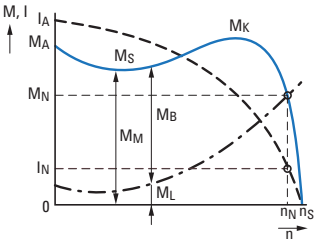
$U_{LN} = U_W$, $I_{LN} = \sqrt{3} \times I_W$



- Mit der Spannungsangabe von 400/690 V muss dieser Motor in der Dreieckschaltung am Drehstromnetz (U_{LN} = 400 V) angeschlossen werden.
- Jede Motorwicklung ist hier für die maximale Phasenspannung von 400 V ausgelegt und kann direkt angeschlossen werden.
- Die Wicklungsenden sind im Klemmkasten zusammengeschaltet (U1 – W2, V1 – U2, W1 – V2) und direkt mit den einzelnen Phasen verbunden.

Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen der Antriebstechnik

Anlaufkennlinien
Die nachfolgende Abbildung zeigt die charakteristischen Anlaufkennlinien eines Drehstrom-Asynchronmotors.



I_A: Anlaufstrom
I_N: Nennstrom im Arbeitspunkt
M_A: Anlaufmoment
M_B: Beschleunigungsmoment ($M_M > M_L$)
M_K: Kippmoment
M_L: Lastmoment
M_M: Motormoment
M_N: Nennmoment (stabiler Arbeitspunkt, Schnittpunkt der Drehmoment-kennlinie mit der Lastkennlinie)
M_S: Sattelmoment
n: Drehzahl (aktueller Wert)
n_N: Nenndrehzahl im Arbeitspunkt
n_S: synchrone Drehzahl ($n_S - n_N$ = Schlupfdrehzahl s)

Synchrone Drehzahl:

$$n_s = \frac{f}{p}$$

Schlupfdrehzahl in %:

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100\%$$

Drehzahl eines Asynchronmotors:

$$n = \frac{f}{p} \cdot (1 - s)$$

f: Frequenz der Spannung in Hz (= s^{-1})
n: Drehzahl in min^{-1}
p: Polpaarzahl
s: Schlupfdrehzahl in min^{-1}

Elektrische Leistung:

$$P_1 = U \times I \times \sqrt{3} \times \cos\varphi$$

P_1: elektrische Leistung in W
U: Bemessungsspannung in V
I: Bemessungsstrom in A
cos φ: Leistungsfaktor

Motorleistung (Größengleichung):

$$P_2 = \frac{M_N \times n}{9550}$$

P_2: mechanische Wellenleistung in kW
M_N: Nennmoment in Nm
n: Drehzahl in min^{-1}

Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

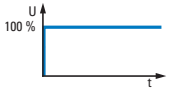
Gegenüberstellung der Startvarianten
Die Merkmale der auf Seite 2-2 beschriebenen Startvarianten ① bis ④ sind auf den folgenden Seiten 2-6 und 2-7 dargestellt.

Die Grafiken zeigen dabei typische Kennlinienverläufe.

Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen der Antriebstechnik

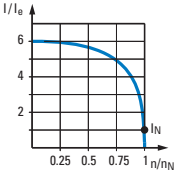
Direkter Motorstart ①

Spannungsverlauf



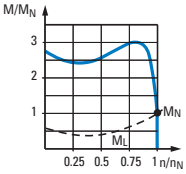
- Netzbelastung hoch

Stromverlauf



- Relativer Anlaufstrom
  4 bis 8 x I_e (abhängig vom Motor)

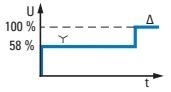
Drehmomentverlauf



- Relatives Anlaufmoment
  1,5 bis 3 x M_N (abhängig vom Motor)
- Merkmale:
  – starke Beschleunigung bei hohem Anlaufstrom
  – hohe mechanische Belastung
- Anwendungsbereich:
  Antriebe an starken Netzen, die hohe Anlaufströme (-Momente) zulassen

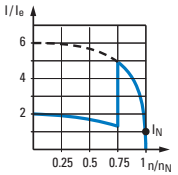
Stern-Dreieck-Starter ②

Spannungsverlauf



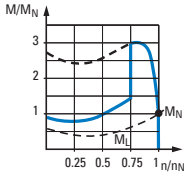
- Netzbelastung mittel

Stromverlauf



- Relativer Anlaufstrom
  1,3 bis 3 x I_e (~ ⅓ gegenüber Direktstart)

Drehmomentverlauf

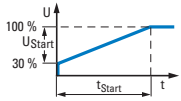


- Relatives Anlaufmoment
  0,5 bis 1 x M_N (~ ⅓ gegenüber Direktstart)
- Merkmale:
  – Anlauf mit reduziertem Strom und Drehmoment
  – Strom-, Momentspitze bei Umschalten
- Anwendungsbereich:
  Antriebe, die erst nach dem Anlauf belastet werden

Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen der Antriebstechnik

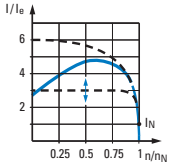
Softstarter ③

Spannungsverlauf



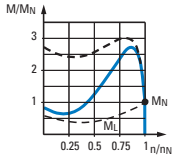
- Netzbelastung gering bis mittel

Stromverlauf



- Relativer Anlaufstrom
  2 bis 6 x I_e (reduziert durch Spannungssteuerung)

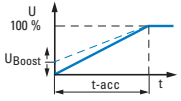
Drehmomentverlauf



- Relatives Anlaufmoment
  0,1 bis 1 x M_N ($M \sim U^2$, quadratisch einstellbar durch Spannungssteuerung)
- Merkmale:
  – einstellbare Anlaufcharakteristik
  – gesteuerter Auslauf möglich
- Anwendungsbereich:
  Antriebe mit angepaßtem Startverhalten an die Arbeitsmaschine.

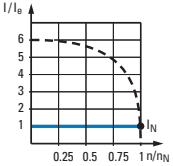
Frequenzumrichter ④

Spannungsverlauf



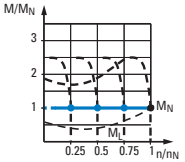
- Netzbelastung gering

Stromverlauf



- Relativer Anlaufstrom
  ≦ 1 bis 2 x I_e (einstellbar)

Drehmomentverlauf



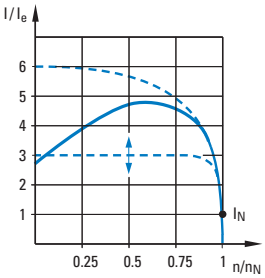
- Relatives Anlaufmoment
  ~ 0,1 bis 2 x M_N ($M \sim U/f$, einstellbares Drehmoment)
- Merkmale:
  – hohes Moment bei geringem Strom
  – einstellbare Anlaufcharakteristik
- Anwendungsbereich:
  Antriebe, die eine geführte und stufenlose Drehzahlverstellung erfordern.

Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen zum Softstarter

Softstarter

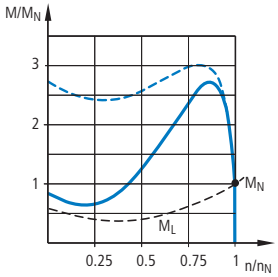
Softstarter sind elektronische Geräte für den sanften Start von Drehstrommotoren; sie werden daher auch elektronische Sanftanlasser genannt. Softstarter müssen die Produktnorm IEC/EN 60947-4-2 erfüllen.

In der Startphase eines Motors steuert ein Softstarter durch Phasenanschnitt die Versorgungsspannung stufenlos und kontinuierlich bis zum Bemessungswert (U_{LN}). Durch diese Spannungssteuerung wird der Anlaufstrom begrenzt, da sich der Motorstrom proportional zur Motorspannung verhält. Mit dem daraus resultierenden, stoßfreien Drehmomentanstieg passt sich der Motor dem Lastverhalten der Maschine an.

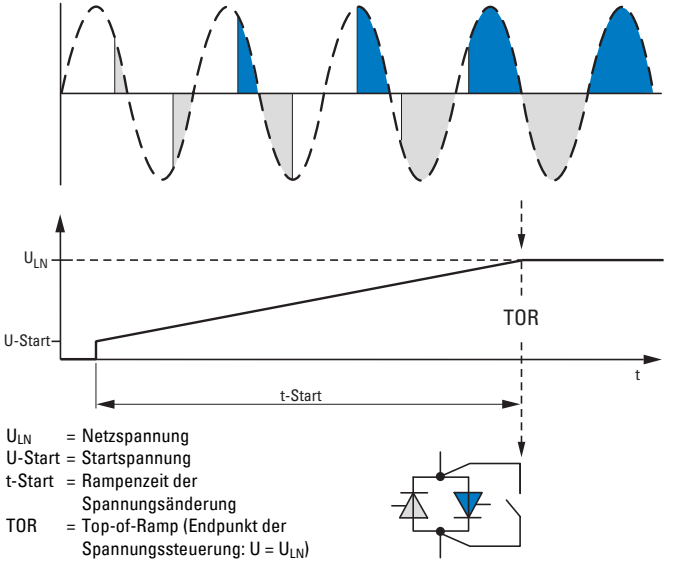


Die mechanischen Betriebsmittel einer solchen Antriebseinheit werden somit besonders schonend beschleunigt. Dies beeinflusst Lebensdauer, Betriebsverhalten und Arbeitsabläufe positiv und vermeidet negative Einflüsse wie beispielsweise:

- Aufschlagen von Zahnflanken im Getriebe
- Druckstöße in Rohrleitungssystemen
- Durchrutschen von Keilriemen
- Ruckeffekte bei Transporteinrichtungen



Nach Ablauf der zeitlich geführten Spannungsänderung (TOR = Top-of-Ramp) kann die Phasenanschnittsteuerung für den statischen Dauerbetrieb durch sogenannte Bypass-Kontakte überbrückt werden. Durch den deutlich geringeren Übergangswiderstand der mechanischen Schaltkontakte gegenüber den Leistungshalbleitern wird die Verlustleistung im Softstarter reduziert und die Lebensdauer der Leistungshalbleiter verlängert.



U_{LN} = Netzspannung
U-Start = Startspannung
t-Start = Rampenzeit der Spannungsänderung
TOR = Top-of-Ramp (Endpunkt der Spannungssteuerung: $U = U_{LN}$)

Hinweis

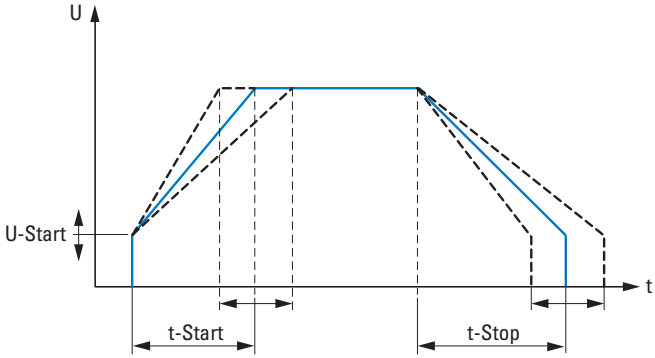
Die Hochlaufzeit eines Antriebs mit einem Softstarter ist stets abhängig von den Last- und Reibmomenten. Bei der Inbetriebnahme eines solchen Antriebssystems sollte daher zuerst das erforderliche Losbrechmoment über die Startspannung (U-Start) eingestellt und dann eine möglichst kurze Rampenzeit (t-Start) für die lineare Spannungsänderung ermittelt werden.

Neben dem zeitlich geführten Start eines Motors ermöglicht der Softstarter auch eine zeitlich geführte Verringerung der Motorspannung und damit einen geführten Motorstopp. Eine solche Stoppfunktion wird überwiegend bei Pumpen zur Verhinderung von Druckwellen (Wasserschlag) eingesetzt. Ebenso können auch ruckartige Belastungen und damit der Verschleiß bei Ketten- und Riemenantrieben sowie in Lagern und Getrieben vermindert werden.

Hinweis

Die eingestellte Rampenzeit bei der Verzögerung (t-Stop) muss größer als die lastabhängige freie Auslaufzeit der Maschine sein.

Steuerung der Motorspannung



Das Verhältnis von Überlaststrom zu Bemessungsstrom, die Summe der Zeiten für den gesteuerten Überlaststrom sowie Einschaltdauer und Startzyklus bilden das Überlaststromprofil eines Softstarters; diese Daten sind gemäß IEC/EN 60947-4-2 auf dem Leistungsschild dokumentiert.

Beispiel
55A: AC-53a: 3-5 : 75-10

55A = Bemessungsstrom des Softstarters

AC-53a = Lastzyklus gemäß IEC/EN 60947-4-2

3 = 3-facher Überstrom beim Start (3 × 55 A = 165 A)

5 = Überstromdauer in Sekunden

75 = Einschaltdauer in Prozent innerhalb des Lastzyklus

10 = Anzahl der zulässigen Starts pro Stunde

Andere Überlastzyklen und Schalthäufigkeiten können berechnet werden.

Angaben hierzu sind im Handbuch eines Softstarters dokumentiert.

Hinweis

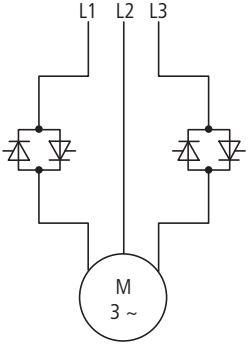
Für die Leistungshalbleiter im Softstarter stellt die geführte Verzögerung eine vergleichbare Belastung wie beim Startvorgang dar. Wird beispielsweise bei einem Softstarter mit maximal 10 zulässigen Starts pro Stunde die Verzögerungsrampe aktiviert, reduzieren sich die zulässigen Starts auf 5 pro Stunde (plus 5 Stopps innerhalb dieser Stunde).

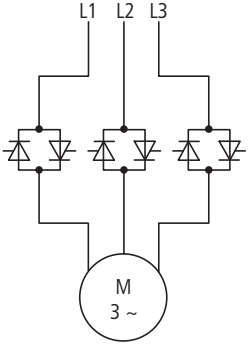
Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen zum Softstarter

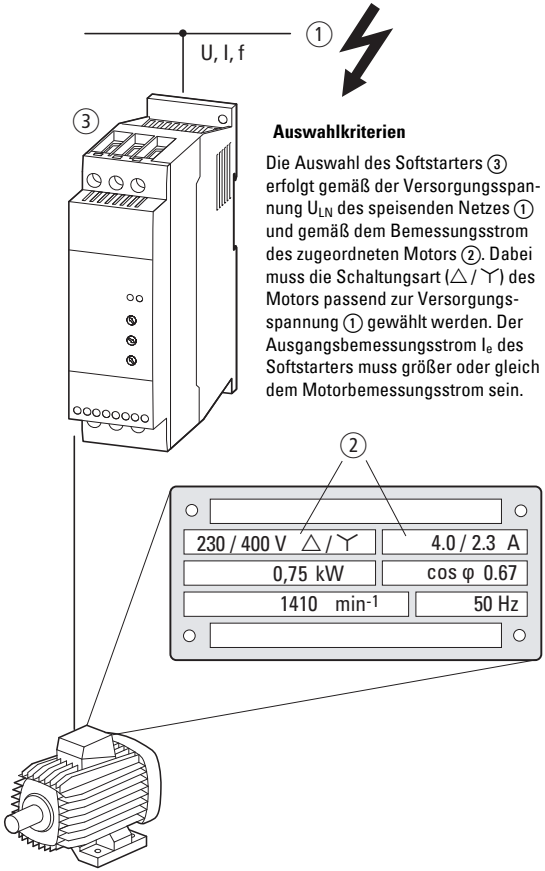
Ausführungsvarianten

Generell werden bei Softstartern zwei Ausführungsvarianten unterschieden:

- Zweiphasig gesteuerte, elektronische Sanftanlasser für einfache Aufgaben:
  - Der Einsatz ist auf kleine und mittlere Leistungen (< 250 kW) begrenzt.
  - Einfach in der Handhabung mit geringen Einstellmöglichkeiten und zeitlich geführten Spannungsrampen.
  - Für einfache Anwendungen, die auf ruckfreien Betrieb in der Startphase Wert legen.
  - Sie sind eine preiswerte Alternative zum Stern-Dreieck-Starter.
  - Nur in der sogenannten In-Line-Schaltung einsetzbar.
- Dreiphasig gesteuerte, elektronische Sanftanlasser für anspruchsvolle Aufgaben:
  - Für mittleren und hohen Leistungsbereich bis 800 kW als Kompaktgeräte
  - Die Geräte verfügen über eine einstellbare Strombegrenzung und integrierte Motorschutzfunktionen.
  - Sie haben voreingestellte Applikationskennlinien und sind parametrierbar zur Optimierung der Maschinen-Startfunktionen.
  - Mit Steuereingängen, Meldekontakten und optionalen Feldbusanschaltungen ermöglichen sie vielfältige Kommunikationsmöglichkeiten.
  - Sie können in der In-Line- sowie in der In-Delta-Schaltung eingesetzt werden. Beispiel siehe DM4 → Seite 2-57







Auswahlkriterien

Die Auswahl des Softstarters ③ erfolgt gemäß der Versorgungsspannung U_{LN} des speisenden Netzes ① und gemäß dem Bemessungsstrom des zugeordneten Motors ②. Dabei muss die Schaltungsart (△ / Y) des Motors passend zur Versorgungsspannung ① gewählt werden. Der Ausgangsbemessungsstrom I_e des Softstarters muss größer oder gleich dem Motorbemessungsstrom sein.

Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen zum Softstarter

Auswahlkriterien

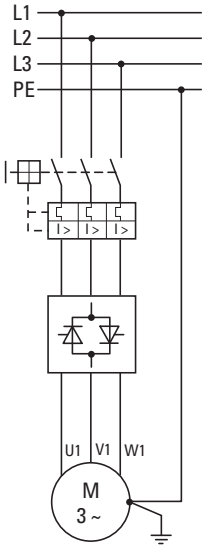
Für die Auswahl des Antriebs müssen folgende Kriterien bekannt sein:

- Art des Motors (Drehstrom-Asynchronmotor)
- Netzspannung = Bemessungsspannung des Motors (z. B. 3 ~ 400 V)
- Motorbemessungsstrom (Richtwert, abhängig von der Schaltungsart und der Anschlussspannung)
- Lastmoment (quadratisch, linear)
- Anlaufmoment
- Umgebungstempertatur (Bemessungswert +40 °C).

Die Auslegung der Schalt- und Schutzgeräte (elektromechanische Komponenten) im Hauptstromkreis des Motorabgangs erfolgt gemäß dem Bemessungsbetriebsstrom (I_e) des Motors und der Gebrauchskategorie AC-3 (Norm IEC 60947-4-1).

Die Gebrauchskategorie lautet hier AC-53a (Norm IEC/EN 60947-4-2).

- AC-3 = Käfigläufermotoren: Anlassen und Ausschalten während des Laufs
- AC-53a = Steuern eines Käfigläufermotors mit elektronischem Sanftanlauf: 8-Stunden-Betrieb mit Anlaufströmen für Startvorgänge, Einstellungen, Betrieb



Motorabgang mit Softstarter DS7 kombiniert mit PKZM0 in In-Line-Schaltung

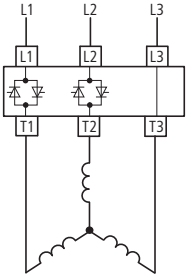
Zulässige Anschlussschaltungen des Motors

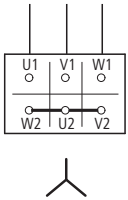
Drehstrom-Asynchronmotoren dürfen an einem Softstarter, in Abhängigkeit von der Netzspannung, in der Stern- oder Dreieckschaltung angeschlossen werden.

Beispiel

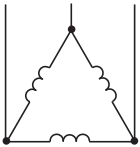
Zweiphasig gesteuerter Softstarter (DS7)

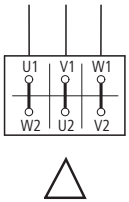
Sternschaltung





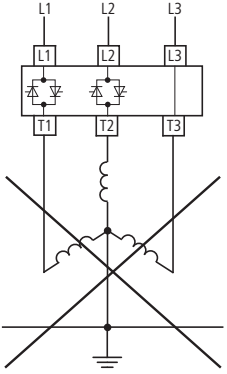
Dreieckschaltung





Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen zum Softstarter

Hinweis
Mittelpunktgeerdete Drehstrommotoren (Sternschaltung) dürfen nicht an einem zweiphasig gesteuerten Softstarter angeschlossen werden, da hier eine Phase direkt an die Netzspannung geschaltet ist und den Motor unzulässig erwärmt.

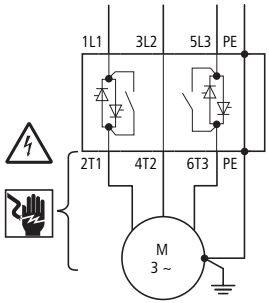


Achtung!
Nicht zulässig

Gefahr!
Gefährliche Spannung.
Lebensgefahr oder schwere Verletzungsgefahr.
Softstarter sind im Leistungsteil mit Halbleitern (Thyristoren) aufgebaut. Bei anliegender Versorgungsspannung (U_{LN}) liegt auch im AUS-/STOP-Zustand am Ausgang zum Motor gefährliche Spannung an.

Dieser Warnhinweis gilt für alle Ausprägungen von Softstartern.

Beispiel
Zweiphasig gesteuerter Softstarter



Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen zum Softstarter

Softstarter und Zuordnungsarten nach IEC/EN 60947-4-3

Nach IEC/EN 60947-4-3, 8.2.5.1 sind folgende Zuordnungsarten definiert:

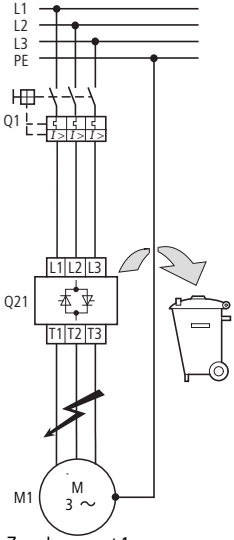
Zuordnungsart 1
Bei Zuordnungsart 1 darf das Gerät im Kurzschlussfall Personen und Anlage nicht gefährden und braucht für den weiteren Betrieb ohne Reparatur und Teileerneuerung nicht geeignet zu sein.

Zuordnungsart 2
Bei Zuordnungsart 2 darf das Gerät im Kurzschlussfall Personen und Anlage nicht gefährden und muss für den weiteren Betrieb geeignet sein. Für Hybrid-Steuergeräte und -Schütze besteht die Gefahr der Kontaktverschweißung. Für diesen Fall muss der Hersteller Wartungsanweisungen geben.

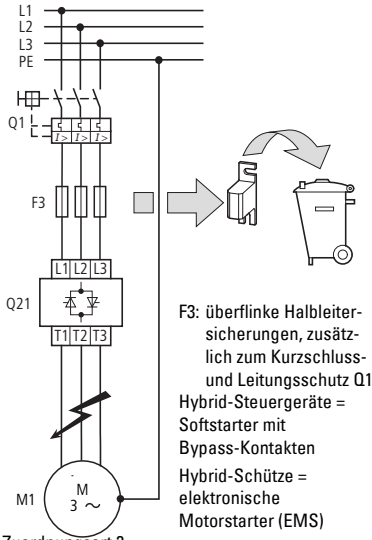
Das zugeordnete Sicherungsorgan (SCPD = Short-Circuit Protection Device) muss bei Kurzschluss auslösen. Im Falle einer Schmelzsicherung muss diese ausgetauscht werden. Dies zählt zum normalen Betrieb der Sicherung, auch für Zuordnungsart 2.

Hinweis

Überflinke Halbleitersicherungen immer direkt vor den Leistungshalbleitern anordnen (kurze Leitungslängen).



Zuordnungsart 1



Zuordnungsart 2

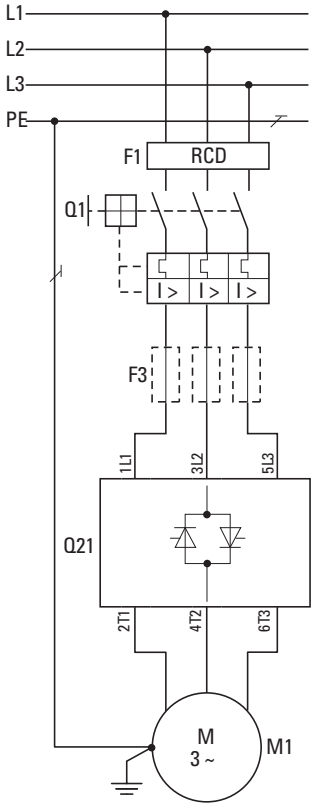
F3: überflinke Halbleitersicherungen, zusätzlich zum Kurzschluss- und Leitungsschutz Q1
Hybrid-Steuergeräte = Softstarter mit Bypass-Kontakten
Hybrid-Schütze = elektronische Motorstarter (EMS)

2

Fehlerstromschutzeinrichtungen

Fehlerstromschutzeinrichtungen (FI-Schutzschalter) – auch als RCD (Residual Current Device) oder Reststromschutzgeräte bezeichnet – schützen Personen und Nutztiere gegen das Vorhandensein (nicht das Entstehen!) von unzulässig hohen Berührungsspannungen. Sie verhindern gefährliche und zum Teil tödliche Verletzungen bei Stromunfällen und dienen zusätzlich der Brandverhütung.

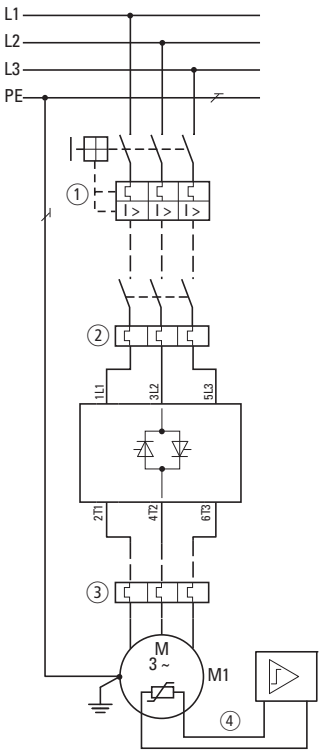
Bei einem Softstarter können Standard-Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD Typ A) mit bis zu 30 mA und höher eingesetzt werden.



F1: Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD)
F3: optionale Halbleitersicherungen für Zuordnungsart 2
M1: Motor
Q1: Leitungsschutz + Motorschutz
Q21: Softstarter

Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen zum Softstarter

Motorschutz



Der Motorschutz schützt den Drehstrom-Asynchronmotor vor thermischer Überlastung aufgrund mechanischer Überlastung oder beim Ausfall eines bzw. zweier Anschlussleiter.

Es gibt zwei grundlegende Arten, den Drehstrommotor im Betrieb vor Überlast zu schützen:

- Überwachung der Stromaufnahme (Motorschutzschaltung, Motorschutzrelais bzw. Bimetallrelais)
- direkte Überwachung der Temperatur in der Motorwicklung (PTC, Thermistor, Kaltleiter)

① Motorschutzschalter (PKZ, PKE, NZM), Abschaltung mit manueller Entriegelung
② Motorschutzrelais (ZB, ZEB) – hier in Kombination mit einem Schütz
③ Motorschutzrelais (ZB, ZEB) zur Meldung der thermischen Überlast
④ Thermistor-, PTC- oder Kaltleiterschutz in der Motorwicklung mit externem Melderelais (EMT)

Hinweis

Die Kombination der stromüberwachenden Motorschutzvarianten ①, ② oder ③ mit der temperaturüberwachenden Variante ④ bezeichnet man auch als Motorvollschutz.

Hinweis

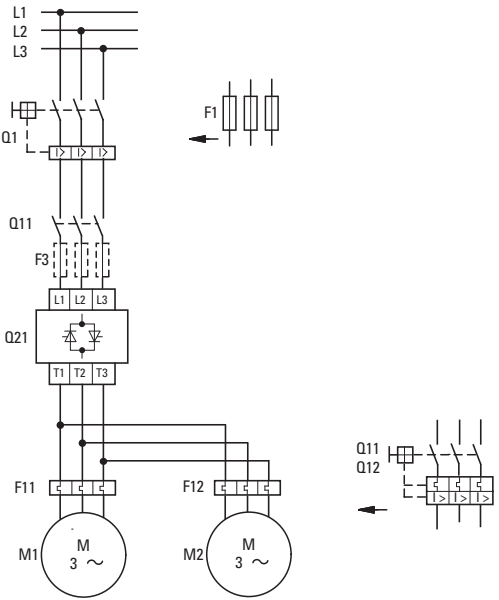
Nach Auslösen eines Motorschutzes können der Softstarter und das Schutzorgan erst nach Abkühlung erneut eingeschaltet werden. Die Wiederbereitschaftszeit ist abhängig vom thermischen Zustand.

Parallelschalten von Motoren an einem Softstarter

Mit einem Softstarter können mehrere parallel geschaltete Motoren gemeinsam gestartet werden. Das Startverhalten der einzelnen Motoren kann dabei nicht beeinflusst werden.

Hinweise

- Die Stromaufnahme aller angeschlossenen Motoren darf den Bemessungsbetriebsstrom I_e des Softstarters nicht überschreiten.
- Jeder Motor muss einzeln gegen thermische Überlast geschützt werden, z. B. Thermistoren und/oder Bimetallrelais (F11, F12). Alternativ können hier auch Motorschutzschalter (Q11, Q12) eingesetzt werden.
- Es empfiehlt sich, diese Schaltungsvariante nur mit Motoren gleicher Größe auszuführen (maximale Abweichung: eine Leistungsgröße). Sind Motoren mit großen Leistungsunterschieden (z. B. 1,5 kW und 11 kW) am Ausgang eines Softstarters parallelgeschaltet, können während des Starts Probleme auftreten. Unter Umständen kann der Motor mit der geringeren Motorleistung das geforderte Drehmoment nicht aufbringen. Ursache sind die relativ großen ohmschen Widerstandswerte im Stator dieser Motoren. Sie benötigen während des Starts eine höhere Spannung.
- Der letzte Motor darf im Betrieb nicht abgeschaltet werden, da die dabei auftretenden Spannungsspitzen zu einer Schädigung der elektronischen Bauelemente im Softstarter und damit zu dessen Ausfall führen können.



F11, F12: Motorschutz (Bimetallrelais) oder Motorschutzschalter (Q11, Q12)

F3: überflinke Halbleiter-sicherungen (optional, zusätzlich zu Q1 bzw. F1)

Q1 oder F1: Kurzschluss- und Leitungs-schutz

Drehstrom-Schleifringläufermotor an einem Softstarter

Bei der Umrüstung bzw. Modernisierung älterer Anlagen können Softstarter auch die Funktion der Schütze und Läuferwiderstände bei mehrstufigem Drehstrom-Läufer-Selbstanlasser ersetzen. Dazu werden die Läuferwiderstände und zugeordnete Schütze entfernt und die Schleifringe des Läufers am Motor kurzgeschlossen. Der Softstarter wird anschließend in die Zuleitung eingeschaltet. Der Motorstart erfolgt dann stufenlos.

→ Abbildung, Seite 2-23

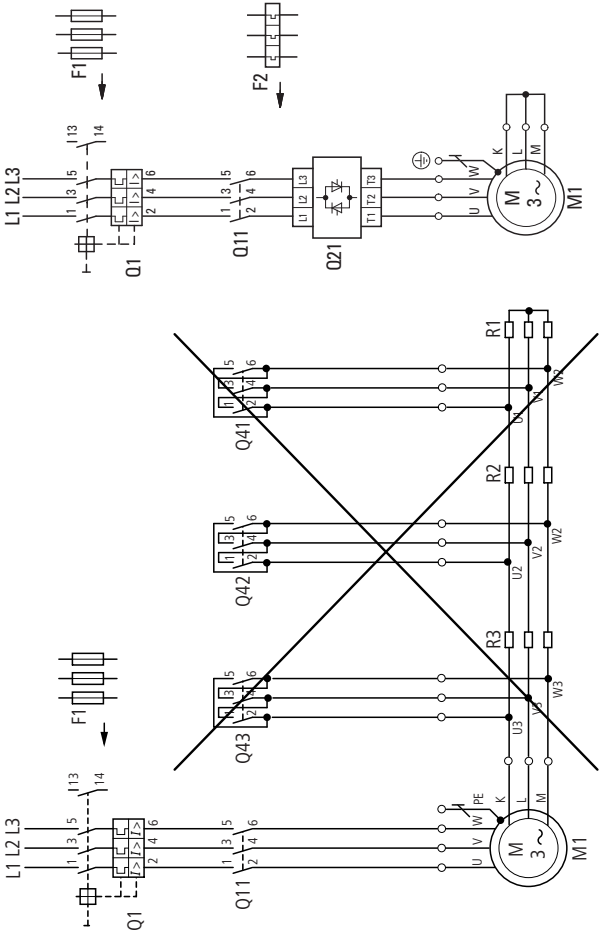
Hinweise

- Schleifringläufermotoren entwickeln ein hohes Anlaufmoment bei kleinerem Anlaufstrom. Sie können somit unter Nennlast anlaufen – dies muss bei der Auswahl eines Softstarters berücksichtigt werden. Nicht in jeder Applikation kann der Softstarter die Läuferwiderstände ersetzen.
- Je nach Ausprägung des Motors kann es erforderlich sein, dass die letzte Widerstandsgruppe fest am Schleifringläufer-Anschluss (K-L-M) angeschlossen bleibt.

Q1: Leitungs- und Motorüberlastschutz
oder
F1: Leitungsschutz und
F2: Überlastschutz für den Motor erforderlich (Thermistor, Bimetallrelais), wenn der Softstarter (Q21) diese Funktion nicht beinhaltet. Beispiel: Bimetallrelais F2 in Kombination mit Schütz Q11.
M1: Schleifringläufermotor

Elektronische Motorstarter und Drives

Grundlagen zum Softstarter



2

Motoren mit Kompensationskondensatoren

Drehstrommotoren beziehen als ohmsche-induktive Verbraucher Blindleistung aus dem Netz. Diese Blindleistung kann mit Hilfe von parallel zum Motor geschalteten Kondensatoren (C_x) kompensiert werden ① (verbesserter Leistungsfaktor cos φ).

Vorsicht

Im Ausgang eines Softstarters dürfen keine kapazitiven Lasten (Kondensatoren) angeschlossen werden ②. Der Softstarter würde dadurch beschädigt.

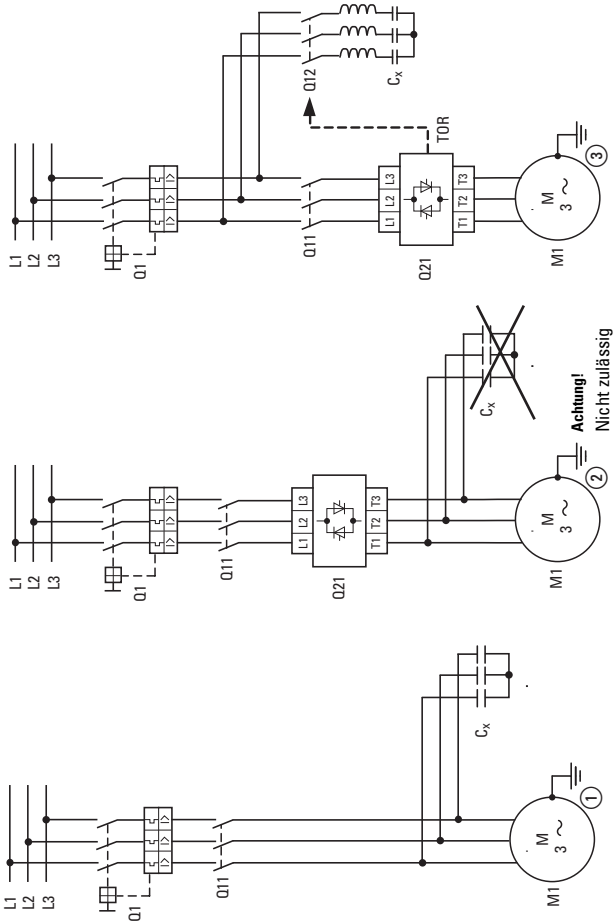
Sollen Kondensatoren zur Blindleistungskompensation und damit zur Verbesserung des Leistungsfaktors verwendet werden, müssen sie auf der Netzseite des Softstarters angeschlossen werden ③.
Wird der Softstarter zusammen mit einem Trenn- bzw. Hauptschütz (Q11) eingesetzt, müssen bei offenen Schützkontakten die Kondensatoren vom Softstarter abgetrennt sein (Q12).

Die nachfolgende Abbildung ③ zeigt eine betriebssichere Anordnung. Die Kompensationskondensatoren werden dabei über ein Kondensator-Schütz (Q12) geschaltet. Die Steuerung des Kondensator-Schützes erfolgt über das TOR-Signal (Top-of-Ramp) des Softstarters. Während der kritischen Start- und Stopp-Zeiten (Phasenanschnittsteuerung) sind die Kondensatoren vom Netz getrennt.

Hinweis

In Netzen mit elektronisch gesteuerten Verbrauchern (z. B. Softstartern) sollten die Kompensationseinrichtungen immer mit einer Reiheninduktivität geschaltet sein.

C_x: Kondensatoren zur Blindleistungskompensation
Q1: Motorschutzschalter
Q11: Netzschütz
Q12: Kondensatorschütz
Q21: Softstarter
M1: Drehstrom-Asynchronmotor

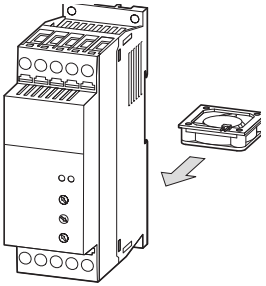

L1
L2
L3
Q1
Q11
Q12
Q21
M1
M
3 ~
TOR
C_x
Achtung!
Nicht zulässig
1
2
3

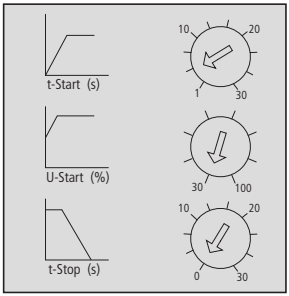
Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DS7

Produktmerkmale DS7

- Zweiphasig gesteuerter Softstarter, erfüllt die Produktnorm IEC/EN 60947-4-2
- Leistungsteil und Steuerteil sind galvanisch voneinander getrennt
- Leistungsteil:
  – Bemessungsbetriebsspannung: 200 – 480 V, -15 % /+10 %
  – Netzfrequenz: 50/60 Hz ±10 %
  – Überlastzyklus: AC53a: 3 – 5: 75 – 10
- Steuerspannung/Reglerversorgungsspannung:
  – DS7-340…: 24 V AC/DC, -15 %/+10 %
  – DS7-342…: 120 - 230 V AC, -15 %/+10 %
  – AC: 50/60 Hz ±10 %
  – Steuerspannung und Reglerversorgungsspannung haben stets gleiches Potenzial und Spannungsniveau.
- Relais-Kontakte (potenzialfrei)
  – TOR (Top-of-Ramp): 230 V AC, 1 A, AC-11
    In Baugröße 1 (bis 12 A) mit Potenzialanbindung an das Steuerteil
  – RUN (Betriebsmeldung): 230 V AC, 1 A, AC-11
    In Baugröße 1 (bis 12 A) ist dieser Relais-Kontakt nicht vorhanden.
- Umgebungstemperatur im Betrieb: -5 bis +40 °C, max. +60 °C mit Derating und Gerätelüfter
- Lastzyklus: 10 Starts pro Stunde, max. 40 Starts mit Derating und eingebautem Gerätelüfter (optional)
- Statusanzeige (LEDs)
  – RUN = Betriebsmeldung (grün)
  – Error = Fehlermeldung (rot)
- Parametrierung/Einstellung über drei frontseitig angeordnete Parameter

DS7 mit Gerätelüfter DS7-FAN-032





t-Start = Rampenzeit (1 - 30 s) für die Spannungserhöhung von dem Wert U-Start bis zur Netzspannung (U_{LN})

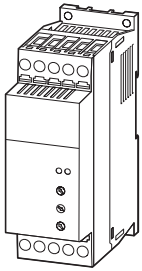
U-Start = Startspannung (30 - 100 %), beeinflusst das Drehmoment des Motors

t-Stop = Rampenzeit (0/1 - 30 s) für die Spannungsreduzierung von der Netzspannung (U_{LN}) bis auf den Wert von U-Start

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DS7

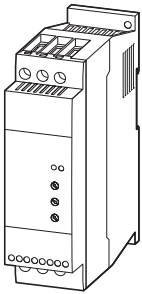
Baugrößen DS7

Baugröße 1 (4 bis 12 A)



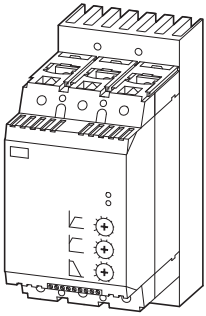
DS7-34…SX004…
DS7-34…SX007…
DS7-34…SX009…
DS7-34…SX012…

Baugröße 2 (16 bis 32 A)



DS7-34…SX016…
DS7-34…SX024…
DS7-34…SX032…

Baugröße 3 + 4 (41 bis 200 A)



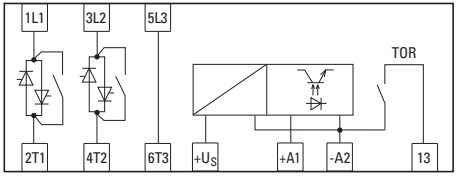
DS7-34…SX041…
DS7-34…SX055…
DS7-34…SX070…
DS7-34…SX081…
DS7-34…SX100…
DS7-34…SX135…
DS7-34…SX160…
DS7-34…SX200…

Dokumentation
Handbuch: MN03901001Z
Montageanweisungen:
IL03902003Z (für Baugröße 1)
IL03902004Z (für Baugröße 2)
IL03902005Z (für Baugröße 3 und 4)

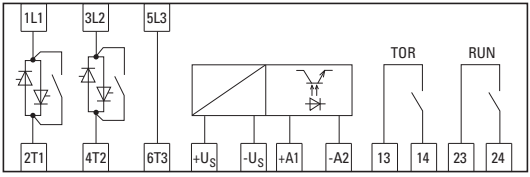
Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DS7

Leistungsbedingt weichen die Anzahl und Anordnung der Steuerklemmen sowie der Aufbau im Leistungsteil in den einzelnen Baugrößen voneinander ab.

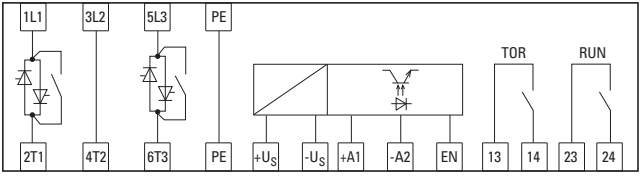
Baugröße 1 (4 bis 12 A)



Baugröße 2 (16 bis 32 A)



Baugröße 3 und 4 (41 bis 200 A)

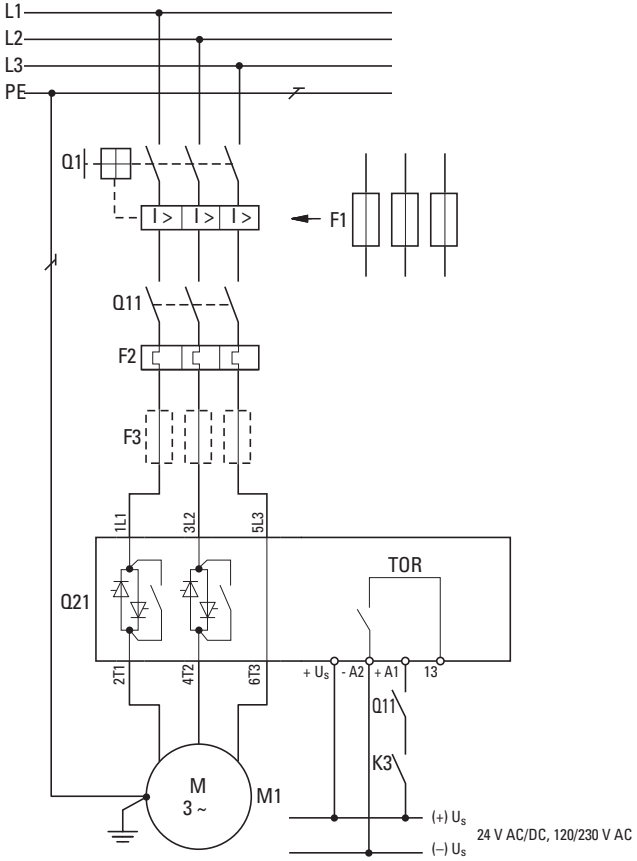


Elektronische Motorstarter und Drives

Anschlussbeispiel DS7

Standardanschluss mit vorgeschaltetem Netzschütz und Softstopp-Rampe

Standardanschluss mit Netzschütz, Baugröße 1 (4 bis 12 A)

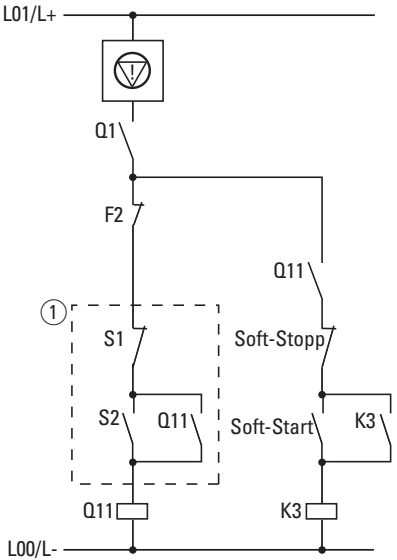


Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DS7

Ansteuerung mit Netzschütz

Q1, F1: Kurzschluss- und Leitungsschutz
Q11: Netzschütz
F2: Motorschutz
F3: optionale Halbleitersicherung für Zuordnungsart 2, zusätzlich zu Q1 bzw. F1
K3: Start/Stopp

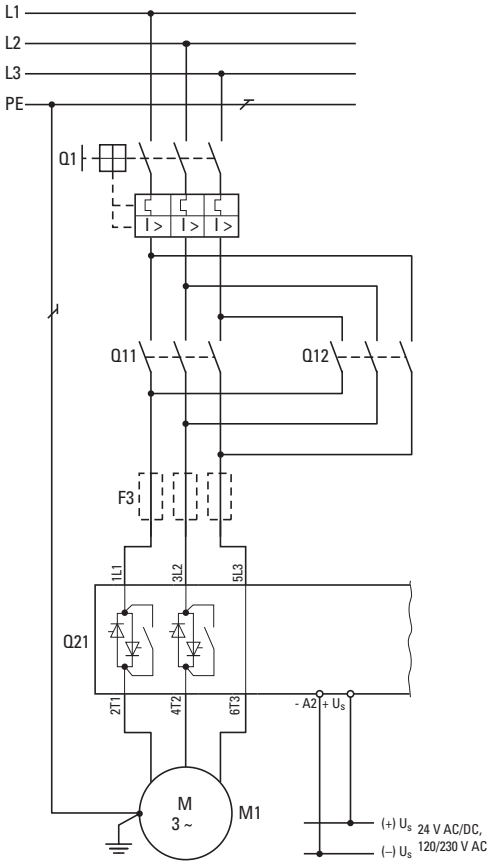
① optional – falls ein Stopp ohne Soft-Stopp gefordert wird
Einstellung: t-Stop > 0



Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DS7

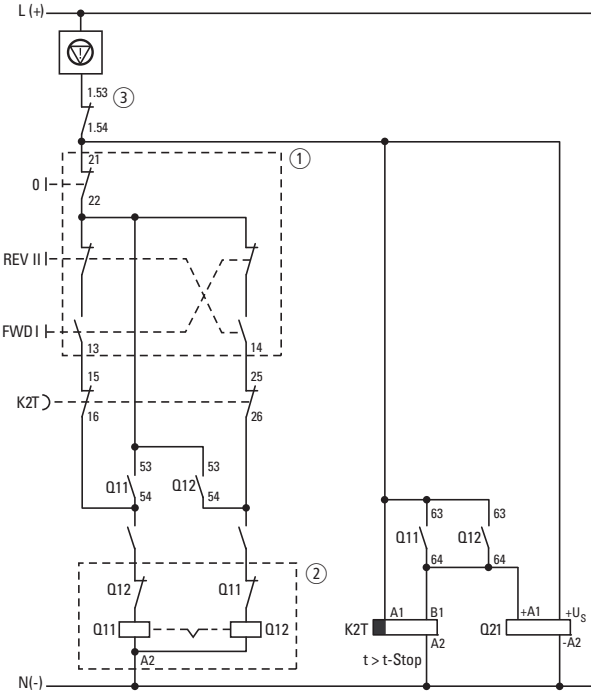
Drehrichtungsumkehr mit Softstopp-Rampe

Baugröße 1 (4 bis 12 A)



Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DS7

Ansteuerung Drehrichtungsumkehr



FWD = Rechtsdrehfeld (forward run)
REV = Linksdrehfeld (reverse run)
Q11= Netzschütz FWD
Q12 = Netzschütz REV

① Dreifachdrucktaster
② Wendestarter
③ Normalhilfsschalter

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DS7

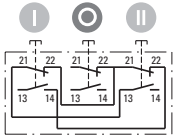
Ansteuerung Drehrichtungsumkehr

Hinweis

Die Steuerspannungen ($+U_S$) des Softstarters DS7 und der Schützsteuerung müssen gleiches Potenzial haben:
24 V DC/AC oder 120/230 V AC

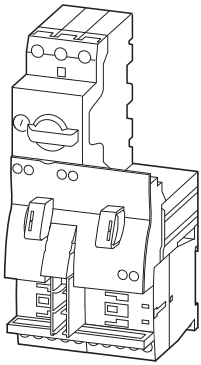
Q1, Q11, Q12 = Motorstarterkombination MSC-R ② ist ein Kompaktgerät mit elektrischer und mechanischer Verriegelung.

Q1 für Leitungs- und Motorschutz wird ergänzt um den Hilfsschalter NHI-E-10-PKZ0 ③.



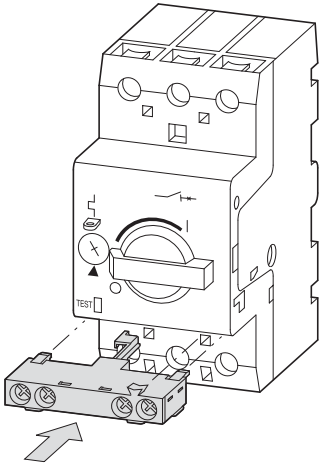
M22-I3-M1

① Schaltzeichen Dreifachdrucktaster



MSC-R-…

② Wendestarter



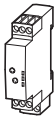
NHI-E-10-PKZ0

③ Normalhilfsschalter (grau)

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DS7



DIL-XHI20



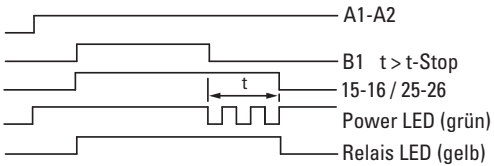
ETR2-11

Die beiden Wendeschütze Q11 und Q12 werden durch zwei Hilfsschalterbausteine DILA-XHI20 ergänzt.

Der Schließer 53/54 dient zur Selbsthaltung der Wendeschütze Q11 und Q12; Schließer 63/64 steuert das Zeitrelais K2T und den Softstarter Q21 an.

Die Drucktaster 0, I, II als Komplettgerät (M22-I3-M1) für den Aufbau ① ermöglichen den Drehrichtungswechsel über Stopp.

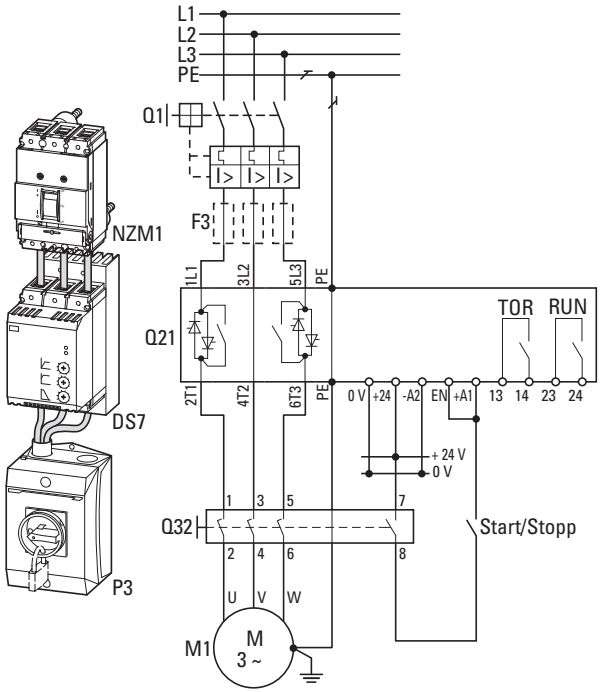
K2T ist ein rückfallverzögertes Zeitrelais (vom Typ ETR2) und simuliert hier das RUN-Signal. Die Rückfallzeit muss dabei größer als die beim Softstarter DS7 eingestellte Stopp-Zeit (t-Stop) sein. Ein Umschalten in die andere Drehrichtung ist erst nach Ablauf des hier eingestellten Wertes möglich.



Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DS7

Kompakter Motorstarter mit Wartungsschalter

Softstarter DS7, Leistungsschalter NZM1
und Wartungsschalter P3,
Baugröße 3 + 4 (41 bis 200 A)

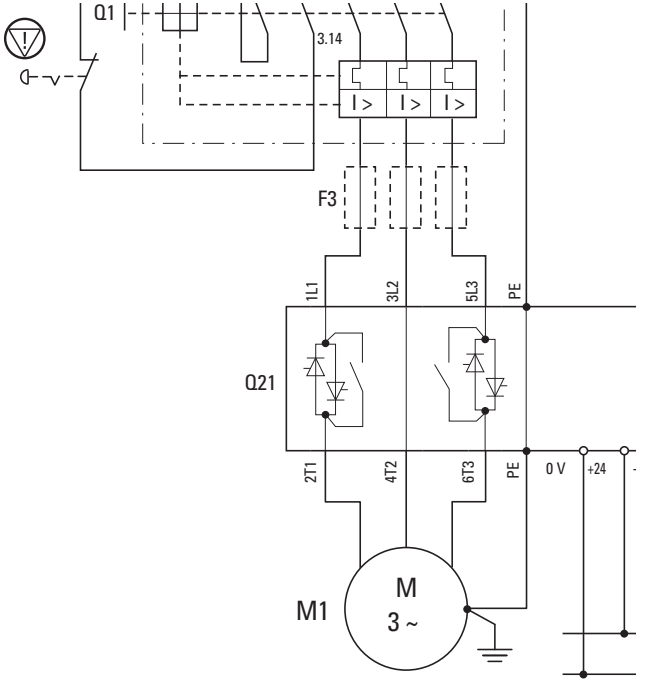


F3: überflinke Halbleitersicherung (optional für Zuordnungsart 2, zusätzlich zu Q1)
Q1: Leitungs- und Motorschutz
Q21: Softstarter DS7
Q32: Wartungsschalter (vor Ort)
M1: Drehstrommotor

Elektronische Motorstarter und Drives

Anschlussbeispiel DS7

Leistungsschalter NZM mit NOT-AUS-Funktion nach IEC/EN 60204 und VDE 0113-1, Baugröße 3 + 4 (41 bis 200 A)



- NOT-AUS
- F3: überflinke Halbleitersicherung (optional für Zuordnungsart 2, zusätzlich zu Q1)
- Q1: Leitungs- und Motorschutz (NZM1, NZM2)
- Q21: Softstarter DS7
- M1: Motor
- ① Steuerleitungsanschluss
- ② Unterspannungsauslöser mit voreilendem Hilfsschalter

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DS7

Bypass-Schaltung

Hinweis

Bei den Geräten der Reihe DS7-34… sind bereits Bypass-Kontakte eingebaut. Ein externer Bypass für den Dauerbetrieb mit einem Softstarter DS7 ist daher nicht erforderlich.

Bypass-Schaltung für Notbetrieb

Beim Betrieb von Pumpen ist eine der häufigsten Forderungen, mit dem Bypass-Schütz einen Notbetrieb fahren zu können. Mit einem Serviceschalter wird zwischen Softstarterbetrieb und Direktstarterbetrieb über ein Bypass-Schütz (Q22) ausgewählt. Der Softstarter wird dann komplett freigeschaltet. Wichtig dabei ist, dass der Ausgangskreis nicht im laufenden Betrieb geöffnet wird. Die Verriegelungen sorgen dafür, dass nur nach einem Stopp eine Umschaltung möglich ist. Eine elektrische und/oder mechanische Verriegelung der Schütze Q22 und Q31 gewährleistet einen sicheren Betriebszustand.

Hinweis

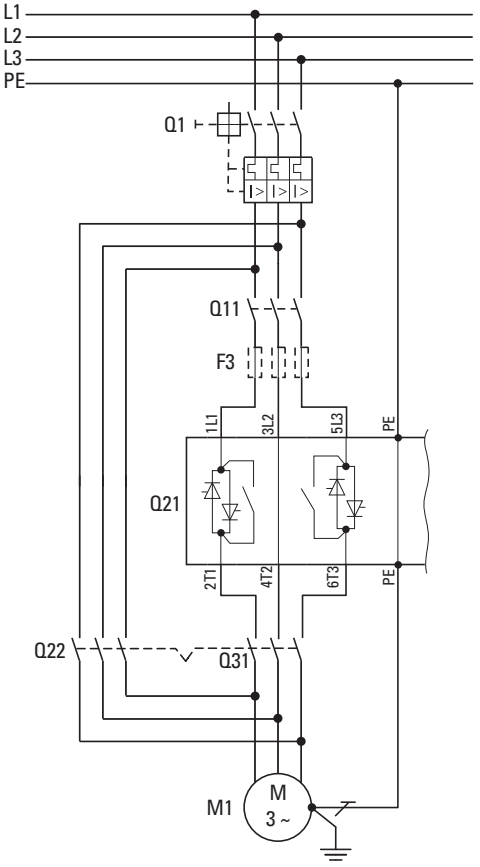
Im Gegensatz zum einfachen Bypass-Betrieb muss hier das Bypass-Schütz nach Gebrauchskategorie AC-3 ausgelegt werden.

F3: überflinke Halbleitersicherung (optional) für Zuordnungsart 2 (zusätzlich zu Q1)
Q1: Leitungs- und Motorschutz
Q11: Netzschütz (optional) zum Abtrennen im Notbetrieb
Q21: Softstarter
Q22: Bypass-Schütz
Q31: Motorschütz
M1: Motor

Elektronische Motorstarter und Drives

Anschlussbeispiel DS7

Leistungsteil DS7 ≧ 41 A mit Bypass-Notbetrieb (Beispiel Pumpe)



Elektronische Motorstarter und Drives

Anschlussbeispiel DS7

Ansteuerung mit Bypass-Notbetrieb (Pumpenbetrieb)

① Freigabe (Enable)
② Automatik-Betrieb (Softstarter)
③ Hand-/Bypass-Betrieb
④ Softstart/Softstopp
⑤ Bypass-Schütz

S1: Betriebsarten-Wahlschalter
S2: Aus
S3: Ein
S4: Stopp (Softstarter)
S5: Start (Softstarter)

Hinweis

Die hier abgebildete Steuerung kann auch für die Softstarter DS7 in der Baugröße 2 (16 bis 32 A) eingesetzt werden.

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DS7

Mehrere Motoren nacheinander mit einem Softstarter starten (Kaskadensteuerung)

Werden mehrere Motoren nacheinander mit einem Softstarter gestartet, so ist bei der Umschaltung folgende Reihenfolge zu beachten:

1. Mit Softstarter starten
2. Bypass-Schütz Qn2 durch TOR (Top-of-Ramp) einschalten
3. Softstarter sperren
4. Softstarterausgang mit Qn1 auf den nächsten Motor schalten
5. Erneut starten

Hinweise

- Beim Starten mehrerer Motoren mit einem Softstarter ist die thermische Belastung des Softstarters (Starthäufigkeit, Strombelastung) zu beachten. Sollen die Starts zeitlich dicht hintereinander liegen, so ist unter Umständen der Softstarter größer zu dimensionieren (das heißt, der Softstarter ist mit einem entsprechend höheren Lastspiel auszulegen).
- Aufgrund der thermischen Auslegung der Softstarter DS7 ist ein Start von mehreren Motoren mit einem Gerät der Reihe DS7 nur mit einem optionalen Lüfter zu empfehlen.

F3: überflinke Halbleitersicherung (optional für Zuordnungsart 2, zusätzlich zu Q1)
Q1: Leitungsschutz
Q2: Softstarter DS7
Qn1: Motorschütz (1, 2, n)
Qn2: Netz-Bypass-Schütz für Motor (1, 2, n)
Qn3: Motorschutz (Motorschutzschalter oder Bimetallrelais
Mn: Motor (1, 2, n)

Hinweise

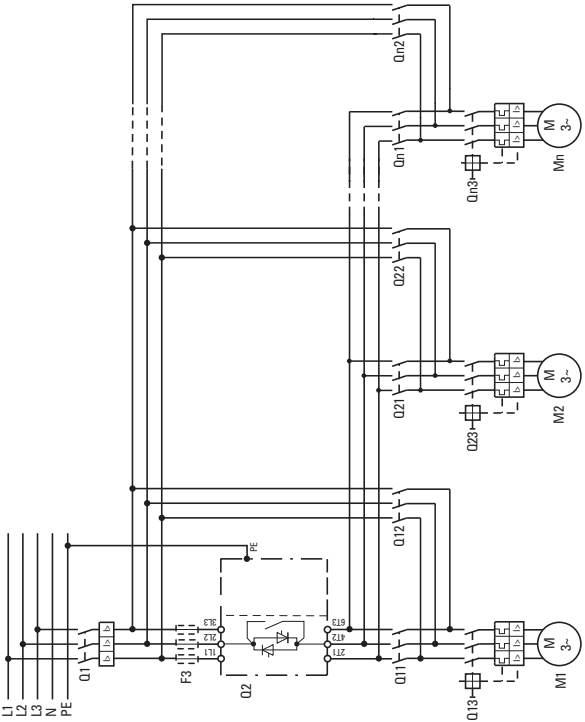
- Die hier abgebildete Steuerung kann auch für die Softstarter DS7 in der Baugröße 2 (16 bis 32 A) eingesetzt werden, jedoch ohne Freigabe ① (Enable).
- Alternativ zu den Motorschutzrelais Q13, Q23, … , Qn3 können hier auch Bimetallrelais eingesetzt werden (siehe Seite 2-21).

Elektronische Motorstarter und Drives

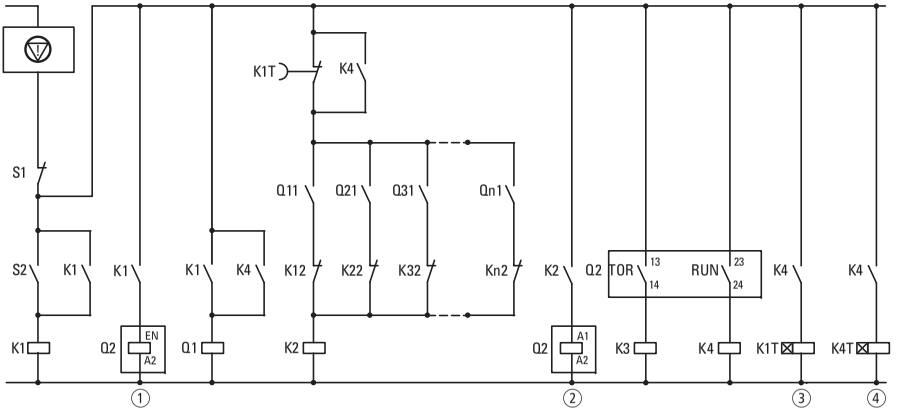
Anschlussbeispiel DS7

Kaskadensteuerung

Leistungsteil Motorkaskade (Beispiel Baugröße 3 und 4)



Ansteuerung Motorkaskade, Teil 1



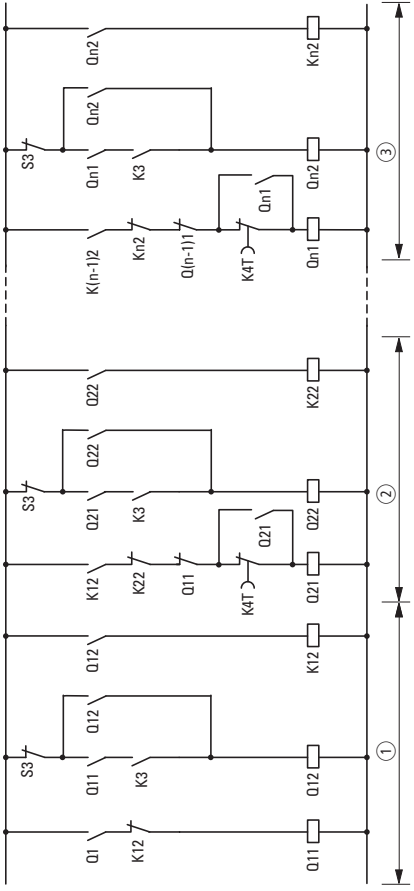
① Enable
② Softstart/Softstopp
③ Starthäufigkeitsüberwachung. Das Zeitrelais muss so eingestellt sein, dass der Softstarter thermisch nicht überlastet wird. Die entsprechende Zeit ergibt sich aus der zulässigen Schalthäufigkeit des gewählten Softstarters. Gegebenenfalls Softstarter größerer Leistung einsetzen.
④ Zeitrelais auf ca. 2 s Rückfallverzögerung einstellen. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass bei laufendem Softstarter nicht der nächste Motorzweig zugeschaltet werden kann.

Der Öffner S1 schaltet alle Motoren gleichzeitig ab.

Elektronische Motorstarter und Drives

Anschlussbeispiel DS7

Ansteuerung Motorkaskade, Teil 2



① Motor 1
② Motor 2
③ Motor n

Der Öffner S3 ist erforderlich, falls Motoren auch einzeln abgeschaltet werden sollen.

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DM4

Produktmerkmale DM4

- Dreiphasig gesteuerter Softstarter; erfüllt die Produktnorm IEC/EN 60947-4-2
- Parametrierbar und kommunikationsfähig mit steckbaren Steuerklemmen und Schnittstelle für Optionen:
  – Bedien- und Parametriereinheit
  – serielle Schnittstelle
  – Feldbusanschaltung
- Applikationswahlschalter mit vorprogrammierten Parametersätzen für zehn Standardapplikationen
- I^2t-Regler
  – Strombegrenzung
  – Überlastschutz
  – Leerlauf-/Unterstromerkennung (z. B. Keilriemenabriss)
- Kick- und Schweranlaufstart
- automatische Steuerspannungserkennung
- 3 Relais, z. B. Störmeldung, TOR (Top-of-Ramp)
- Leistungsteil:
  Bemessungsbetriebsspannung
  230 - 480 V, -15 % / + 10 %
  Netzfrequenz: 50/60 Hz ±10 %
- Steuerspannung/Reglerversorgungsspannung:
  – 24 V DC
  – 120 - 240 V AC, -15 % / +10 %, 50/60 Hz
- Umgebungstemperatur im Betrieb:
  0 bis +40 °C
- Lastzyklus: 10 Starts pro Stunde mit 3,5 x I_e für max. 35 s

Für zehn typische Anwendungen sind entsprechend eingestellte Parametersätze einfach über einen Wahlschalter (siehe Seite 2-48) abrufbar.

Weitere anlagenspezifische Parametereinstellungen können über eine optional erhältliche Bedieneinheit individuell angepasst werden. Zum Beispiel die Betriebsart Drehstromsteller. In dieser Betriebsart können mit DM4 dreiphasige ohmsche und induktive Lasten (Heizungen, Beleuchtungen, Transformatoren) gesteuert und mit Istwertrückführung (geschlossener Regelkreis) auch geregelt werden.

An Stelle der Bedieneinheit können auch intelligente Schnittstellen aufgesteckt werden:

- serielle Schnittstelle RS232/RS485 (Parametrierung über PC-Software)
- Feldbusanschaltung PROFIBUS-DP

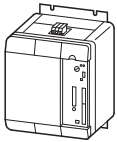
Der Softstarter DM4 ermöglicht den Sanftanlauf in seiner komfortabelsten Form. So kann auf zusätzliche, externe Komponenten wie Motorschutzrelais verzichtet werden, da neben der Phasenausfallüberwachung und der internen Motorstrommessung auch die Temperaturmessung in der Motorwicklung über den integrierten Thermistoreingang ausgewertet wird.

Hinweis

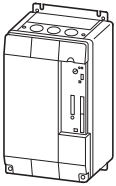
Die optionalen überflinken Halbleitersicherungen (F3) für Zuordnungsart 2 können ab der Baugröße 2 (ab 85 A) in Gehäuse des Softstarters DM4 eingesetzt werden.

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DM4

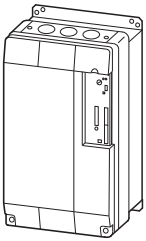
Baugrößen DM4



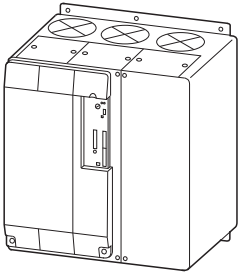
Baugröße 1
16 - 72 A
zugeordnete Motorleistung bei 400 V:
7,5/11 - 37 kW



Baugröße 2
85 - 146 A
zugeordnete Motorleistung bei 400 V:
45/75 - 75/132 kW



Baugröße 3
174 - 370 A
zugeordnete Motorleistung bei 400 V:
90/160 - 200/315 kW



Baugröße 4
500 - 900 A
zugeordnete Motorleistung bei 400 V:
250/400 - 500/900 kW

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DM4

Dokumentation

Handbücher:

AWB8250-1346
(„Auslegung von Softstartern“)

AWB8250-1341 („DM4 Softstarter“)

AWB8240-1398 („DE4-NET-DP2 Schnittstellenmodul für PROFIBUS-DP“)

AWB823-1279
(„DE4-COM-2X Schnittstellenmodul“)

AWB8240-1344
(„DE4-KEY-2 Bedieneinheit“)

Montageanweisungen:

AWA8250-1704 (bis 37 kW)

AWA8250-1751 (45 bis 75 kW)

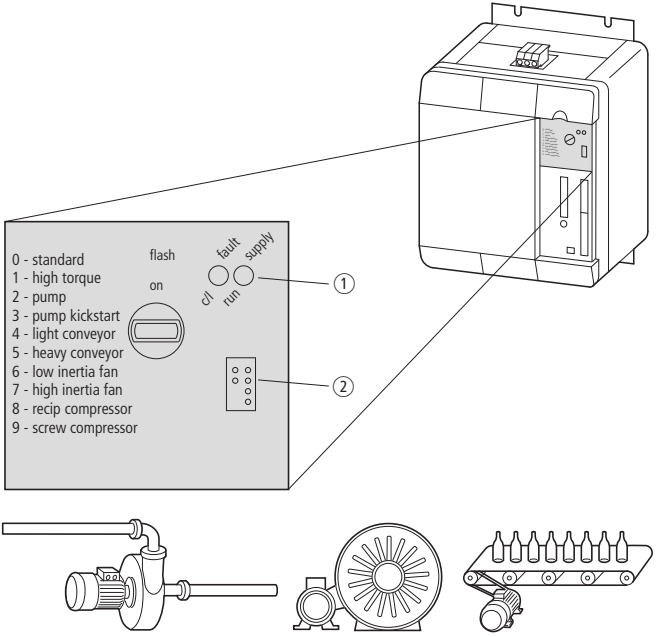
AWA8250-1752 (90 bis 200 kW)

AWA8250-1783 (250 bis 500 kW)

Notizen

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DM4

Der Applikationswahlschalter ermöglicht eine direkte Zuordnung ohne Parametrierung.



Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DM4

Standard-Applikationen (Wahlschalter)

Bedruckung auf Gerät	Anzeige in der Bedieneinheit	Bedeutung	Besonderheiten
Standard	Standard	Standard	• Werkseinstellung, für die meisten Anwendungen ohne Anpassung geeignet
High torque[1)]	LosbrechM.	hohes Losbrech-moment	• Antriebe mit erhöhtem Losbrech-moment
Pump	Kleine Pumpe	kleine Pumpe	• Pumpenantriebe bis 15 kW
Pump Kickstart	Große Pumpe	große Pumpe	• Pumpenantriebe über 15 kW • größere Auslaufzeiten
Light conveyor	Kleines Band	kleines Transportband	–
Heavy conveyor	Großes Band	großes Transportband	–
Low inertia fan	Lüfter klein	leichter Lüfter	• Lüfterantrieb mit relativ geringem Massenträgheitsmoment, max. das 15-Fache Motorträgheitsmoment
High inertia fan	Lüfter groß	schwerer Lüfter	• Lüfterantrieb mit relativ großem Massenträgheitsmoment, mehr als das 15-Fache Motorträgheitsmoment • längere Anlaufzeiten
Recip compressor	Kolbenpumpe	Kolbenverdichter	• erhöhte Startspannung • cos φ-Optimierung angepasst
Screw compressor	Schraub.Komp	Schrauben-kompressor	• erhöhter Strombedarf • keine Strombegrenzung

1) Bei der Einstellung „High torque“ wird vorausgesetzt, dass der Softstarter um den Faktor 1,5 mehr Strom liefern kann, als auf dem Motor gestempelt ist.

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DM4

Freigabe/sofortiger Stopp ohne Rampenfunktion (z. B. bei NOT-AUS)

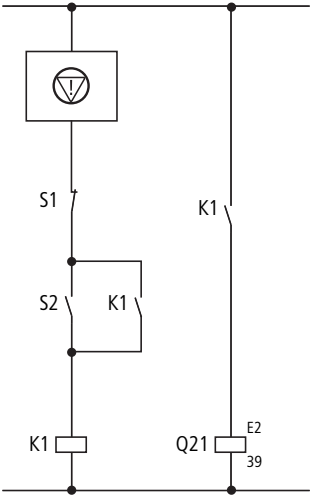
Der Digital-Eingang E2 ist in der Werkseinstellung so programmiert, dass er die Funktion „Freigabe“ hat. Nur wenn ein High-Signal an der Klemme anliegt, ist der Softstarter freigegeben. Ohne Freigabesignal kann der Softstarter nicht betrieben werden.

Bei Drahtbruch oder Unterbrechung des Signals durch einen NOT-AUS-Kreis wird im Softstarter der Regler sofort gesperrt und der Leistungskreis abgeschaltet, danach fällt das „Run“-Relais ab.

Normalerweise wird der Antrieb über eine Rampenfunktion gestoppt.

Falls die Betriebsverhältnisse eine sofortige Spannungsfreischaltung erfordern, erfolgt diese über das Freigabesignal.

Vorsicht!
Sie müssen in allen Betriebsfällen immer zuerst den Softstarter stoppen („Run“-Relais abfragen), bevor Sie die Leistungsleitungen mechanisch unterbrechen. Andernfalls wird ein fließender Strom unterbrochen – dadurch entstehen Spannungsspitzen, die in seltenen Fällen die Thyristoren des Softstarters zerstören können.



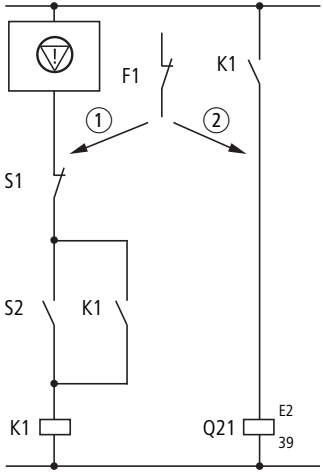
- NOT-AUS
- E2: Digital-Eingang
- Q21: Softstarter (E2 = 1 → freigegeben)
- S1: Aus
- S2: Ein

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DM4

Einbindung des Motorschutzrelais in die Steuerung

Wir empfehlen, anstelle eines Motorschutzschalters mit eingebautem Motorschutzrelais ein externes Motorschutzrelais zu verwenden. Nur dann kann über die Ansteuerung sichergestellt werden, dass im Überlastfall der Softstarter kontrolliert heruntergefahren wird.

Vorsicht!
Bei einem direkten Öffnen der Leistungsleitungen kann es zu Überspannungen kommen, die die Halbleiter im Softstarter zerstören können.



Es gibt zwei Möglichkeiten, ein Motorschutzrelais in die Steuerung einzubinden, die in nebenstehender Abbildung dargestellt sind:

① Die Meldekontakte des Motorschutzrelais werden in den Ein-/Aus-Kreis eingebunden. Im Fehlerfall fährt der Softstarter mit der eingestellten Rampenzeit herunter und schaltet ab.

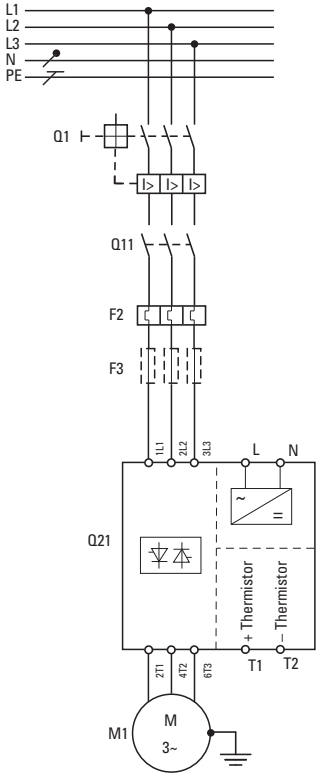
② Die Meldekontakte des Motorschutzrelais werden in den Freigabe-Kreis eingebunden. Im Fehlerfall wird der Ausgang des Softstarters sofort abgeschaltet. Der Softstarter schaltet zwar ab, das Netzschütz bleibt aber eingeschaltet. Um das Netzschütz mit abzuschalten, muss ein zweiter Kontakt des Motorschutzrelais mit in den Ein-/Aus-Kreis eingebunden werden.

NOT-AUS
S1: Aus
S2: Ein
Q21: Softstarter (E2 = 1 → freigegeben)

Elektronische Motorstarter und Drives

Anschlussbeispiel DM4

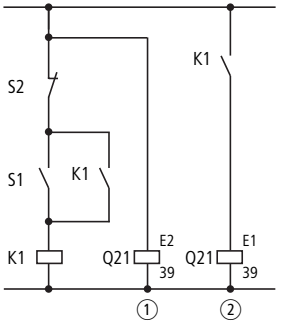
Mit separatem Schütz und Motorschutzrelais



Standardanschluss

Zur Trennung vom Netz ist entweder ein Netzschütz vor dem Softstarter oder ein zentrales Schaltorgan (Schütz oder Hauptschalter) notwendig.

Ansteuerung



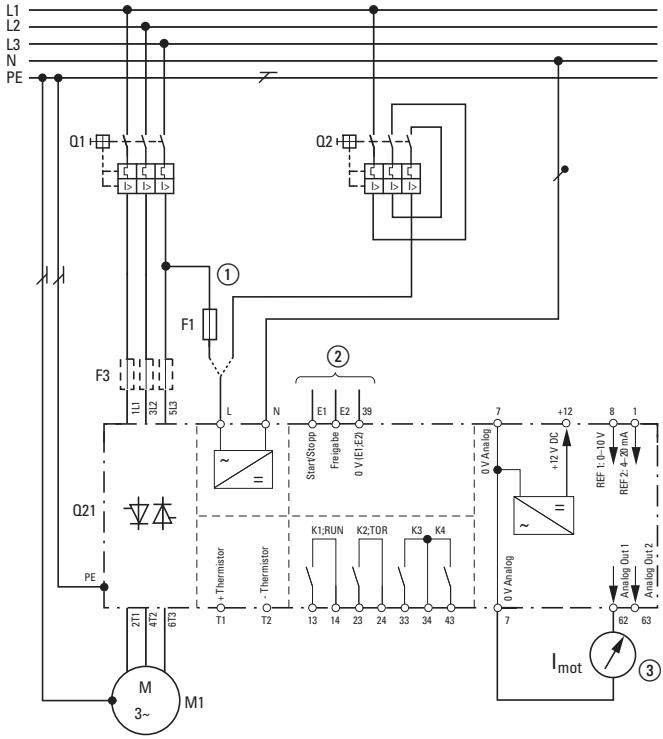
F2: Motorschutzrelais
F3: überflinke Halbleitersicherungen (optional)
M1: Motor
Q1: Leitungsssschutz
Q11: Netzschütz
Q21: Softstarter
S1: Soft-Start
S2: Soft-Stopp

① Freigabe
② Soft-Start/Soft-Stopp

Elektronische Motorstarter und Drives

Anschlussbeispiel DM4

Ohne Netzschütz



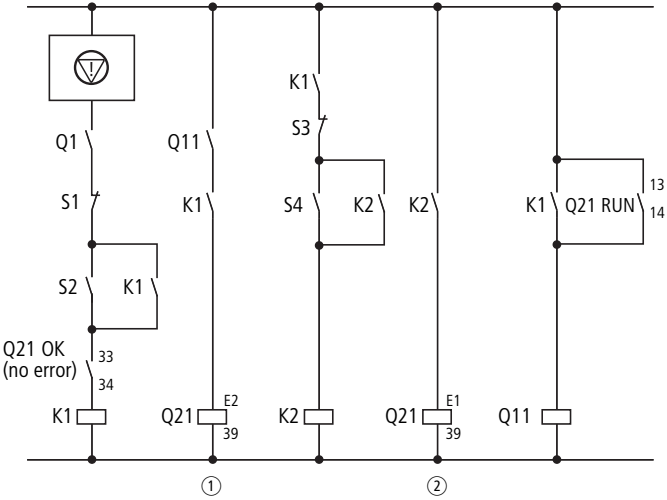
F3: überflinke Halbleitersicherungen (optional)
Q1: Leitungs- und Motorschutz
Q21: Softstarter
M1: Motor

① Steuerspannung über Q1 und F11 oder separat über Q2
② siehe Ansteuerung
③ Motorstromanzeige

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DM4

Softstarter mit separatem Netzschütz

Ansteuerung



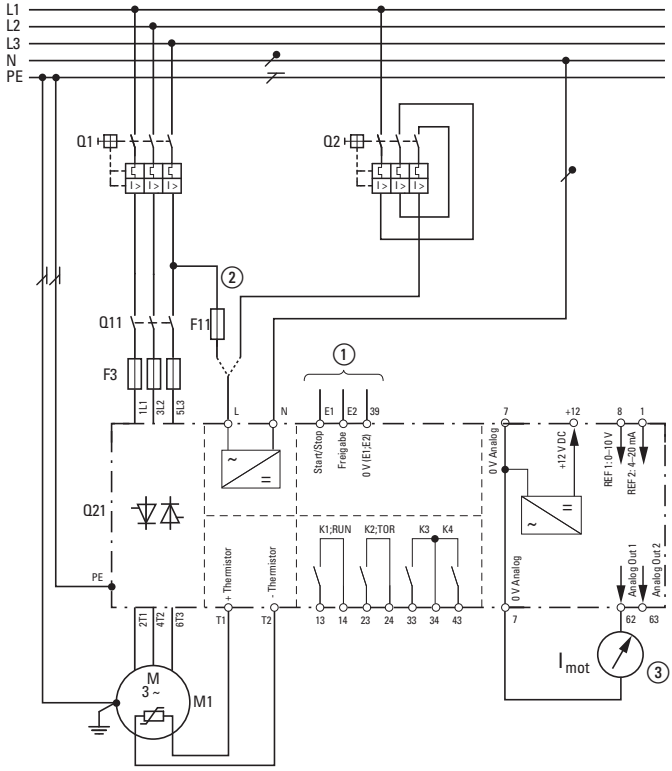
- NOT-AUS
- M1: Motor mit Temperaturfühler (Thermistor)
- Q1: Leitungs- und Motorschutz
- Q21: Softstarter
- S1: Aus (ungeführter Auslauf)
- S2: Ein
- S3: Soft-Start
- S4: Soft-Stopp (Verzögerungsrampe)

① Freigabe
② Soft-Start/Soft-Stopp

Elektronische Motorstarter und Drives

Anschlussbeispiel DM4

Softstarter mit separatem Netzschütz



E1: Start/Stopp
E2: Freigabe
T1: + Thermistor
T2: – Thermistor

① siehe Ansteuerung
② Steuerspannung über Q1 und F11 oder über Q2
③ Motorstromanzeige

In-Delta-Schaltung

In der Regel werden Softstarter direkt in Serie mit dem Motor geschaltet (In-Line-Schaltung). Der Softstarter DM4 ermöglicht allerdings auch den Betrieb in der sogenannten In-Delta-Schaltung (auch als „Wurzel-3-Schaltung" bezeichnet).

Die antiparallelen Thyristoren werden dabei direkt in Reihe mit den einzelnen Motorwicklungen geschaltet.

Vorteile (gegenüber In-Line-Schaltung):

- Kostengünstig, da der Softstarter nur für ca. 58 % (1/√3) des Bemessungsstroms ausgelegt sein muss – insbesondere bei Motorleistungen > 30 kW und bei Austausch von Stern-Dreieck-Startern.
- Bei gleicher Motorleistung reduziert sich die notwendige Softstarterleistung.

Nachteile (gegenüber In-Line-Schaltung):

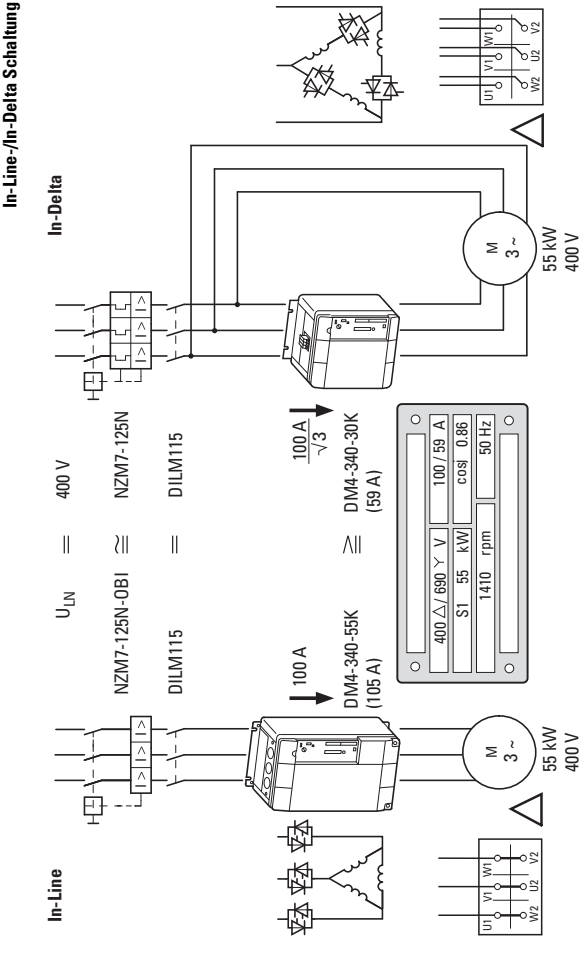
- Der Motor muss wie bei der Stern-Dreieck-Schaltung mit sechs Leitern angeschlossen werden.
- Der Motorschutz des Softstarters DM4 ist nur in einem Strang aktiv. Es muss daher eine zusätzliche Motorschutzeinrichtung im Parallelstrang oder in der Zuleitung installiert werden. Der Motor kann hier beispielsweise auch über Thermistoren geschützt werden.

Hinweise

- Die Spannung der Motorwicklung muss mit der Netzspannung übereinstimmen. Bei einer Netzspannung von 400 V muss der Motor somit für 400 V/690 V gestempelt sein.
- Auch in der In-Delta-Schaltung kann der Softstarter selbst für den Dauerbetrieb durch ein Bypass-Schütz überbrückt werden (siehe Seite 2-60). Die Ansteuerung erfolgt durch TOR (Top-of-Ramp).

Elektronische Motorstarter und Drives

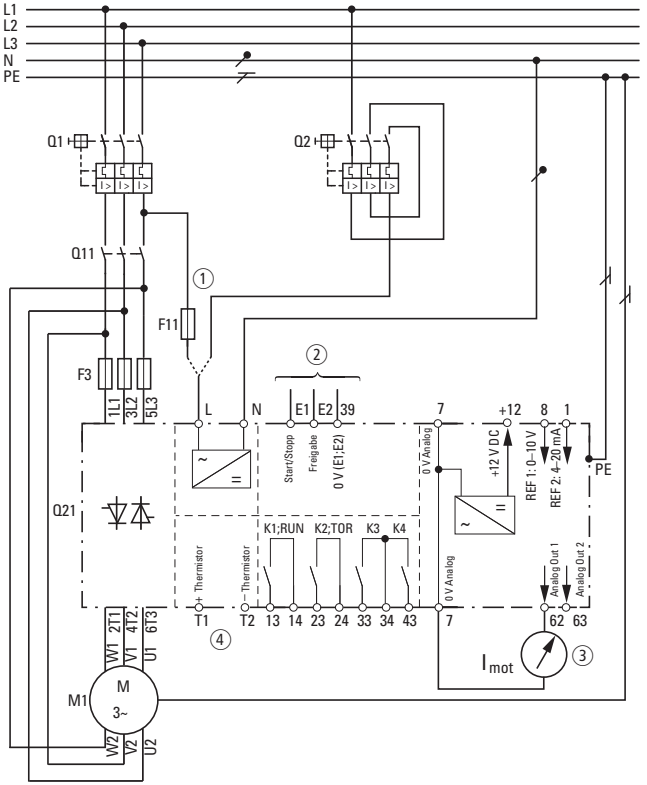
Anschlussbeispiel DM4



Elektronische Motorstarter und Drives

Anschlussbeispiel DM4

In-Delta-Schaltung



① Steuerspannung über Q1 und F11 oder über Q2

② siehe Ansteuerung (→ Seite 2-61)

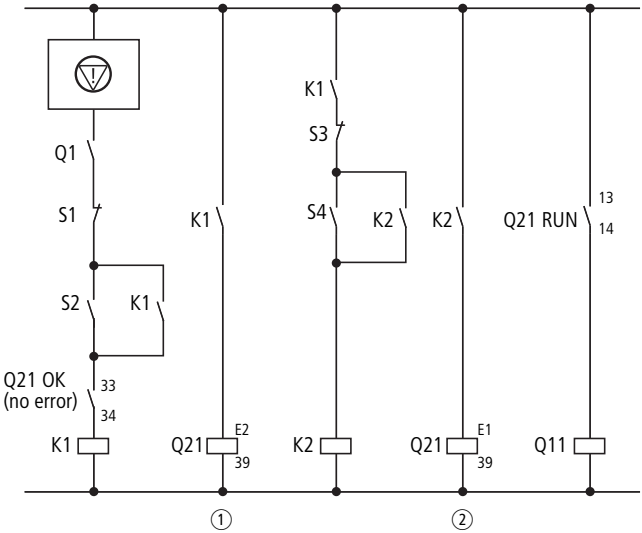
③ Motorstromanzeige

④ Thermistoranschluss

Elektronische Motorstarter und Drives

Anschlussbeispiel DM4

Ansteuerung

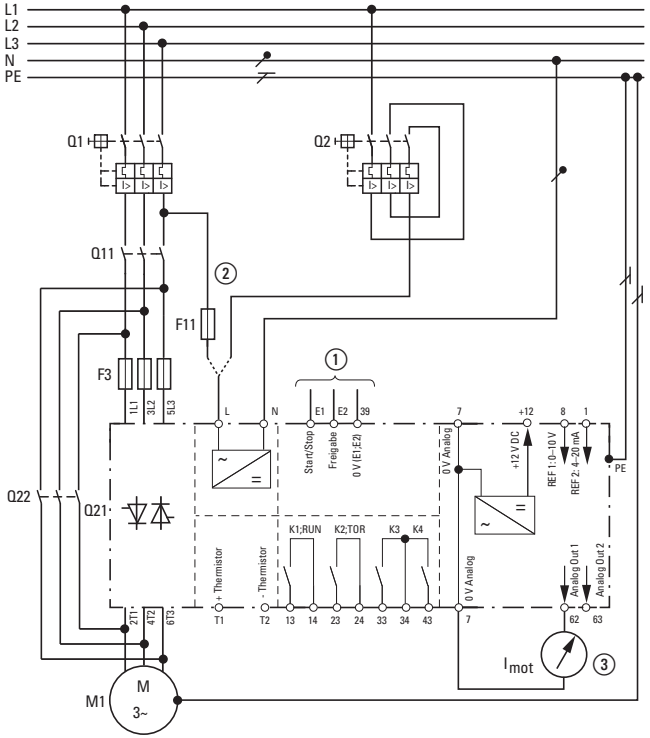


Ⓜ NOT-AUS
E2: Freigabe
Q1: Leitungs- und Motorschutz
S1: AUS; freier Auslauf des Motors
S2: EIN/Start
S3: Soft-Stopp

① Freigabe
② Soft-Start/Soft-Stopp

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DM4

Bypass-Schaltung



E1: Start/Stopp
E2: Freigabe
T1: + Thermistor
T2: – Thermistor

① siehe Ansteuerung (→ Seite 2-61)
② Steuerspannung über Q1 und F11 oder über Q2
③ Motorstromanzeige

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DM4

Bypass-Schaltung

Der Softstarter DM4 steuert nach Beendigung des Hochlaufs (volle Netzspannung erreicht) das Bypass-Schütz an. Dadurch wird der Motor direkt mit dem Netz verbunden.

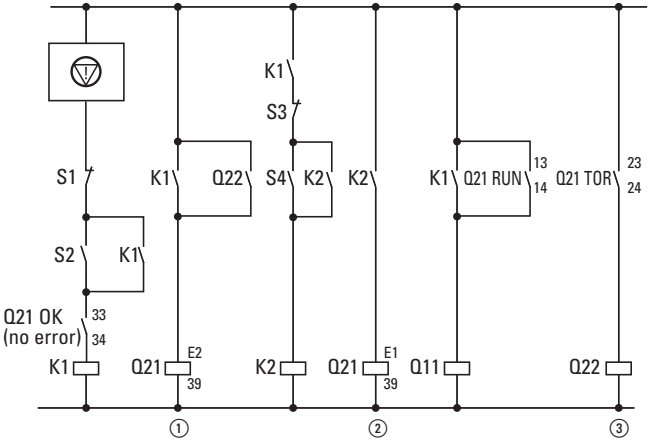
Vorteil:

- Die Verlustleistung des Softstarters wird auf die Leerlauf-Verlustleistung reduziert.
- Die Grenzwerte der Funkstörklasse „B“ werden eingehalten.

Das Bypass-Schütz wird nun in einen stromlosen Zustand geschaltet und kann daher nach Gebrauchskategorie AC-1 ausgelegt werden.

Wird bei NOT-AUS eine sofortige Spannungsfreischaltung gefordert, muss das Bypass-Schütz auch die Motorlast schalten. Es ist in diesem Fall nach Gebrauchskategorie AC-3 auszulegen.

Ansteuerung



NOT-AUS
S1: Aus (ungeführter Auslauf)
S2: Ein

① Freigabe
② Soft-Start/Soft-Stopp
③ Bypass-Schütz

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel DM4

Mehrere Motoren nacheinander mit einem Softstarter starten (Kaskadensteuerung)

Sollen mehrere Motoren nacheinander mit einem Softstarter gestartet werden, so ist bei der Umschaltung folgende Reihenfolge einzuhalten:

1. Mit Softstarter starten
2. Bypass-Schütz einschalten
3. Softstarter sperren
4. Softstarterausgang auf den nächsten Motor schalten
5. Erneut starten

→ Abschnitt „Ansteuerung Teil 1", Seite 2-64

ⓥ	NOT-AUS
F3:	überflinke Halbleitersicherungen (optional) für Zuordnungsart 2
Q1:	Hauptschalter / Leitungsschutz (NZM)
Q2/F11:	optionale Steuerspannungsversorgung
Qn3:	Motorschutzschalter
Qn4:	Motorschütze Softstarter
Qn5:	Motorschütze Bypass
S1:	Q11 aus
S2:	Q11 ein

① Soft-Start/Soft-Stopp
② RUN
③ Ausschaltzeitüberwachung
Das Zeitrelais K1T ist so einzustellen, dass der Softstarter thermisch nicht überlastet wird. Die entsprechende Zeit ergibt sich aus der zulässigen Schalthäufigkeit des gewählten Softstarters, bzw. muss der Softstarter so ausgewählt werden, dass die geforderten Zeiten erreichbar sind.

④ Umschaltüberwachung
Das Zeitrelais sollte auf ca. 2 s Rückfallverzögerung gestellt werden. Es wird damit sichergestellt, dass bei laufendem Softstarter nicht der nächste Motorzweig zugeschaltet werden kann.

→ Abschnitt „Ansteuerung Teil 2", Seite 2-65

① Motor 1
② Motor 2
③ Motor n
⑨ Einzelmotorabschaltung

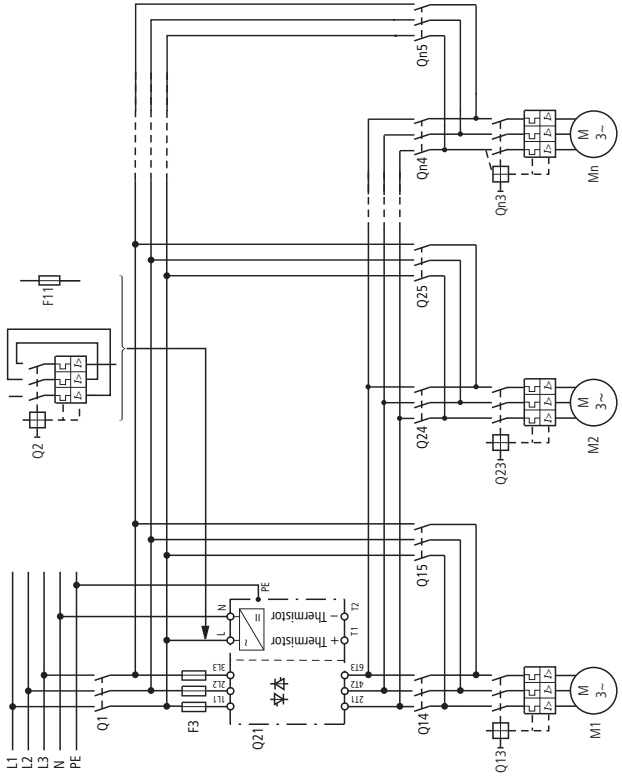
Der Aus-Taster schaltet alle Motoren gleichzeitig ab. Der Öffner ⑨ ist dann erforderlich, falls Motoren auch einzeln abgeschaltet werden sollen.

Dabei ist die thermische Belastung des Softstarters zu beachten (Starthäufigkeit, Strombelastung). Sollen die Starts zeitlich dicht hintereinander liegen, so ist unter Umständen der Softstarter größer zu dimensionieren (Auslegung mit entsprechend höherem Lastspiel).

Elektronische Motorstarter und Drives

Anschlussbeispiel DM4

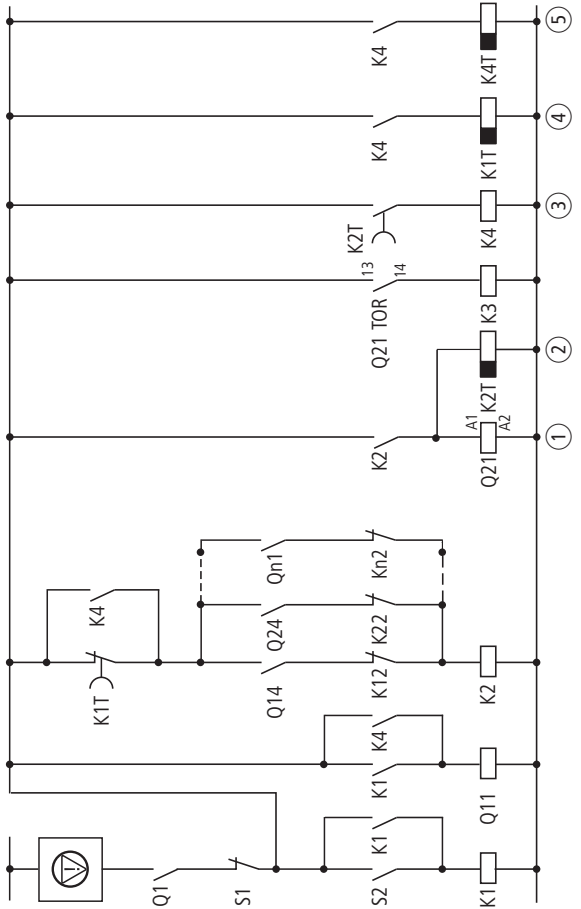
Kaskadensteuerung



Elektronische Motorstarter und Drives

Anschlussbeispiel DM4

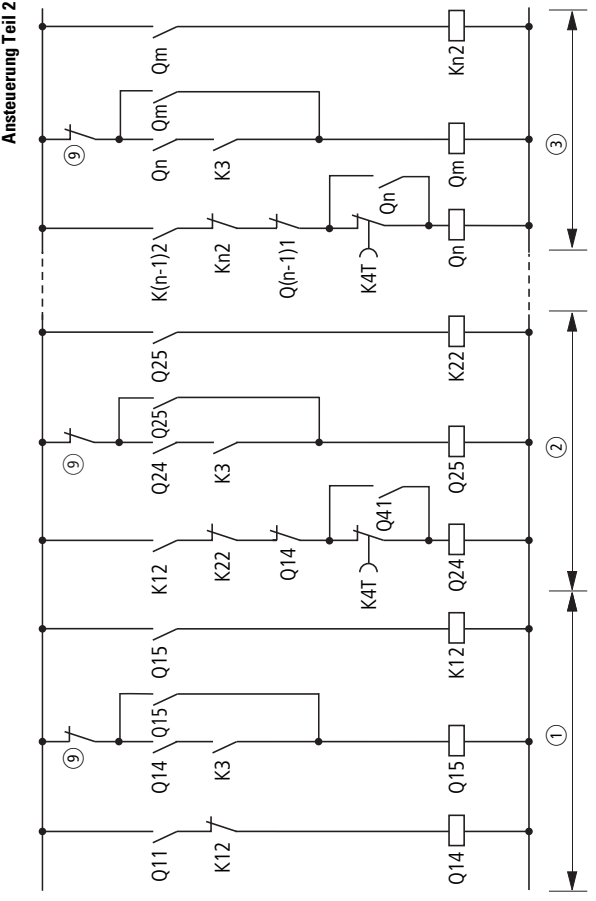
Ansteuerung Teil 1



→ Abschnitt „Mehrere Motoren nacheinander mit einem Softstarter starten (Kaskadensteuerung)", Seite 2-62

Elektronische Motorstarter und Drives

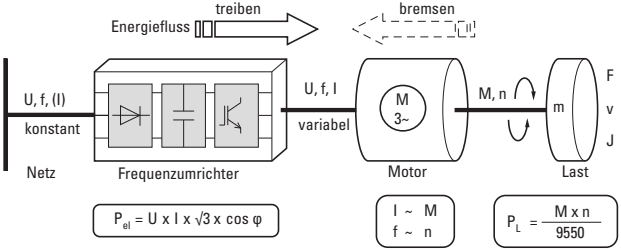
Anschlussbeispiel DM4



Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen zum Frequenzumrichter

Aufbau und Wirkungsweise von Frequenzumrichtern

Frequenzumrichter ermöglichen die variable und stufenlose Drehzahlregelung von Drehstrommotoren.



Der Frequenzumrichter wandelt die konstante Spannung und Frequenz des speisenden Netzes in eine Gleichspannung um. Aus dieser Gleichspannung erzeugt er für den Drehstrommotor ein neues, dreiphasiges Netz mit variabler Spannung und variabler Frequenz. Dabei entnimmt der Frequenzumrichter dem speisenden Netz fast nur Wirkleistung (cos φ ~ 1).

Die für den Motorbetrieb erforderliche Blindleistung liefert der Gleichspannungszwischenkreis. Somit kann auf netzseitige cos φ-Kompensationseinrichtungen verzichtet werden.

Frequenzumrichter müssen die Produktnorm IEC/EN 61800-3 erfüllen.

U = Bemessungsspannung [V]
f = Frequenz [Hz]
I = Bemessungsbetriebsstrom [A]
M = Drehmoment [Nm]
n = Drehzahl [min^{-1}]
F = Kraft [N]
v = Geschwindigkeit [m/s]
J = Trägheitsmoment [kg • m^2]
P_{el} = elektrische Leistung [kW]
P_L = mechanische Wellenleistung [kW]

cos φ = Leistungsfaktor, Wirkfaktor (P/S)
mit
P = Wirkleistung = $P_{el} = P_1$ [kW] und
S = Scheinleistung [kVA]

η = $P_L/P_{el} = P_2/P_1$ = Wirkungsgrad

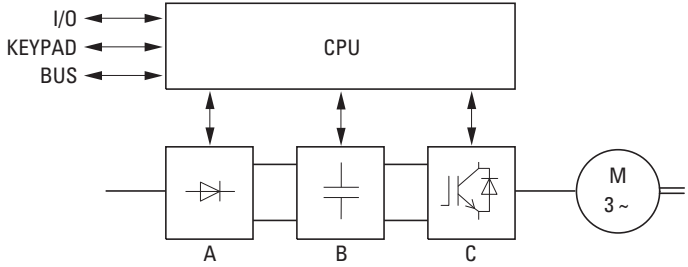
Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen zum Frequenzumrichter

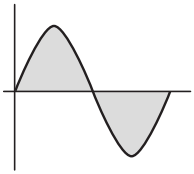
Blockschaltbild mit Hauptkomponenten eines Frequenzumrichters

Interne Kontroll- und Regelkreise (CPU) überwachen alle im Frequenzumrichter vorkommenden Größen und schalten bei gefährlichen Werten den Prozess automatisch ab.

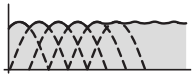
Das Leistungsteil eines statischen Frequenzumrichters in kompakter Bauform unterteilt sich in drei Hauptgruppen:

- Gleichrichter (A)
- Gleichspannungs-Zwischenkreis (B)
- Wechselrichter (C).

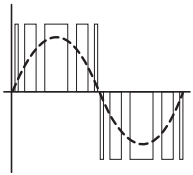




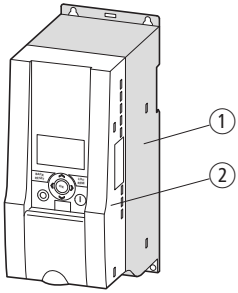
U_{LN}: Strangspeisung vom speisenden Wechselstromnetz



U_{DC}: Zwischenkreisspannung
$U_{DC} = 1{,}41 \times U_{LN}$ (einphasige Strangspannung)
$U_{DC} = 1{,}35 \times U_{LN}$ (dreiphasige Strangspannung)



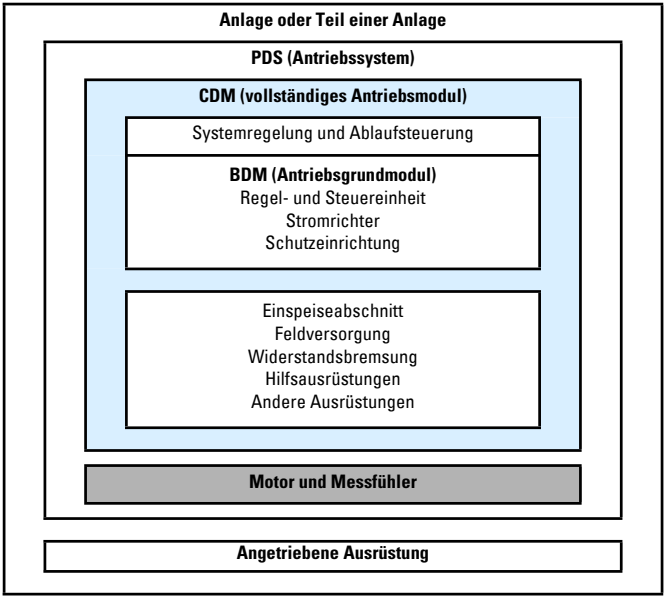
Ausgangsspannung = geschaltete Zwischenkreisspannung mit sinusbewerteter Puls-Weiten-Modulation (PWM)



① Leistungsteil mit:
A = Gleichrichter
B = Gleichspannungs-Zwischenkreis
C = Wechselrichter

② Steuerteil mit:
I/O = analogen und binären Ein- und Ausgängen
KEYPAD = Bedieneinheit mit Anzeigeeinheit
BUS = serielle Schnittstellen (RS485, Feldbus, PC-Schnittstelle)

Antriebssystem (PDS) nach EN 61800-3



BDM (basic drive module) = Antriebsgrundmodul
Elektronischer Leistungsstromrichter mit zugehöriger Regelung, der zwischen der elektrischen Versorgung und einem Motor angeschlossen ist. Das Modul regelt Drehzahl, Drehmoment, Kraft, Position, Strom, Frequenz und Spannung einzeln oder mehrere bis hin zu allen Größen. Das BDM kann die Leistung von der elektrischen Versorgung zum Motor und ebenso die Leistung vom Motor zur elektrischen Versorgung übertragen.

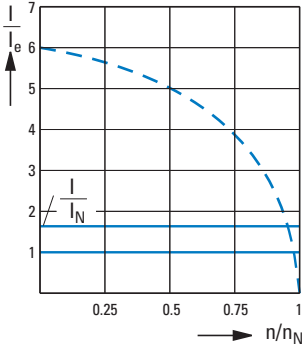
CDM (complete drive module) = vollständiges Antriebsmodul
Antriebsmodul, welches aus dem BDM und Erweiterungen wie Schutzeinrichtungen, Transformatoren und Hilfseinrichtungen besteht, aber nicht darauf begrenzt ist.

Dazu zählen jedoch nicht der Motor und die Messfühler, die mechanisch an die Motorwelle gekoppelt sind.

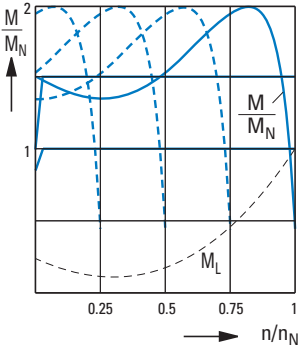
Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen zum Frequenzumrichter

Der frequenzgeregelte Drehstrommotor ist ein Standardbaustein zur stufenlosen Drehzahl- und Drehmomentregelung – energiesparend und wirtschaftlich, als Einzelantrieb oder als Teil einer automatisierten Anlage.

Diese bezieht sich dabei nicht nur auf den Frequenzumrichter als Komponente, sondern betrachtet ein komplettes Antriebssystem (PDS = Power Drives System) mit Motor, Leitungen, EMV usw. (→ Seite 2-69).



I/I_e: 0...1.8

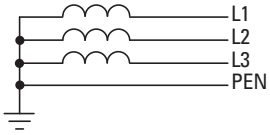


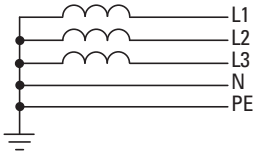
M/M_N: 0.1...1.5

Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen zum Frequenzumrichter

Elektrischer Netzanschluss

Frequenzumrichter dürfen uneingeschränkt an sternpunktgeerdeten Wechselstromnetzen (gemäß IEC 60364) angeschlossen und betrieben werden.





Anschluss und Betrieb an asymmetrisch geerdeten Netzen wie beispielsweise phasengeerdeten Dreiecknetzen (Grounded Delta, USA) oder nicht bzw. hochohmig geerdeten (> 30 Ω) IT-Netzen sind nur bedingt zulässig und erfordern zusätzliche Projektierungsmaßnahmen.

Die genormten Nennspannungen der Energieversorger (EVU) gewährleisten an der Übergabestelle zum Verbraucher folgende Bedingungen:

- maximale Abweichung vom Bemessungswert der Spannung U_{LN}: ±10 %
- maximale Abweichung in der Spannungssymmetrie: ±3 %
- maximale Abweichung vom Bemessungswert der Frequenz: ±4 %

In Bezug auf den unteren Spannungswert (U_{LN} -10 %) der speisenden Netzspannung ist in den Verbrauchernetzen ein weiterer Spannungsabfall von 4 % zulässig. Die Anschlussspannung am Verbraucher darf daher Werte von ULN -14 % annehmen.

In ringförmig eingespeisten Maschennetzen (wie beispielsweise in der EU) sind die Verbraucherspannungen (230 V / 400 V / 690 V) identisch mit den Versorgungsspannungen der EVUs. In sternförmigen Netzen (beispielsweise in Nordamerika) berücksichtigen die angegebenen Verbraucherspannungen den Spannungsabfall vom Einspeisepunkt des EVU bis zum letzten Verbraucher.

Netzspannungen in Nordamerika

Versorgungsspannung U_{LN} des EVU	Motorspannung gemäß UL 508 C	Verbraucherspannung (Bemessungswert für die Motoren)
120 V	110 - 120 V	115 V
240 V	220 - 240 V	230 V
480 V	440 - 480 V	460 V
600 V	550 - 600 V	575 V

2

EMV-Maßnahmen im PDS

In einer Anlage (Maschine) beeinflussen sich die elektrischen Komponenten gegenseitig. Jedes Gerät stört nicht nur andere, sondern wird selbst durch Störungen negativ beeinflusst. Die Einkopplung der Störenergie erfolgt dabei galvanisch, kapazitiv und/oder induktiv oder durch elektromagnetische Strahlung. Die Grenze zwischen den leistungsgebunden Kopplungen und der Strahlungskopplung liegt in der Praxis bei etwa 30 MHz. Über 30 MHz wirken die Leitungen und Kabel wie Antennen, die elektromagnetische Wellen ausstrahlen.

Die Betrachtung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) für drehzahlveränderbare elektrische Antriebe erfolgt gemäß der Produktnorm IEC/EN 61800-3.

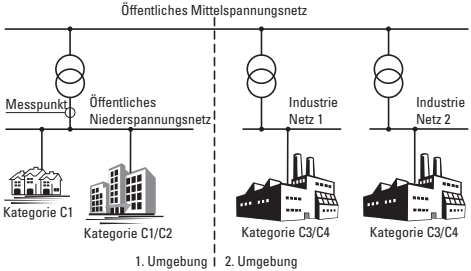
Sie umfasst das gesamte Antriebssystem (PDS = Power Drive System) von der netzseitigen Einspeisung bis zum Motor inklusive aller Komponenten einschließlich Kabel. Ein solches Antriebssystem kann dabei auch aus mehreren Einzelantrieben bestehen.

In einem Antriebssystem gemäß IEC/EN 61800-3 sind Fachgrundnormen der einzelnen Komponenten nicht gültig. Deren Hersteller müssen Lösungen anbieten, die den normgerechten Einsatz sicherstellen.

In Europa ist die Einhaltung der EMV-Richtlinien verpflichtend.

Eine Erklärung zur Konformität (CE) bezieht sich immer auf ein „typisches" Antriebssystem. Der Endanwender oder Betreiber einer Anlage ist letztendlich verantwortlich für die Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte und somit für die Sicherstellung der elektromagnetischen Verträglichkeit.

Er muss Maßnahmen zur Minimierung oder Beseitigung von Störaussendungen (Emissionen) in der jeweiligen Umgebung treffen. Weiter muss er dafür sorgen, die Störfestigkeit (Immissionen) der Geräte oder Systeme zu erhöhen.



EMV-Umgebung und Kategorien

PDS-Kategorien

Bei Antriebssystemen (PDS) werden folgende vier Kategorien unterschieden.

PDS der Kategorie C1
- PDS zum Einsatz in der ersten Umgebung
- Nennspannung < 1000 V

PDS der Kategorie C2
- PDS zum Einsatz in der ersten Umgebung
- Nennspannung < 1000 V
- nicht über Steckvorrichtungen angeschlossen
- nicht ortsveränderlich
- Anschluss und Inbetriebnahme müssen durch Personen erfolgen, die über technischen Sachverstand verfügen
- Warnhinweis erforderlich („Dieses Produkt kann in einem Wohnbereich Funkstörungen verursachen; in diesem Fall können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein.“)

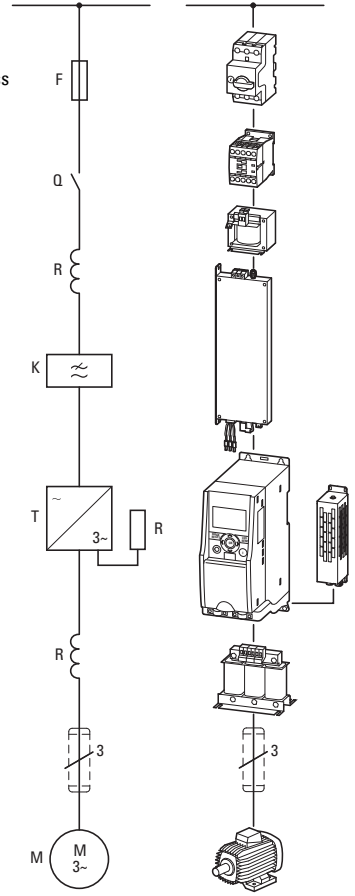
PDS der Kategorie C3
- PDS zum Einsatz in der zweiten Umgebung
- kein Einsatz in der ersten Umgebung vorgesehen
- Nennspannung < 1000 V
- Warnhinweis erforderlich („Dieses PDS ist nicht für den Anschluss an das öffentliche Netz vorgesehen. Beim Anschluss an diese Netze kann es zu EMV-Störungen kommen.“)

PDS der Kategorie C4
- PDS zum Einsatz in der zweiten Umgebung, die mindestens einem der nachfolgenden Kriterien entspricht:
- Nennspannung > 1000 V
- Nennstrom > 400 A
- Anschluss an IT-Netze
- Geforderte dynamische Eigenschaften werden aufgrund von EMV-Filtermaßnahmen nicht erreicht.
- EMV-Plan erforderlich

Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen zum Frequenzumrichter

Betriebsmittelkennzeichen

F: Sicherungen und Schutzschalter (Leistungsschutz)
Q: Kontrolliertes Schalten im Energiefluss (Schütz, Leistungsschalter)
R: Begrenzung (Drossel, Widerstand)
K: Funk-Entstörfilter
T: Frequenzumrichter
M: Motor



Sicherungen (Schutzschalter) ermöglichen den Schutz von Leitungen und elektrischen Geräten. Für den Personenschutz sind zusätzlich allstromsensitive Fehlerstromschutzschalter (RCD Typ B) erforderlich.

Leistungsschütze dienen zum Ein- und Ausschalten der Netzspannung.

Netzdrosseln dämpfen auftretende Stromoberschwingungen sowie Stromspitzen und begrenzen den Einschaltstrom (Zwischenkreiskondensatoren).

Funk-Entstörfilter dämpfen hochfrequente elektromagnetische Emmissionen von Geräten. Sie dienen zur Einhaltung der in der jeweiligen Produktnorm definierten Grenzwerte (EMV) für leitungsgebundene Störaussendungen (Frequenzumrichter).

Frequenzumrichter ermöglichen die stufenlose Drehzahlsteuerung von Drehstrommotoren.

Ein **Bremswiderstand** wandelt die generatorische Bremsenergie des Frequenzumrichters in Wärme um.
Der Frequenzumrichter muss dazu mit einem Brems-Chopper ausgrüstet sein, der den Bremswiderstand parallel zum Zwischenkreis schaltet.

Motordrosseln

- kompensieren bei großen Motorleitungslängen die kapazitiven Umladeströme,
- reduzieren die Stromwelligkeit und die Stromänderungsgeräusche im Motor,
- dämpfen die Rückwirkungen beim parallelen Anschluss mehrerer Motoren.

Sinusfilter

- glätten die Ausgangsspannung sinusförmig,
- mindern durch die du/dt-Reduzierung die Geräusche im Motor und verlängern somit die Lebensdauer der Motorisolation,
- reduzieren die Ableitströme und erlauben so längere Motorleitungen bei günstigeren EMV-Werten.

Abgeschirmte Motorleitungen dämpfen abgestrahlte und leitungsgebundene Hochfrequenzemissionen innerhalb der von der jeweiligen Produktnorm definierten Grenzwerte (EMV).

Drehstrom-Asynchronmotor (Normmotor)

Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen zum Frequenzumrichter

Hinweise zur fachgerechten Installation von Frequenzumrichtern

Unter Berücksichtigung der folgenden Hinweise wird ein EMV-gerechter Aufbau erreicht. Elektrische und magnetische Störfelder können so auf die geforderten Pegel begrenzt werden. Die erforderlichen Maßnahmen sind nur in der Kombination wirksam und sollten schon bei der Projektierung berücksichtigt werden. Die nachträgliche Erfüllung der erforderlichen EMV-Maßnahmen ist nur mit erhöhtem Aufwand und Kosten möglich.

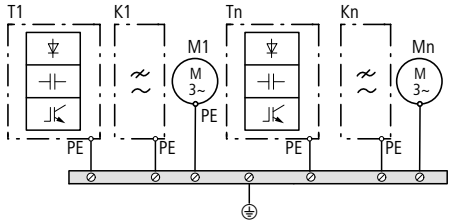
Maßnahmen zur EMV-gerechten Installation sind:

- Erdungsmaßnahmen,
- Schirmungsmaßnahmen,
- Filtermaßnahmen,
- Drosseln.

Sie werden im Anschluss näher beschrieben.

Erdungsmaßnahmen

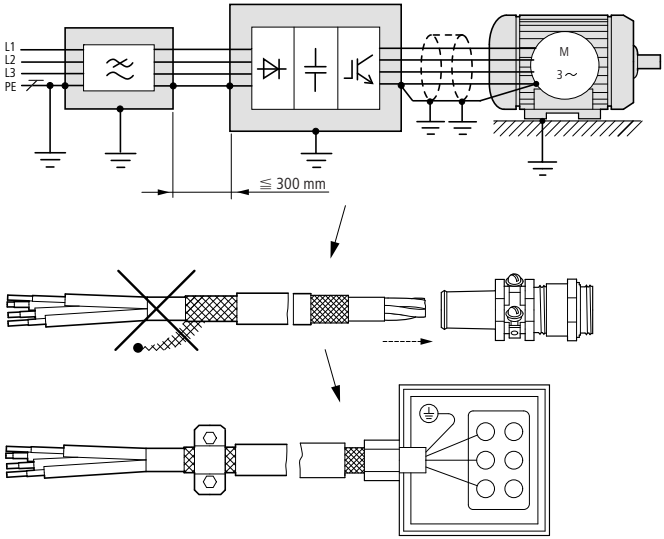
Sie sind zwingend notwendig, um die gesetzlichen Vorschriften zu erfüllen und Voraussetzung für den wirkungsvollen Einsatz weiterer Maßnahmen wie Filter und Schirmung. Alle leitfähigen, metallischen Gehäuseteile müssen elektrisch leitend mit dem Erdpotenzial verbunden werden. Dabei ist für die EMV-Maßnahme nicht der Querschnitt der Leitung maßgebend, sondern die Oberfläche, auf der hochfrequente Ströme abfließen können. Alle Erdungspunkte müssen, möglichst niederohmig und gut leitend, auf direktem Weg an den zentralen Erdungspunkt (Potenzialausgleichschiene, sternförmiges Erdungssystem) geführt werden. Die Kontaktstellen müssen farb- und korrosionsfrei sein (verzinkte Montageplatten und Materialien verwenden).

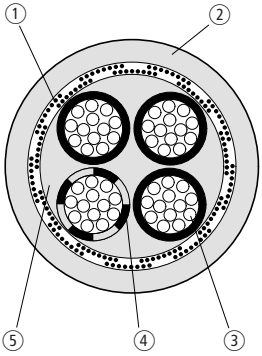


K1 = Funk-Entstörfilter
T1 = Frequenzumrichter

Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen zum Frequenzumrichter

Schirmungsmaßnahmen





Vieradrige abgeschirmte Motorleitung:

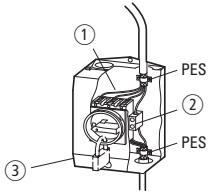
① Cu-Abschirmgeflecht, beidseitig und großflächig erden
② PVC-Außenmantel
③ Litze (Cu-Drähte, U, V, W, PE)
④ PVC-Aderisolierung: 3 x schwarz, 1 x grüngelb
⑤ Textilband und PVC-Innenmaterial

Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen zum Frequenzumrichter

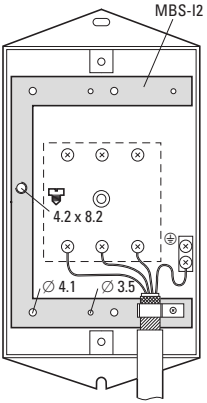
Schirmungsmaßnahmen dienen zur Reduzierung der gestrahlten Störenergie (Störfestigkeit benachbarter Anlagen und Geräte gegen die Beeinflussung von außen). Leitungen zwischen Frequenzumrichter und Motor müssen geschirmt verlegt werden. Der Schirm darf dabei nicht die PE-Leitung ersetzen. Empfohlen werden vieradrige Motorleitungen (drei Phasen + PE), deren Schirm beidseitig und großflächig auf Erdpotenzial gelegt wird (PES). Der Schirm darf nicht über Anschlussdrähte (Pig-Tails) aufgelegt werden. Schirmunterbrechungen (z. B. bei Klemmen, Schützen, Drosseln usw.) müssen niederohmig und großflächig überbrückt werden.

Unterbrechen Sie dazu den Schirm in der Nähe der Baugruppe und kontaktieren Sie ihn großflächig mit dem Erdpotenzial (PES, Schirmklemme). Die freien, nicht abgeschirmten Leitungen sollten nicht länger als etwa 100 mm sein.

Beispiel: Schirmauflage für Wartungsschalter



① Metallplatte (z. B. MSB-I2)
② Erdungsklemme
③ Wartungsschalter

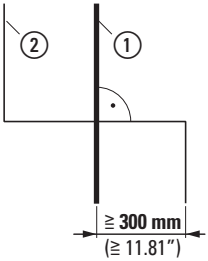


Hinweis

Wartungsschalter im Ausgang von Frequenzumrichtern dürfen nur im stromlosen Zustand betätigt werden.

Steuer- und Signalleitungen sollten verdrillt sein und können mit Doppelschirm eingesetzt werden. Dabei wird der innere Schirm einseitig an der Spannungsquelle aufgelegt, der äußere Schirm beidseitig.

Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen zum Frequenzumrichter



① Leistungsleitungen: Netz, Motor, DC-Zwischenkreis, Bremswiderstand
② Signalleitungen: analoge und digitale Steuersignale

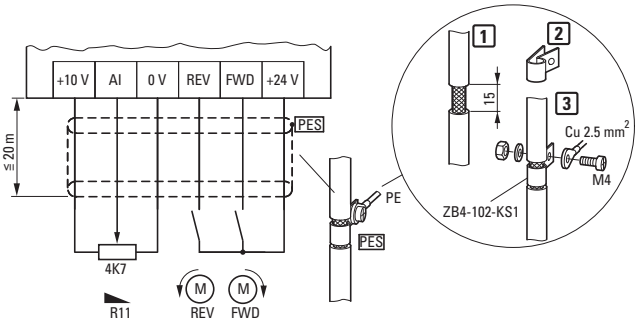
Die Motorleitung muss räumlich getrennt von den Steuer- und Signalleitungen (> 30 cm) und darf nicht parallel zu Netzleitungen verlegt werden.

Hinweis

Auch innerhalb von Schaltschränken sollten Leitungen bei einer Länge größer als 30 cm abgeschirmt werden.

Beispiel zur Schirmung von Steuer- und Signalleitungen

Standardanschluss eines Frequenzumrichters mit Sollwertpotenziometer R11 (M22-4K7), Steuersignalen für Rechts- und Linkslauf (FWD, REV) und Montagezubehör ZB4-102-KS1



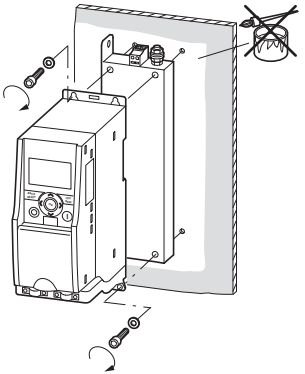
Filtermaßnahmen

Funk-Entstörfilter und Netzfilter (Kombination von Funk-Entstörfilter + Netzdrossel) dienen zum Schutz vor hochfrequenten leitungsgebundenen Störgrößen (Störfestigkeit) und reduzieren die hochfrequenten Störgrößen des Frequenzumrichters, die über das Netzkabel oder die Abstrahlung des Netzkabels ausgesendet werden und auf ein vorgeschriebenes bzw. gesetzliches Maß begrenzt werden sollen.

Filter sind heutzutage häufig bereits im Frequenzumrichter integriert oder sollten möglichst in unmittelbarer Nähe des Frequenzumrichters montiert werden. Bei extern angeordneten Funk-Entstörfiltern muss die Verbindungsleitung zwischen Frequenzumrichter und Filter kurzgehalten (≦ 30 cm) werden.

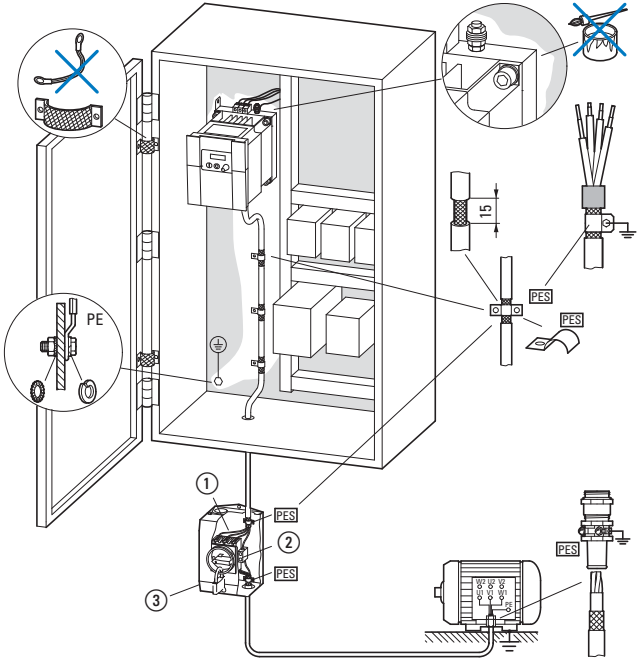
Hinweis

Die Montageflächen von Frequenzumrichter und Funk-Entstörfilter müssen farbfrei und HF-mäßig gut leitend sein.



Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen zum Frequenzumrichter

EMV-gerechter Aufbau und Anschluss



① Metallplatte mit PE-Anbindung
② Erdungsklemme (Verbindung der PE-Leiter und der Erdung der Metallplatte ①)
③ Wartungsschalter

2

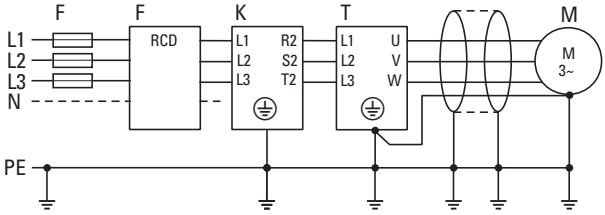
Fehlerstromschutzschalter (RCD)

Frequenzumrichter und Funk-Entstörfilter haben betriebsbedingte Ableitströme, die im Fehlerfall (Phasenausfall, Schieflast) erheblich größer als die Nennwerte werden können. Zur Vermeidung gefährlicher Spannungen müssen im PDS alle Komponenten (Frequenzumrichter, Funk-Entstörfilter, Motor, abgeschirmte Motorleitungen) geerdet sein. Da es sich bei den Ableitströmen um hochfrequente Störgrößen handelt, müssen diese Erdungsmaßnahmen niederohmig und großflächig sein.

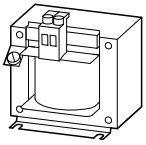
Die Fehlerstromschutzschalter beim Frequenzumrichter müssen vom Typ B sein, da hier neben sinusförmigen Wechsel- und pulsförmigen Gleichfehlerströmen auch reine Gleichfehlerströme auftreten können.

Bei Ableitströmen ≧ 3,5 mA muss nach VDE 0160 bzw. EN 60335 entweder:

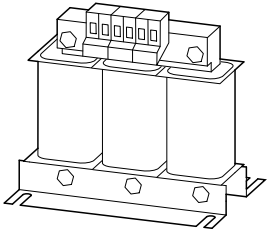
- der Schutzleiter-Querschnitt ≧ 10 mm^2 sein,
- der Schutzleiter auf Unterbrechung hin überwacht werden oder
- ein zweiter Schutzleiter zusätzlich verlegt werden.



Elektronische Motorstarter und Drives
Grundlagen zum Frequenzumrichter



einphasige Drossel



dreiphasige Drossel

Netzdrosseln

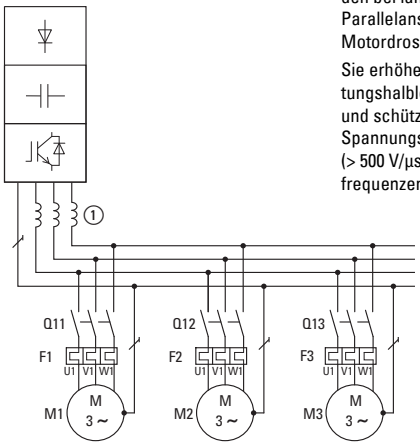
Auf der Eingangsseite des Frequenzumrichters reduzieren Netzdrosseln die stromabhängigen Netzrückwirkungen und bewirken eine Verbesserung des Leistungsfaktors. Der Stromoberwellengehalt wird reduziert und die Netzqualität verbessert. Der Einsatz von Netzdrosseln empfiehlt sich besonders beim Anschluss mehrerer Frequenzumrichter an einen Netzeinspeisepunkt sowie beim Anschluss anderer elektronischer Geräte am Netz.

Eine Reduzierung der Netzstromwirkung wird auch durch Gleichstromdrosseln im Zwischenkreis des Frequenzumrichters erreicht. Hierbei kann auf Netzdrosseln verzichtet werden.

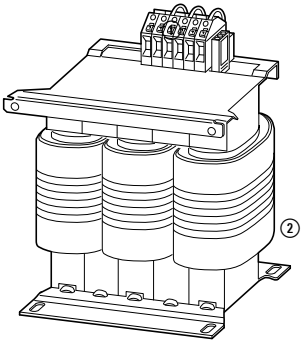
Motordrosseln

Im Ausgang des Frequenumrichters werden bei langen Motorleitungen und beim Parallelanschluss mehrerer Motoren Motordrosseln ① eingesetzt.

Sie erhöhen zudem den Schutz der Leistungshalbleiter bei Erd- und Kurzschluss und schützen die Motoren vor zu hohen Spannungsanstiegsgeschwindigkeiten (> 500 V/µs), die durch die hohen Taktfrequenzen hervorgerufen werden.



Sinusfilter



SFB400/…

Sinusfilter sind eine Kombination aus Drossel und Kondensator (Tiefpassfilter).

Sie verbessern die Sinusform der Ausgangsspannung des Frequenzumrichters, wodurch die Geräusche und die Erwärmung im Motor reduziert werden.

Vorteile eines Sinusfilters:

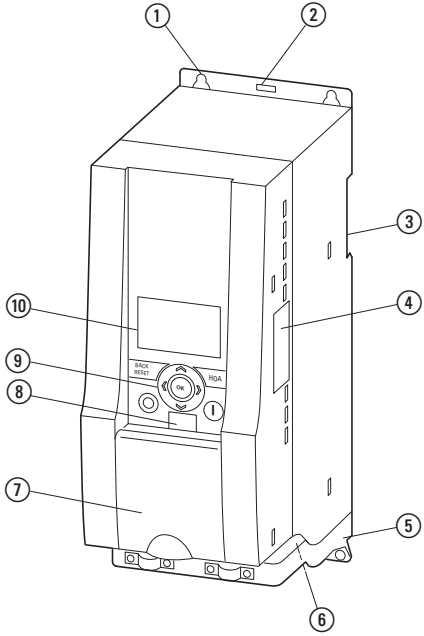
- lange geschirmte Motorleitung
  - max. 400 m bei Netzspannungen bis 240 V +10 %
  - max. 200 m bei Netzspannungen bis 480 V +10 %
- hohe Lebensdauer des Motors – wie bei reinem Netzbetrieb
- geringere Geräuschentwicklung des Motors
- geringere Motorerwärmung
- reduzierte du/dt-Werte (< 500 V/µs)

Nachteile eines Sinusfilters:

- bis zu 30 V Spannungsabfall
- Betrieb nur mit fest eingestellter Taktfrequenz möglich

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel M-Max™

Produktmerkmale M-Max™



Bezeichnungen am M-Max™

① Befestigungslöcher (Schraubenbefestigung)
② Entriegelung (Demontage von der Montageschiene)
③ Aussparung für die Montage auf der Montageschiene (DIN EN 50022-35)
④ Schnittstelle für Feldbus-Anschaltbaugruppen (Option, MMX-NET-XA)
⑤ Installationszubehör EMV
⑥ Anschlussklemmen des Leistungsteils
⑦ Abdeckklappe der Steuerklemmen und der Mikroschalter
⑧ Schnittstelle für PC-Anschaltgruppe MMX-COM-PC (Option)
⑨ Bedieneinheit mit 9 Steuertasten
⑩ Anzeigeeinheit (LCD)

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel M-Max™

Funktionen

Umfangreiche Schutzfunktionen gewährleisten einen sicheren Betrieb sowie den Schutz von Frequenzumrichter, Motor und Applikation. Sie schützen vor:

- Überstrom, Erdschluss
- Überlast (elektronischer Motorschutz)
- Übertemperatur
- Überspannung, Unterspannung

Weitere Funktionen

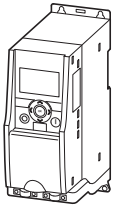
- Wiederanlaufsperre
- U/f-Steuerung oder sensorlose Vektorsteuerung
- 2-facher Anlaufstrom und 1,5-facher Überstrom
- PID-Regler
- Ablaufsteuerung
- Bremssteuerung (DC-Bremsung)
- 8 Festfrequenzen
- Elektronisches Motorpotenziometer
- Logik-Funktion (Und, Oder, Exklusives Oder)
- Minimum- und Maximumbegrenzung von Frequenz und Strom
- Frequenzsprung (Frequenzausblendung)
- Gleichstrombremsung vor dem Start und bis zum Motorstillstand
- 2 Parametersätze

Dokumentation

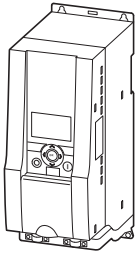
Handbuch: MN04020001Z
Montageanweisung: IL04020001E

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel M-Max™

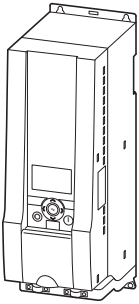
Baugrößen M-Max™



Baugröße 1 (FS1)
MMX12…: 1,7 - 2,8 A
MMX32…: 1,7 - 2,8 A
MMX34…: 1,4 - 2,4 A



Baugröße 2 (FS2)
MMX12…: 3,7 - 7 A
MMX32…: 3,7 - 7 A
MMX34…: 3,3 - 5,6 A



Baugröße 3 (FS3)
MMX12…: 9,6 A
MMX32…: 9,6 A
MMX34…: 7,6 - 14 A

FS = Frame Size (= Baugröße)

MMX12…: einphasiger Netzanschluss, Bemessungsspannung 230 V

MMX32…: dreiphasiger Netzanschluss, Bemessungsspannung 230 V

MMX34…: dreiphasiger Netzanschluss, Bemessungsspannung 400 V

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel M-Max™

Anwendung

Die Frequenzumrichter der Gerätereihe M-Max™ ermöglichen die stufenlose Drehzahlsteuerung von Drehstrom-Asynchronmotoren. Sie eignen sich besonders für Applikationen, bei denen einfache Handhabung und Wirtschaftlichkeit eine zentrale Bedeutung haben.

Die kennliniengeführte Spannungs-Frequenz-Steuerung (U/f-Verfahren) erlaubt bereits in der Grundeinstellung ein weites Anwendungsspektrum: von einfachen Pumpen- und Lüfterantrieben, Standardapplikationen in der Verpackungsindustrie bis hin zum Mehrmotorenbetrieb in der horizontalen Transport- und Fördertechnik. Mit der sensorlosen Vektorregelung kann ein Einzelantrieb auch in anspruchsvollen Applikationen, bei denen ein hohes Drehmoment und eine hohe Rundlaufgüte im unteren Drehzahlbereich gefordert sind, eingesetzt werden: Beispielsweise in der kunststoff- und metallverarbeitenden Industrie, der Textil-, Papier- und Druckindustrie sowie im Bereich von Kran- und Liftanlagen.

Nennströme von 1,4 bis zu 14 A ermöglichen den Betrieb von vierpoligen Standard-Drehstrom-Asynchronmotoren im zugeordneten Leistungsbereich von:

- 0,25 bis 2,2 kW bei 230 V (einphasiger Netzanschluss),
- 0,25 bis 2,2 kW bei 230 V (dreiphasiger Netzanschluss),
- 0,37 bis 5,5 kW bei 400 V (dreiphasiger Netzanschluss).

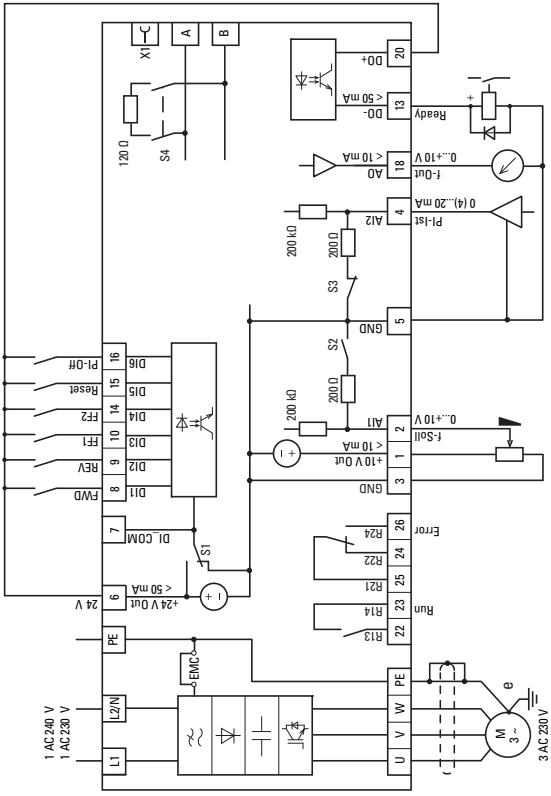
Hinweise

- Bei Installation und Betrieb gemäß UL® müssen die netzseitig angeordneten Schaltgeräte einen 1,25-fachen Eingangsstrom berücksichtigen können.
- Netzschütze berücksichtigen immer nur den eingangsseitigen Netzbemessungsstrom I_{LN} des Frequenzumrichters ohne Netzdrossel. Die Auswahl erfolgt nach dem thermischen Strom (Gebrauchskategorie AC-1).
- Ein Tipp-Bereich über das Netzschütz ist bei Frequenzumrichtern nicht zulässig (Pausenzeit ≥ 60 s zwischen Aus- und Einschalten).

Elektronische Motorstarter und Drives

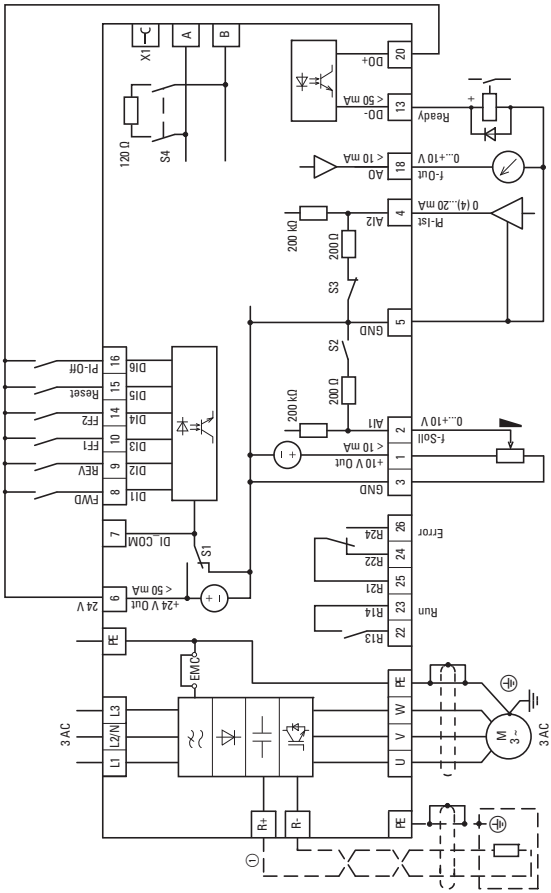
Anschlussbeispiel M-Max™

Blockschaldbild für MMX12...



Elektronische Motorstarter und Drives

Anschlussbeispiel M-Max™



Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel M-Max™

Belegung der Steuerklemmen

Die Steuerklemmen sind in der Werkseinstellung wie folgt belegt:

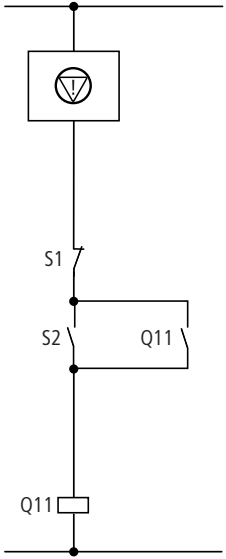
2: AI1: f-Soll = Frequenzsollwert (0 - +10 V)
4: AI2: PI-Ist = Istwert für PID-Regler (Prozessvariable, 4 - 20 mA)
8: DI1: FWD = Freigabe Rechtsdrehfeld (Forward)
9: DI2: REV = Freigabe Linksdrehfeld (Reverse)
10: DI3: FF1 = Festfrequenz 1
13: DO-: Ready = Starbereit (Transistorausgang mit der Spannung von Klemme 20)
14: DI4: FF2 = Festfrequenz 2
15: DI5: Reset = Quittieren einer Fehlermeldung
16: DI6: PI-Off = PID-Regler deaktiviert
18: AO: f-Out = Ausgangsfrequenz zum Motor (0 - +10 V)
20: DO+: Eingangsspannung für Transistorausgang (+24 V DC)
22/23: R13/R14 (Schließer): RUN = Betriebsmeldung (Relais)
24/25/26: R21/R22/R24 (Wechsler): Error = Fehlermeldung (Relais)

① Anschlussklemmen R+ und R- für externen Bremswiderstand (optional) – bei Baugröße 2 (FS2) und Baugröße 3 (FS3)

Elektronische Motorstarter und Drives

Anschlussbeispiel M-Max™

Grundsätzliche Ansteuerung



Beispiel 1

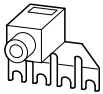
Sollwertvorgabe über Potenziometer R11
Freigabe (START/STOPP) und Drehrichtungswahl über Klemmen 1 und 2 mit interner Steuerspannung

- NOT-AUS-Kreis
- F1: Leitungsschutz
- PES: PE-Anschluss des Leitungsschirmes
- Q11: Netzschütz
- M1: Motor, 3-phasig, 230 V
- S1: AUS
- S2: EIN

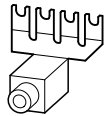
Hinweise

- Für einen EMV-gerechten Netzanschluss sind nach der Produktnorm IEC/EN 61800-3 entsprechende Funk-Entstörmaßnahmen erforderlich.
- Bei Frequenzumrichtern mit einphasigem Netzanschluss empfiehlt sich der Einsatz von Parallelverbindern zur gleichmäßigen Belastung der Strombahnen.

DILM12-XP1



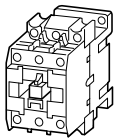






(4. Pol abbrechbar)

DILM

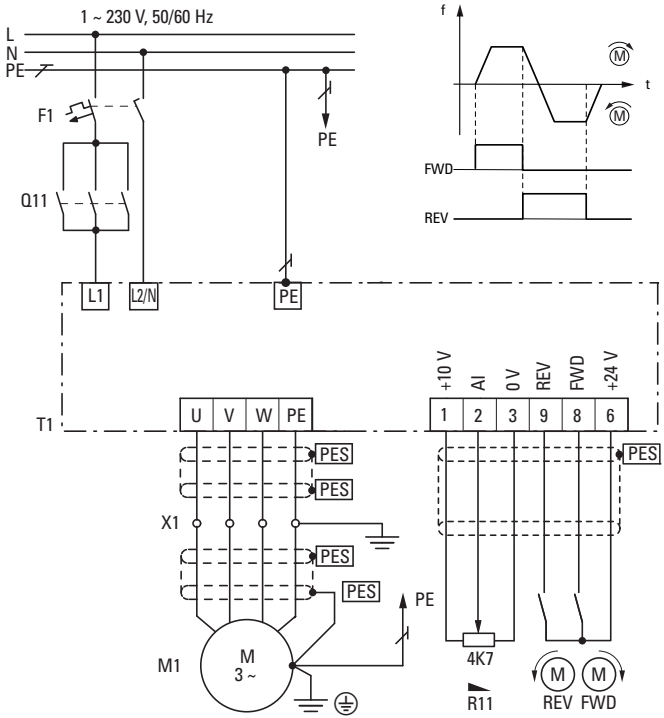




Elektronische Motorstarter und Drives

Anschlussbeispiel M-Max™

Verdrahtung (MMX12…)



– Einphasiger Frequenzumrichter MMX12…
– Rechts-Linkslaufsteuerung über Klemmen 8 und 9
– Externe Sollwertvorgabe über Potenziometer R11

FWD: Freigabe Rechtsdrehfeld
REV: Freigabe Linksdrehfeld

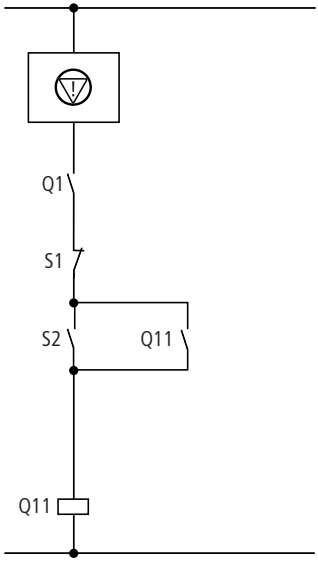
Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel M-Max™

Frequenzumrichter MMX34… mit externem Funk-Entstörfilter

Hinweis

Nur für MMX…N0-0 (ohne internen Funk-Entstörfilter)

Ansteuerung



Beispiel 2

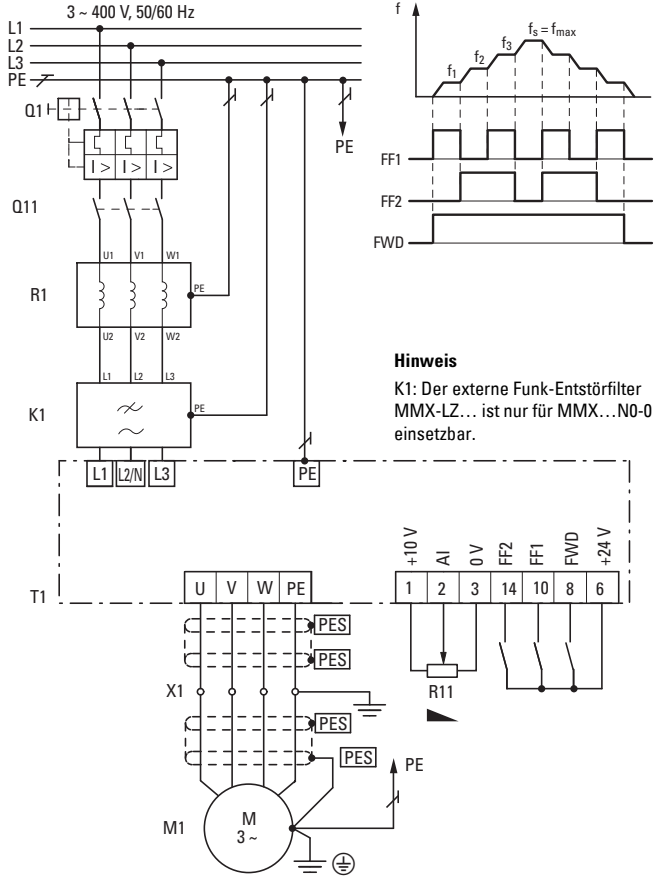
Sollwertvorgabe über Potenziometer R11 (f_s) und Festfrequenz (f_1, f_2, f_3) über Klemme 10 und 14 mit interner Steuerspannung Freigabe (START/STOPP) und eine Drehrichtungswahl über Klemme 8 (FWD)

ⓜ	NOT-AUS-Kreis
FF1:	Festfrequenz f_1
FF2:	Festfrequenz f_2
FF1+ FF2:	Festfrequenz f_3
FWD:	Freigabe Rechtsdrehfeld, analoger Frequenz-Sollwert f_S
K1:	Funk-Entstörfilter MMX-LZ…
M1:	Motor, 3-phasig, 400 V
PES:	PE-Anschluss des Leitungsschirmes
Q1:	Leitungsschutz
Q11:	Netzschütz
R1:	Netzdrossel
S1:	AUS
S2:	EIN

Elektronische Motorstarter und Drives

Anschlussbeispiel M-Max™

Verdrahtung (MMX34…)



Hinweis

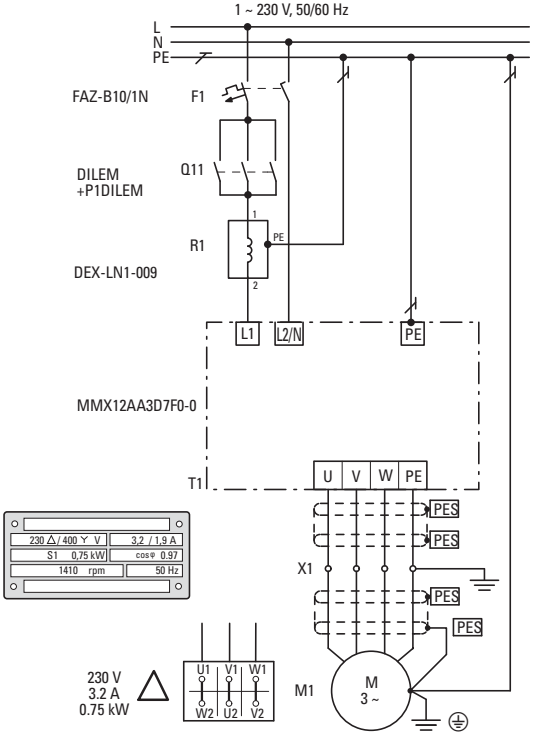
K1: Der externe Funk-Entstörfilter MMX-LZ… ist nur für MMX…N0-0 einsetzbar.

Elektronische Motorstarter und Drives
Anschlussbeispiel M-Max™

Anschlussvarianten

Variante A:
Motor in Dreieckschaltung (MMX12…)
Der unten aufgeführte 0,75 kW-Motor kann in der Dreieck-Schaltung an ein einphasiges Netz mit 230 V (Variante A) oder in Stern-Schaltung an ein dreiphasiges Netz mit 400 V (Variante B) angeschlossen werden.

Motor: P = 0,75 kW
Netz: 1/N/PE 230 V 50/60 Hz

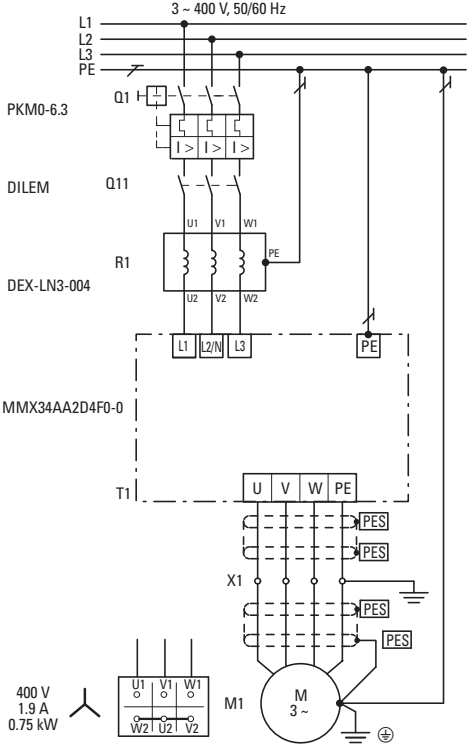


Elektronische Motorstarter und Drives

Anschlussbeispiel M-Max™

Variante B:
Motor in Sternschaltung (MMX34…)

Motor: P = 0,75 kW
Netz: 3/PE 400 V 50/60 Hz



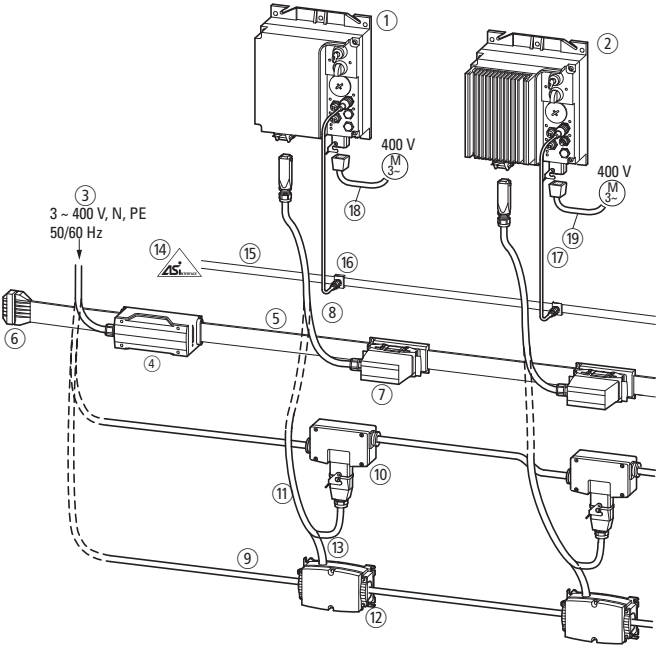
Elektronische Motorstarter und Drives
System Rapid Link 4.0

Systemübersicht Rapid Link Module RA 4.0

Rapid Link ist ein dezentrales Schalt- und Installationssystem.

Durch ihre kompakte Bauform und ihre hohe Schutzart IP65 können diese Motorstarter in unmittelbarer Nähe des Motors installiert werden.

Steckbare Anschlussleitungen mit normierten Anschlüssen reduzieren den Verdrahtungsaufwand und gewährleisten die in der Fördertechnik bevorzugte Installationstechnik.



Elektronische Motorstarter und Drives
System Rapid Link 4.0

Funktionsmodule:

① Motorstarter RAMO (Motor Control Unit) → dreiphasiger, elektronischer Direktstarter oder Wendestarter, mit elektronischem Motorschutz für zugeordnete Leistungen von 90 W bis 3 kW (bei 400 V).

② Drehzahlsteller RASP (Speed Control Unit) → dreiphasiger, frequenzgeschalteter Motorstarter (Festdrehzahlen, zwei Drehrichtungen, Sanftanlauf), in vier Leistungsgrößen (2,4 A/3,3 A/4,3 A/5,6 A) mit elektronischem Motorschutz für zugeordnete Leistungen von 0,18 kW bis 2,2 kW (bei 400 V).

Energiebus:

③ Energieeinspeisung (3 AC 400 V) über Leistungsschalter zum Schutz vor Überlast und Kurzschluss
④ Energieeinspeisung für Flachleitung
⑤ Flachleitung für 400 V AC
⑥ Endstück für Flachleitung
⑦ Flachleitungsabgang
⑧ Energieadapterleitung zum Flachleitungsabgang
⑨ Rundleitung für 400 V AC
⑩ steckbarer Energieabzweig für Rundleitung
⑪ Energieadapterleitung zum Rundleitungsabgang
⑫ Energieabzweig für Rundleitung
⑬ Energieadapterleitung (Rundleitung) zur Powerbox
⑭ AS-Interface® – Einspeisung über Kopfleitung

Datenbus:

⑮ AS-Interface®-Flachleitung
⑯ Abzweig für M12-Steckerleitungen
⑰ M12-Verlängerung

Motoranschluss:

⑱ ungeschirmte Motorleitung
⑲ abgeschirmte Motorleitung (EMV)

Produktmerkmale

Die Installation erfolgt mit Hilfe eines Energie- und eines Datenbusses, die in allen Modulen des Systems Rapid Link steckbar eingesetzt werden.

Im Mittelpunkt stehen kunden- und branchenspezifische Anforderungen für fördertechnische Applikationen.

In der Variante 4.0 verfügen die Rapid Link-Module über folgende Eigenschaften:

- Schutzart IP65
- Umgebungstemperatur im Betrieb von -10 °C bis +55 °C
- maximale Leitungslänge 10 m
- AS-Interface® Profi 7.4 für Kommunikation und Diagnose
- steckbare Anschlusstechnik nach ISO 23570
- Vor-Ort-Handbedienung
- Wartungs- und Reparaturschalter (optional)
- elektronischer Direktstarter RAMO-D
- elektronischer Wendestarter RAMO-W
- frequenzgesteuerter Drehzahlsteller RASP

Dokumentation

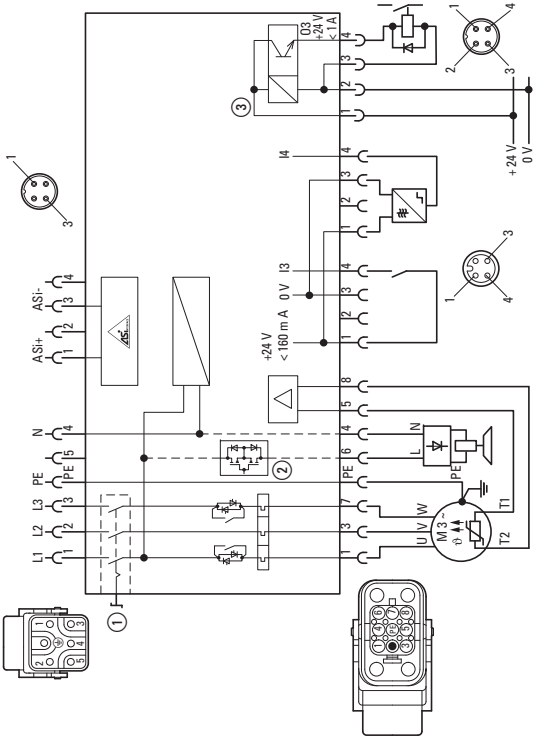
Handbuch: MN03406003Z

Montageanweisungen:
IL003406019Z
IL003406020Z

Elektronische Motorstarter und Drives
System Rapid Link 4.0

Blockschaltbild RAMO-D…

Elektronischer Direktstarter



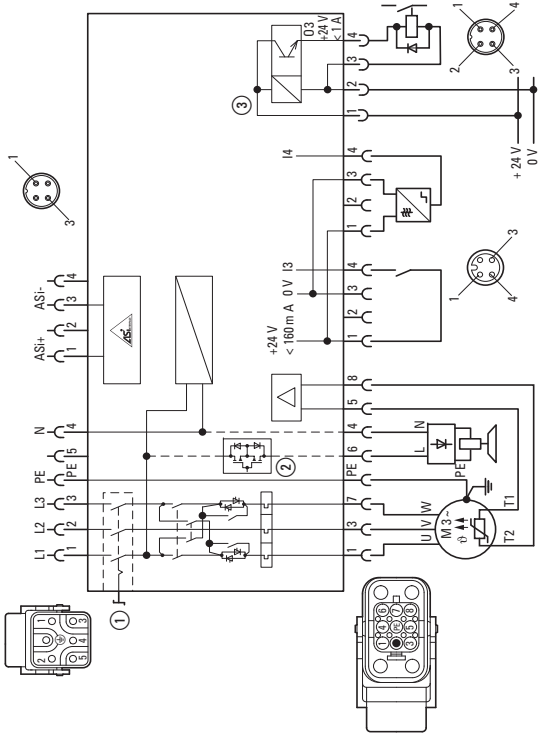
Optionale Ausprägung:

① Reparaturschalter
② Ansteuerung externe Bremse (230 V)
③ Ausgang Aktor

Elektronische Motorstarter und Drives
System Rapid Link 4.0

Blockschaltbild RAMO-W…

Elektronischer Wendestarter



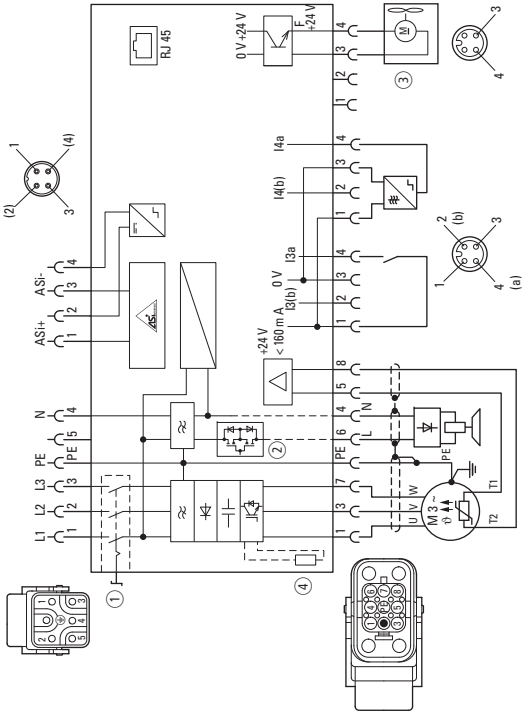
Optionale Ausprägung:

① Reparaturschalter
② Ansteuerung externe Bremse (230 V)
③ Ausgang Aktor

Elektronische Motorstarter und Drives
System Rapid Link 4.0

Blockschaltbild RASP-…

Frequenzumrichter



Optionale Ausprägung:

① Reparaturschalter
② Ansteuerung externe Bremse (230 V)
③ Gerätelüfter
④ interner Bremswiderstand

Befehls- und Meldegeräte

	Seite
RMQ – System	3-2
RMQ – Projektieren	3-9
RMQ – Beschriften	3-13
Signalsäulen SL	3-14
Positionsschalter LS-Titan®	3-16
Elektronische Positionsschalter LSE-Titan®	3-26
Analoge elektronische Positionsschalter	3-27
Sensoren – Funktionsweise	3-30
Sensoren – Anwendungen	3-37

Befehls- und Meldegeräte
RMQ – System

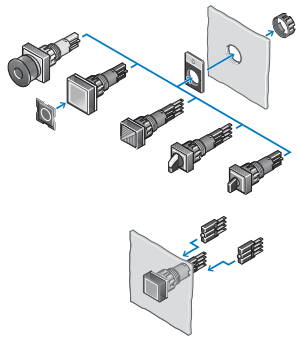
Befehlen und Melden sind die grundlegenden Funktionen zur Steuerung von Maschinen und Prozessen. Die notwendigen Bediensignale werden entweder manuell mit Hilfe von Befehls- und Meldegeräten oder maschinell durch Positionsschalter erzeugt. Der jeweilige Anwendungsfall bestimmt dabei die Schutzart, Form und Farbe.

Konsequent sind zukunftsorientierte Technologien bei den Befehlsgeräten „RMQ-Titan®" angewendet worden. Durchgängige LED-Elemente und Laserbeschriftung bieten ein Maximum an Sicherheit, Verfügbarkeit und Flexibilität. Im Einzelnen bedeutet dies:

- hochwertige Optik für ein einheitliches Erscheinungsbild,
- höchste Schutzart bis IP67 und IP69K (Dampfstrahlgeeignet),
- kontrastreiche Beleuchtung mittels LED-Elementen, auch bei Tageslicht,
- bis zu 100.000 h für maschinenlange Lebensdauer,
- unempfindlich gegen Schock und Vibrationen,
- LED-Betriebsspannung von 12 bis 500 V,
- geringe Leistungsaufnahme – nur 1/6 von Glühlampen,
- erweiterter Betriebstemperaturbereich -25 bis +70 °C,
- Leuchtmittel-Testschaltung,
- integrierte Schutzschaltungen für höchste Betriebssicherheit und Verfügbarkeit,
- abriebfeste und kontrastreiche Laser-Beschriftung,
- kundenindividuelle Symbole und Beschriftungen ab 1 Stück,
- Text und Symbolik frei kombinierbar,
- durchgängige Anschlusstechnik mit Schrauben und Cage Clamp[1)],
- selbstspannende Cage Clamp Anschlüsse für sicheren und wartungsfreien Kontakt,
- elektroniktaugliche Schaltkontakte nach EN 61131-2: 5 V/1 mA,
- frei programmierbares Schaltverhalten bei allen Wahltasten: tastend/rastend,
- alle Tasten in unbeleuchteter und beleuchteter Ausführung,
- NOT-AUS Tasten mit Zug- oder Drehentriegelung,
- beleuchtbare NOT-AUS Tasten für aktive Sicherheit,
- Kontakte schalten unterschiedliche Potenziale,
- Einsatz auch in sicherheitsgerichteten Stromkreisen durch zwangsläufige Betätigung und zwangsöffnende Kontakte,
- erfüllen Industriestandard IEC/EN 60947.

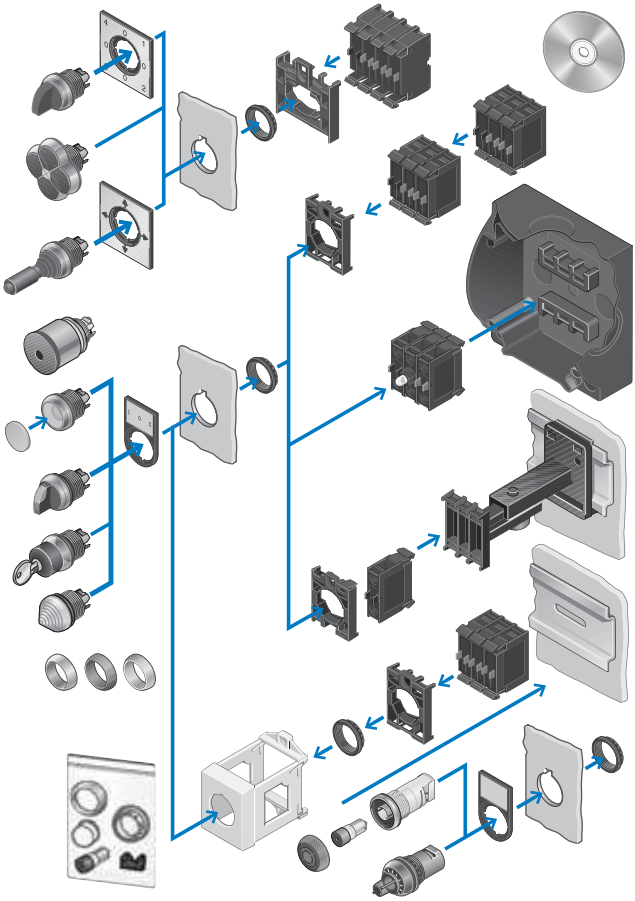
[1)] Cage Clamp ist ein eingetragenes Warenzeichen der WAGO Kontakttechnik GmbH, Minden.

RMQ16 Systemübersicht



Befehls- und Meldegeräte
RMQ – System

RMQ-Titan® Systemübersicht



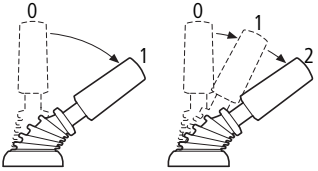
Befehls- und Meldegeräte
RMQ – System

Vierfach Taster
Eaton ergänzt sein Sortiment der erfolgreichen Befehls- und Meldegeräte RMQ-Titan um weitere Bedienelemente. Ihr Aufbau ist modular konzipiert. Zur Anwendung kommen Kontaktelemente aus dem RMQ-Titan-Programm. Die Frontringe und Frontrahmen sind in der gewohnten RMQ-Titan Form und Farbe ausgeführt.

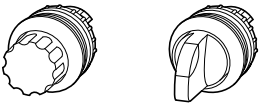
Vierfach Drucktaster
Über die vierfach ausgelegten Drucktaster steuern Anwender an Maschinen und Anlagen vier Bewegungsrichtungen. Dabei ist jeder Bewegungsrichtung ein Kontaktelement zugeordnet. Die Taste verfügt über vier einzelne Drucktasterplatten. Sie lassen sich für verschiedene Applikationen individuell auswählen und können nach eigenen Wünschen mit Laser beschriftet werden.



Joystick mit Doppelkontakt
Über den Joystick werden bis zu vier Bewegungsrichtungen an Maschinen gesteuert. In verschiedenen Varianten besitzt der Joystick 2/4 Stellungen sowie weitere Varianten mit 2 Positionen je Stellung. Damit kann je Richtung, beispielsweise die Geschwindigkeit, in zwei Stufen gesteuert werden. Dazu werden ein Standardschließer und ein Frühschließer mechanisch hintereinander gesteckt. Weiterhin sind auch tastende und rastende Ausführungen möglich.



Wahltasten
Über vier Stellungen verfügen die Wahltasten. Der Betätiger ist wahlweise in den Ausführungen Drehknopf oder Knebelgriff erhältlich. Jeder Ein- und jeder Aus-Stellung ist ein Kontaktelement zugeordnet.



Befehls- und Meldegeräte
RMQ – System

Schilder
Für alle Bedienelemente bietet Eaton Schilder in verschiedenen Ausführungen an. Verfügbar sind die Ausführungen:

- Blanko,
- mit Richtungspfeilen,
- mit Beschriftung „0–1–0–2–0–3–0–4".

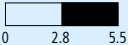
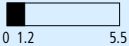
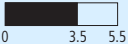
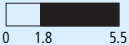
Darüber hinaus lässt sich eine kundenspezifische Beschriftung erstellen. Mit der Software „Labeleditor" werden individuelle Beschriftungen entworfen, die anschließend per Laser dauerhaft und wischfest auf die Schilder aufgebracht werden. → Abschnitt „Labeleditor", Seite 3-13







Kontaktvarianten

Schraub-klemmen	Federzug-klemmen	Frontbe-festigung	Bodenbe-festigung	Kontakt	Wegediagramm[1]
Kontaktelemente					
x	x	x	x		 M22-(C)K(C)10
x	x	x	–		 M22-(C)K(C)01
x	x	x	x		 M22-(C)K01D[2]
x	–	x	–		 M22-K10P

1) Hub in Verbindung mit Frontelement.
2) Öffner: Sicherheitsfunktion durch Zwangsöffnung nach IEC/EN 60947-5-1.

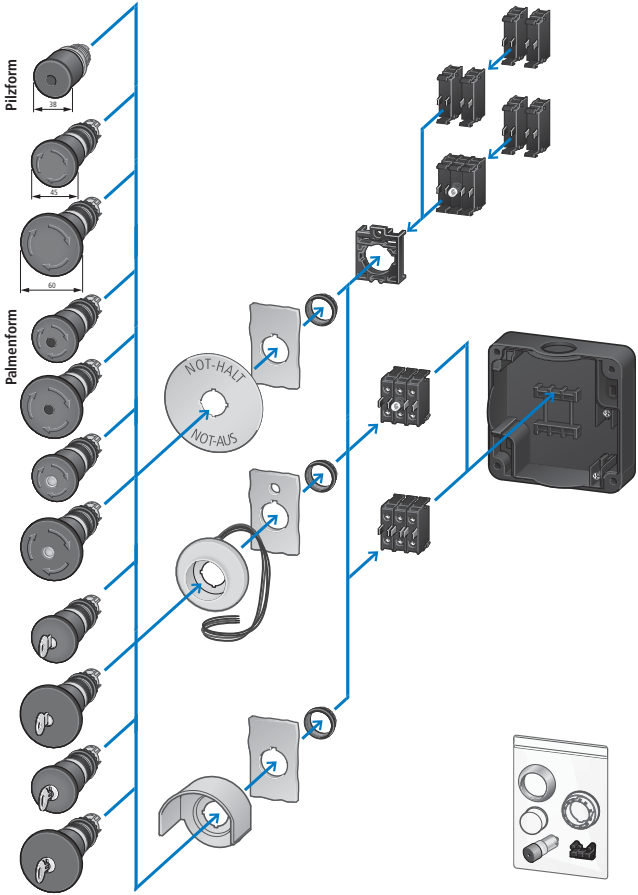
Befehls- und Meldegeräte
RMQ – System

Schraub-klemmen	Federzug-klemmen	Frontbe-festigung	Bodenbe-festigung	Kontakt	Wegediagramm[1]
Doppelkontaktelemente					
–	x	x	–		 0 3.6 5.5 M22-CK20
–	x	x	–		 0 1.2 5.5 M22-CK02
–	x	x	–		 0 1.2 3.6 5.5 M22-CK11[2]
selbstüberwachende Kontaktelemente					
x	–	x	x		 0 1.2 2.8 5.5 M22-K(C)01SMC10
x	–	x	x		 0 1.2 2.8 5.5 M22-K(C)02SMC10

1) Hub in Verbindung mit Frontelement.
2) Öffner: Sicherheitsfunktion durch Zwangsöffnung nach IEC/EN 60947-5-1.

Befehls- und Meldegeräte
RMQ – System

NOT-HALT-/NOT-AUS-Tasten, Systemübersicht



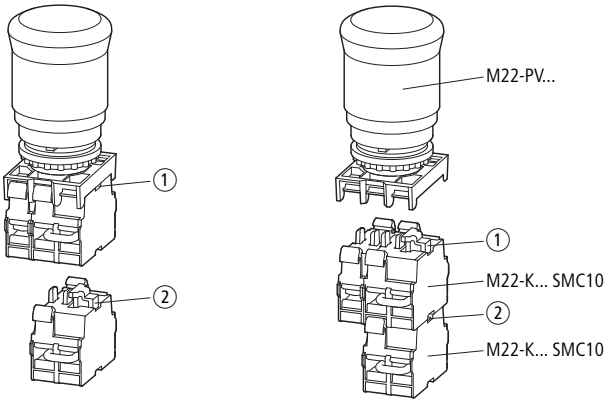
Befehls- und Meldegeräte
RMQ – System

Die neuen NOT-HALT-Taster bzw. NOT-AUS-Taster für das weltweit einsetzbare Befehls- und Meldegeräte Produktsortiment RMQ-Titan sind in Palmenform mit einem Durchmesser von 45 oder 60 mm ausgeführt. Sie sind mit oder ohne Schlüssel, drehentriegelbar, unbeleuchtet, beleuchtbar mit Standard-LED oder mit mechanischer Schaltstellungsanzeige (grün/rot) in der Mitte des Betätigungselementes erhältlich. Die selbstüberwachenden Kontaktelemente gewähren eine umfassende Betriebssicherheit: selbst bei fehlerhafter Installation oder nach übermäßig kraftvoller Betätigung. Hierzu integrieren die modular aufgebauten Kontaktelemente neben dem NOT-AUS-Öffnerkontakt einen zweiten Kontakt zur Abfrage der mechanischen Verbindung zum NOT-HALT-Betätigungselement. Die Kontaktelemente stehen für die Front- oder Bodenbefestigung für 1- oder 2-kanalige Sicherheitsschaltungen zur Verfügung, bis SIL 3 nach IEC 62061 oder Performance Level PL e nach EN ISO 13849-1.

Mit einem optional erhältlichen Leuchtring können NOT-HALT/NOT-AUS-Taster an einer Maschine oder Anlage noch stärker kenntlich gemacht werden. So wird selbst in abgedunkelten Umgebungen die Position dieser Taster eindeutig signalisiert. Der Leuchtring zeigt aus großer Entfernung zuverlässig den Betriebszustand an. Im ausgelösten Zustand können beispielsweise drei getrennt ansteuerbare LED-Reihen als Lauflicht aktiviert werden.

Zusammenbau und Funktion

M22…SMC10



① Der selbstüberwachende Kontakt überwacht mechanisch die Anschaltung am M22-PV…

② Der selbstüberwachende Kontakt überwacht mechanisch die Anschaltung am darüberliegenden Safety-Kontakt M22-K…SMC10, nicht aber die anschaltung am M22-PV…

M22-K01SMC10
M22-KC01SMC10



M22-K02SMC10
M22-KC02SMC10



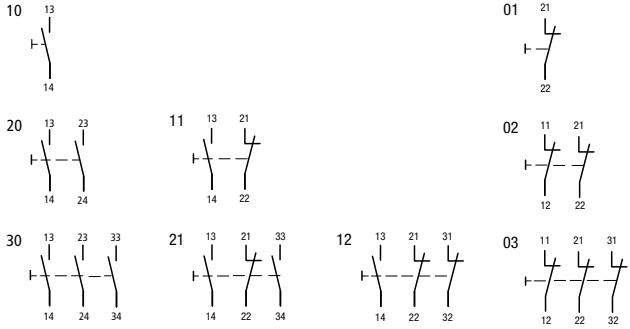
Bei korrekter Montage des selbstüberwachenden Kontaktes ist der Schließer geschlossen.

Durch eine Reihenschaltung von Öffner und Schließer wird der NOT-AUS/NOT-HALT-Kreis aktiviert, wenn

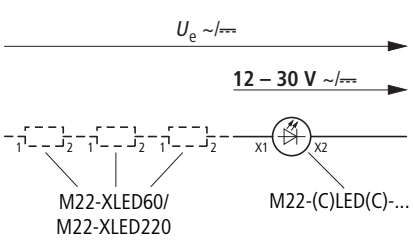
- der NOT-AUS/NOT-HALT-Taster betätigt wird oder
- der selbstüberwachende Kontakt mechanisch vom Taster getrennt wird.

Befehls- und Meldegeräte
RMQ – Projektieren

Anschlussbezeichnung und Funktionsziffern (Kennzahl/Schaltzeichen), EN 50013

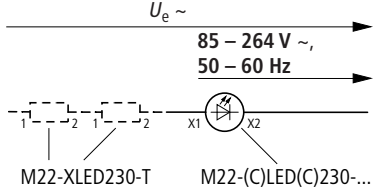


Spannungsvarianten mit Vorschaltelementen



M22-XLED60[1]	U_e ≤AC/DC
1x	60 V
2x	90 V
3x	120 V
...	...
7x	240 V
M22-XLED220	U_e ≤
1 x	220 VDC

1) Für Spannungserhöhung AC/DC.



M22-XLED230-T[1]	U_e ≤
1x	400 V~
2x	500 V~

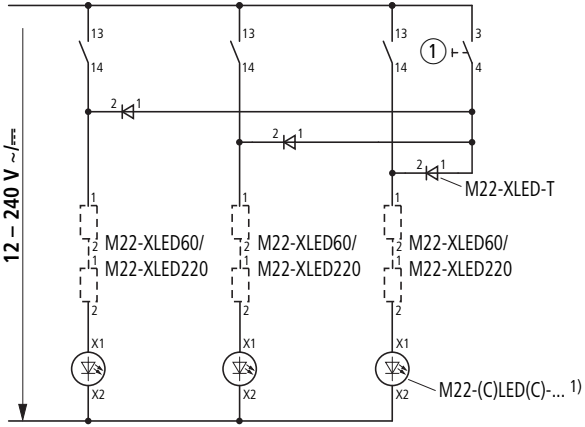
1) AC– für Spannungserhöhung 50/60 Hz.

Befehls- und Meldegeräte
RMQ – Projektieren

Schaltung Leuchtmitteltest

Die Prüftaste dient zur Funktionskontrolle der Leuchtmelder unabhängig vom jeweiligen Steuerungszustand. Entkopplungselemente verhindern Spannungsrückspeisung.

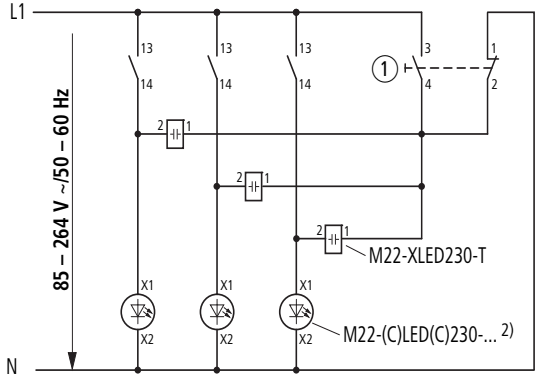
M22-XLED-T
für U_e = 12 bis 240 V AC/DC (auch für Leuchtmitteltest bei Signalsäulen SL)



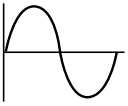
① Prüftaste
1) Nur für Elemente 12 bis 30 V.

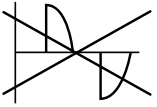
Befehls- und Meldegeräte
RMQ – Projektieren

M22-XLED230-T
für U_e = 85 bis 264 V AC/50 – 60 Hz



① Prüftaste
2) Für Elemente 85 bis 264 V.





Befehls- und Meldegeräte
RMQ – Beschriften

Labeleditor



Individuelle Beschriftung mit Hilfe der Labeleditor-Software

In vier Schritten können Sie Ihr Gerät individuell beschriften:

- Download der Beschriftungssoftware: www.eaton.com/moeller/support, Stichwort: „Labeleditor"
- Erstellen der Bedruckungsvorlage (menügeführt in der Software)
- Versenden der Bedruckungsvorlage an das Fertigungswerk per E-Mail. Die E-Mail-Adresse wird automatisch in Bezug auf das gewählte Produkt vom Programm eingestellt. Beim Versenden Ihrer Vorlage vergibt der Labeleditor einen Dateinamen, wie zum Beispiel „RMQ_Titan_12345.zip". Dieser Dateiname ist Bestandteil des zu bestellenden Artikels (siehe Bestellbeispiele).
- Bestellung an ein Eaton Vertriebsbüro oder den Elektrogroßhandel senden.

Bestellbeispiele

- Einlegeschild M22-XST für Schildträger M22S-ST-X mit Sonderbeschriftung

Grundtyp: M22-XST-*

* = vom Labeleditor vergebener Dateiname

Bitte bestellen Sie:
1 x M22-XST-RMQ_Titan_xxxxxx.zip

- Tastenplatte in grün mit Sonderbeschriftung

Grundtyp M22-XDH-*-*

1. * = Farbe (hier „G" für grün),
2.* = vom Labeleditor vergebener Dateiname

Bitte bestellen Sie:
1 x M22-XDH-G-RMQ_Titan_xxxxx.zip

- Doppeldrucktaster mit weißen Tastenplatten und Sondersymbolen

Grundtyp: M22-DDL-*-*-*

1. * = Farbe (hier „W" für weiß),
2. und 3. * = vom Labeleditor vergebener Dateiname; muss hier 2 x angegeben werden

Bitte bestellen Sie:
1 x M22-DDL-W-RMQ_Titan_xx
xxx.zip-RMQ_Titan_xxxxx.zip

- Schlüsseltaster, 2 Stellungen, Einzelschließungs-Nr. MS1, individuelles Symbol

Grundtyp: M22-WRS*-MS*-*

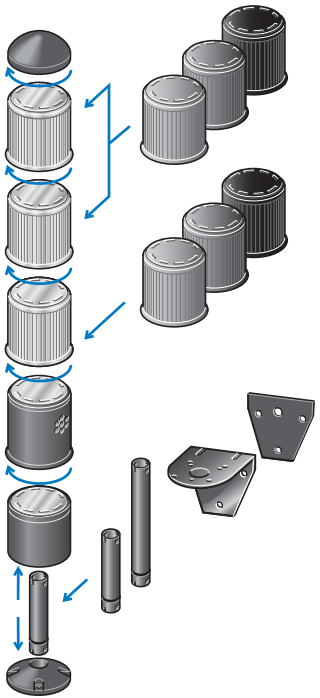
WRS*: * = Anzahl der Stellungen,
MS*: * = Nummer der Einzelschließung,
-*: * = vom Labeleditor vergebener Dateiname

Bitte bestellen Sie:
1 x
M22-WRS2-MS1-RMQ_Titan_xxxxxx.zip

Befehls- und Meldegeräte
Signalsäulen SL

Signalsäulen SL – immer alles im Blick

Signalsäulen SL (IP65) zeigen Maschinenzustände mit optischen und akustischen Signalen an. Auf Schaltschränken oder an Maschinen montiert, sind sie als Dauerlicht, Blinklicht, Blitzlicht oder Akustikmelder auch aus der Ferne sicher zu erkennen und einzuordnen.



Produktmerkmale

- Dauerlicht, Blinklicht, Blitzlicht und Akustikmelder lassen sich beliebig kombinieren.
- Die freie Programmierbarkeit erlaubt die Ansteuerung von fünf Adressen.
- Einfacher Zusammenbau ohne Werkzeug durch Bajonettverschluss.
- Automatische Kontaktierung durch integrierte Kontaktstifte.
- Hervorragende Ausleuchtung durch speziell geformte Linsen mit Fresnel-Effekt.
- Wahlweise Beleuchtung durch Glühlampen oder LEDs.
- Für typische Anwendungen erleichtert eine Vielzahl von Komplettgeräten die Auswahl, Bestellung und Lagerhaltung.

Die verschiedenen Farben der Leuchtelemente zeigen den jeweiligen Betriebszustand nach IEC/EN 60204-1 an:

ROT:
gefährlicher Zustand – sofortige Handlung notwendig

GELB:
anormaler Zustand – Überwachen oder Handeln

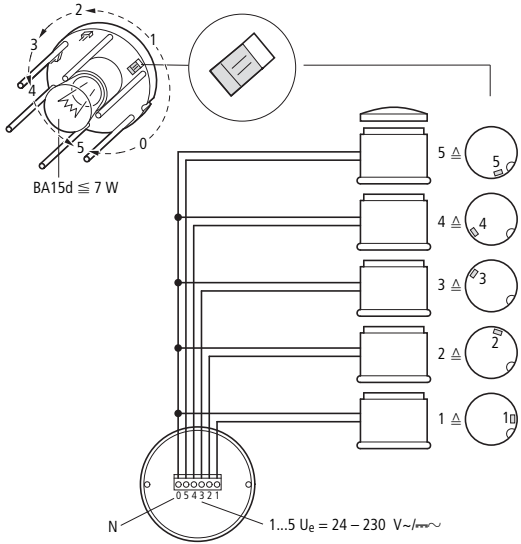
GRÜN:
normaler Zustand – kein Handeln notwendig

BLAU:
abweichender Zustand – zwingende Handlung erforderlich

WEISS:
anderer Zustand – kann beliebig genutzt werden.

Befehls- und Meldegeräte
Signalsäulen SL

Programmierbarkeit



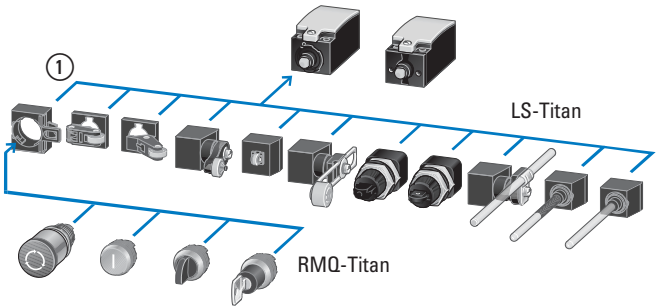
Von einer Klemmleiste im Basismodul werden fünf Signalleitungen durch jedes Modul geführt. Mit Hilfe einer Drahtbrücke (Jumper) auf jeder Leiterplatte wird das Modul adressiert. Fünf verschiedene Adressen können auch mehrfach vergeben werden.

So kann zum Beispiel ein rotes Blitzlicht und parallel dazu ein Akustikmelder den gefährlichen Zustand einer Maschine anzeigen und melden. Beide Jumper auf die gleiche Position stecken – fertig!

(→ Abschnitt „Schaltung Leuchtmitteltest", Seite 3-11.)

Befehls- und Meldegeräte
Positionsschalter LS-Titan®

Neue Kombinationen für Ihre Lösungen mit LS-Titan®



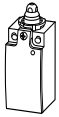
① Antriebsköpfe in vier Positionen, jeweils um 90° gedreht, aufsetzbar.

Befehlsgeber RMQ-Titan® einfach aufschnappen
Ein weiteres einzigartiges Merkmal ist die Möglichkeit, Befehlsgeräte aus dem RMQ-Titan Programm mit den Positionsschaltern LS-Titan zu kombinieren. Es können Drucktaster, Wahlschalter oder NOT-AUS-Taster direkt als Antriebskopf auf jeden Positionsschalter geschnappt werden. Die gesamte Einheit verfügt sowohl front- als auch rückseitig mindestens über die hohe Schutzart IP66.

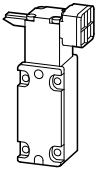
Zusätzlich haben alle Antriebsköpfe und der Adapter zur Aufnahme der RMQ-Titan-Tasten einen Bajonettverschluss, der schnell und sicher montiert wird. Die Köpfe können mit dem Bajonettverschluss in allen vier Richtungen (4 x 90°) aufgesetzt werden.

Befehls- und Meldegeräte
Positionsschalter LS-Titan®

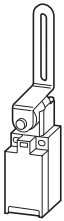
Übersicht

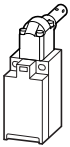


LS, LSM

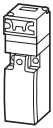


LS4…ZB





LSR…



LS…ZB



LS…ZBZ

Befehls- und Meldegeräte
Positionsschalter LS-Titan®

Sicherheits-Positionsschalter LS4…ZB, LS…ZB

Die Sicherheits-Positionsschalter von Eaton sind speziell konzipiert für die Stellungsüberwachung von Schutzabdeckungen, wie Türen, Klappen, Hauben und Schutzgitter. Sie erfüllen die Grundsätze der Berufsgenossenschaften für die Prüfung von zwangsöffnenden Positionsschaltern für Sicherheitsfunktionen (GS-ET-15). Dort heißt es unter anderem:

„Positionsschalter für Sicherheitsfunktionen müssen so beschaffen sein, dass die zum Schutz dienende Funktion nicht von Hand oder mit einfachen Hilfsmitteln verändert oder umgangen werden kann." Einfache Hilfsmittel sind: Zangen, Schraubendreher, Stifte, Nägel, Draht, Scheren, Taschenmesser u. a.

Über diese Forderungen hinaus bietet der Positionsschalter LS…ZB zusätzliche Manipulationssicherheit durch einen drehbaren, jedoch nicht demontierbaren, Antriebskopf.

Zwangsöffnung

Mechanisch betätigte Positionsschalter in Stromkreisen, die der Sicherheit dienen, müssen mit zwangsöffnenden Kontakten versehen werden (siehe IEC EN 60947-5-1). Hier wird der Begriff Zwangsöffnung wie folgt definiert: „Die Ausführung einer Kontakttrennung als direktes Ergebnis einer festgelegten Bewegung des Bedienteils des Schalters über nicht federnde Teile (z. B. nicht abhängig von einer Feder)."

Die Zwangsöffnung ist eine Öffnungsbewegung, die sicherstellt, dass die Hauptkontakte eines Schalters die Offenstellung erreicht haben, wenn das Bedienteil in AUS-Stellung steht. Diese Anforderungen erfüllen alle Moeller-Positionsschalter.

Zertifizierung

Alle Eaton Sicherheitspositionsschalter sind von der deutschen Berufsgenossenschaft oder vom TÜV Rheinland zertifiziert.



LS4…ZB



LS…ZBZ



LS…ZB

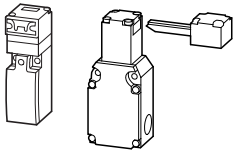


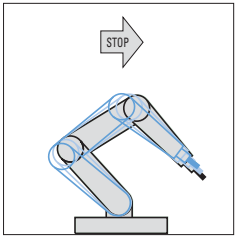
LSR-ZB…

Befehls- und Meldegeräte
Positionsschalter LS-Titan®

„Personenschutz“ durch Überwachen der Schutzeinrichtung

LS…ZB LS4…ZB

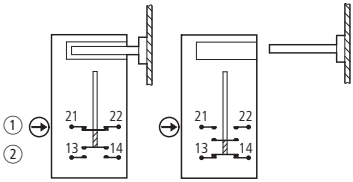




- Tür auf
- LS…ZB schaltet Spannung ab
- keine Gefährdung

LS…ZB

geschlossen offen



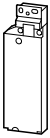
① Sicherheitskontakt
② Meldekontakt

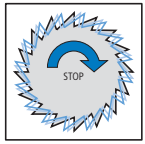
Tür geschlossen	→ Sicherheitskontakt (21 – 22) geschlossen Meldekontakt (13 – 14) offen
Tür offen	→ Sicherheitskontakt (21 – 22) offen Meldekontakt (13 – 14) geschlossen

Befehls- und Meldegeräte
Positionsschalter LS-Titan®

„Erhöhter Personenschutz“ mit separater Meldung der Türstellung

LS…ZBZ

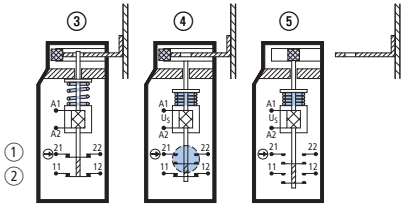




- Stopp-Befehl
- Warte-Zeit
- Maschine steht
- Schutzeinrichtung auf
- keine Gefährdung

LS…FT-ZBZ, federkraftverriegelt
(Ruhestromprinzip)

LS-S02-…FT-ZBZ

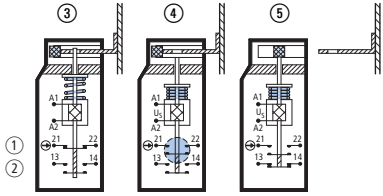


① Sicherheitskontakt
② Meldekontakt
③ verriegelt
④ entriegelt
⑤ offen

Tür geschlossen und verriegelt	→ Spule an (A1, A2) spannungslos auch bei Netzausfall oder Drahtbruch: Tür verriegelt = sicherer Zustand Sicherheitskontakt (21 – 22) geschlossen Meldekontakt (11 – 12) geschlossen
Tür entriegelt	→ Spannung an Spule (A1, A2) anlegen z. B.: über Stillstandswächter Sicherheitskontakt (21 – 22) öffnet Meldekontakt (11 – 12) bleibt geschlossen
Tür öffnen	→ nur möglich, wenn entriegelt Meldekontakt (11 – 12) öffnet
Tür offen	→ beide Kontakte in Offen-Stellung auch bei Überlistungsversuchen mit einfachen Hilfsmitteln
Tür schließen	→ Meldekontakt (11 – 12) schließt
Tür verriegeln	→ Spannung an Spule (A1, A2) abschalten 1. Betätiger verriegelt 2. Sicherheitskontakt (21 – 22) schließt

Befehls- und Meldegeräte
Positionsschalter LS-Titan®

LS-S11-…FT-ZBZ



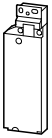
① Sicherheitskontakt
② Meldekontakt
③ verriegelt
④ entriegelt
⑤ offen

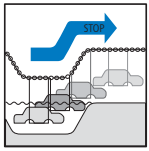
Tür geschlossen und verriegelt	→ Spule (A1, A2) spannungslos auch bei Netzausfall oder Drahtbruch: Tür verriegelt = sicherer Zustand Sicherheitskontakt (21 – 22) geschlossen Meldekontakt (13 – 14) offen
Tür entriegelt	→ Spannung an Spule (A1, A2) anlegen z. B.: über Stillstandswächter Sicherheitskontakt (21 – 22) öffnet Meldekontakt (13 – 14) bleibt geöffnet
Tür öffnen	→ nur möglich, wenn entriegelt Meldekontakt (13 – 14) schließt
Tür offen	→ Sicherheitskontakt (21 – 22) geöffnet Meldekontakt (13 – 14) geschlossen
Tür schließen	→ Meldekontakt (13 – 14) öffnet
Tür verriegeln	→ Spannung an Spule (A1, A2) abschalten 1. Betätiger verriegelt 2. Sicherheitskontakt (21 – 22) schließt

Befehls- und Meldegeräte
Positionsschalter LS-Titan®

„Prozessschutz und Personenschutz“ mit separater Meldung der Türstellung

LS…ZBZ

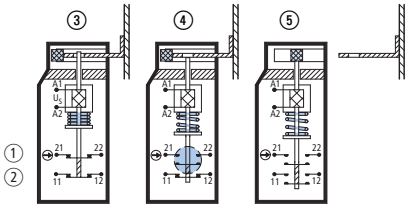




- Stopp-Befehl
- Warte-Zeit
- Prozessablauf beendet
- Schutzeinrichtung auf
- Produkt i. O.

LS…MT-ZBZ, magnetkraftverriegelt (Arbeitsstromprinzip)

LS-S02-…MT-ZBZ

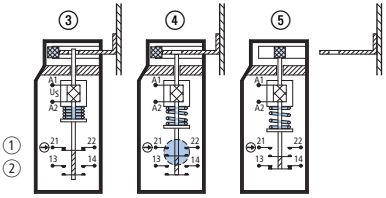


① Sicherheitskontakt
② Meldekontakt
③ verriegelt
④ entriegelt
⑤ offen

Tür geschlossen und verriegelt	→ Spannung an Spule (A1, A2) Sicherheitskontakt (21 – 22) geschlossen Meldekontakt (11– 12) geschlossen
Tür entriegelt	→ Spule (A1, A2) spannungslos z. B.: über Stillstandswächter Sicherheitskontakt (21 – 22) öffnet Meldekontakt (11 – 12) bleibt geschlossen
Tür öffnen	→ nur möglich, wenn entriegelt Meldekontakt (11 – 12) öffnet
Tür offen	→ beide Kontakte in Offen-Stellung auch bei Überlistungsversuchen mit einfachen Hilfsmitteln
Tür schließen	→ Meldekontakt (11 – 12) schließt
Tür verriegeln	→ Spannung an Spule (A1, A2) anlegen 1. Betätiger verriegelt 2. Sicherheitskontakt (21 – 22) schließt

Befehls- und Meldegeräte
Positionsschalter LS-Titan®

LS-S11-…MT-ZBZ



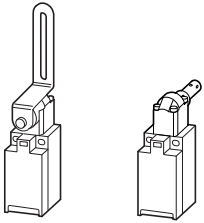
① Sicherheitskontakt
② Meldekontakt
③ verriegelt
④ entriegelt
⑤ offen

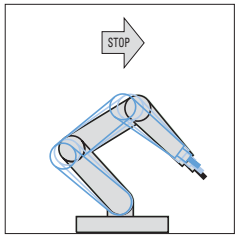
Tür geschlossen und verriegelt	→ Spannung an Spule (A1, A2) Sicherheitskontakt (21 – 22) geschlossen Meldekontakt (13 – 14) offen
Tür entriegelt	→ Spule (A1, A2) spannungslos z. B.: über Stillstandswächter Sicherheitskontakt (21 – 22) öffnet
Tür öffnen	→ nur möglich, wenn entriegelt Meldekontakt (13 – 14) schließt
Tür offen	→ Sicherheitskontakt (21 – 22) geöffnet Meldekontakt (13 – 14) geschlossen
Tür schließen	→ Meldekontakt (13 – 14) öffnet
Tür verriegeln	→ Spannung an Spule (A1, A2) anlegen 1. Betätiger verriegelt 2. Sicherheitskontakt (21 – 22) schließt

Befehls- und Meldegeräte
Positionsschalter LS-Titan®

„Personenschutz“ durch Überwachen der Schutzeinrichtung

LSR…I(A) /TKG LSR…I(A)/TS

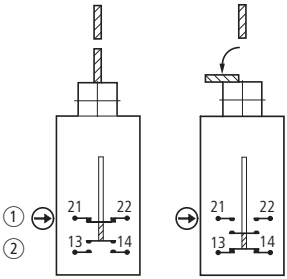




- Schutzklappe auf
- LSR… schaltet Spannung ab
- keine Gefährdung

LSR…TKG, LSR…TS

geschlossen offen



① Sicherheitskontakt
② Meldekontakt

Schutzklappe geschlossen	→ Sicherheitskontakt (21 – 22) geschlossen Meldekontakt (13 – 14) offen
Schutzklappe offen	→ Sicherheitskontakt (21 – 22) offen Meldekontakt (13 – 14) geschlossen

Befehls- und Meldegeräte
Positionsschalter LS-Titan®

	LS, LSM	LS4…ZB	LS…ZB	LS…ZBZ
Normen	• IEC 60947-5-1 → EN 50047 • Abmessungen • Befestigungsmaße • Schaltpunkte • min. IP65	• IEC 60947-5-1 → EN 50041 • Abmessungen • Befestigungsmaße • Schaltpunkte • IP65	• IEC 60947-5-1 • IP65	• IEC 60947-5-1 • IP65
Eignung	• Einsatz auch in Stromkreisen, die der Sicherheit dienen durch zwangsläufige Betätigung und zwangsöffnende Kontakte	• Sicherheits-Positionsschalter mit Personenschutzfunktion • mit getrenntem Betätigungselement für Schutzabdeckungen • zwangsläufige Betätigung und zwangsöffnende Kontakte • Zulassung von Berufsgenossenschaft	• Sicherheits-Positionsschalter mit Personenschutzfunktion • mit getrenntem Betätigungselement für Schutzabdeckungen • zwangsläufige Betätigung und zwangsöffnende Kontakte • Zulassung von Berufsgenossenschaft	• Sicherheits-Positionsschalter mit Personenschutzfunktion • mit getrenntem Betätigungselement für Schutzabdeckungen • zwangsläufige Betätigung und zwangsöffnende Kontakte • elektromagnetische Verriegelung • Zulassung von Berufsgenossenschaft
Antrieb	• Kuppenstößel (Zentralbefestigung) • Rollenstößel (Zentralbefestigung) • Schwenkhebel • Winkelrollenhebel • Verstellrollenhebel • Stangenhebel • Federstab • Antriebsköpfe um 90° versetzbar	• Codiertes Betätigungselement • Antriebskopf: – um je 90° umsetzbar – von beiden Seiten zu betätigen • Betätigungselement – umsetzbar für senkrechte und waagerechte Befestigung • mit 3-fach-Codierung	• Codiertes Betätigungselement • Antriebskopf: – um je 90° umsetzbar – von 4 Seiten und von oben zu betätigen	• Codierte Betätigungselemente • Antriebskopf: – um je 90° umsetzbar – von 4 Seiten zu betätigen

Befehls- und Meldegeräte
Elektronische Positionsschalter LSE-Titan®

Schaltpunkt variabel einstellbar

Der elektronische Positionsschalter LSE-Titan verfügt über einen variabel einstellbaren Schaltpunkt. Zwei schnelle und prellfreie PNP-Schaltausgänge erlauben hohe Schaltfrequenzen.

Der Positionschalter ist überlast- sowie bedingt kurzschlussfest und mit einem sprunghaften Schaltverhalten ausgestattet. Das garantiert einen definierten und reproduzierbaren Schaltpunkt. Der Schaltpunkt selbst liegt im Bereich von 0,5 bis 5,5 mm (Auslieferungszustand = 3 mm).

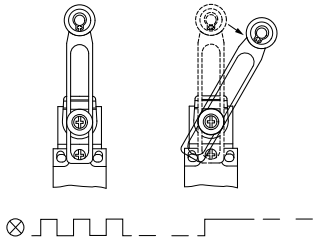
Das Einstellen auf den „neuen“ Schaltpunkt wird wie folgt vorgenommen:

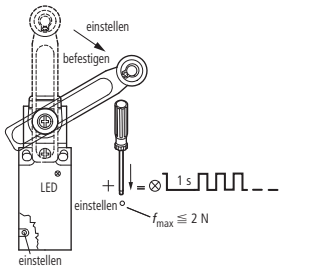
Der Stößel muss von der „alten“ in die „neue“ Schaltposition bewegt werden. Dazu ist für die Dauer von 1 s die Set-Taste zu drücken. Die LED blinkt jetzt mit hoher Taktfrequenz und der neue Schaltpunkt ist remanent eingestellt.

Die Komplettgeräte LSE-11 und LSE-02 dürfen in sicherheitsgerichteten Schaltungen eingesetzt werden. Sie sind gleichwertig in der Funktion wie elektromechanische Positionsschalter.

Hinweis

Somit eignen sich alle Geräte auch für Sicherheitsanwendungen, die dem Personen- oder Prozessschutz dienen.

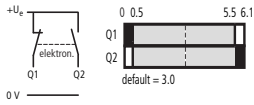




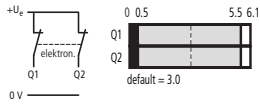
TÜV Rheinland — Bauart geprüft — functional FS safety — Type approved

Schaltwegediagramm

LSE-11



LSE-02



Befehls- und Meldegeräte
Analoge elektronische Positionsschalter

Es stehen zwei Typen zur Verfügung:

- LSE-AI mit Stromausgang,
- LSE-AU mit Spannungsausgang.

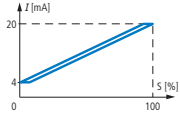
Analoge, mechanisch betätigte Positionsschalter direkt mit der Automatisierungswelt verbinden

Analoge Positionsschalter LSE-AI (4 bis 20 mA) und LSE-AU (0 bis 10 V) stellen eine weitere Innovation an elektronischen Positionsschaltern dar. Hiermit lässt sich nun erstmals die tatsächliche Position einer Rauchgasklappe oder eines Stellantriebes kontinuierlich erfassen. Hierbei wird die Position analog in Spannung (0 bis 10 V) oder Strom (4 bis 20 mA) umgesetzt und stetig an die Automatisierungswelt gemeldet. Auch Objekte unterschiedlicher Größe oder Dicke, etwa von Bremsbacken, sind erfass- und weiterverwertbar.

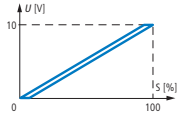
Einfache drehzahlabhängige Steuerungen von Lüftungsmotoren oder Entrauchungsgebläsen melden, wie weit die Luftklappe geöffnet ist (z. B. 25, 50 oder 75 %) und schonen somit Energie und Material. Die analogen Positionsschalter besitzen zudem einen Diagnoseausgang zur weiteren Datenverarbeitung. Damit lässt sich der sichere Zustand jederzeit überwachen und auswerten. Ebenso verfügt der Positionsschalter über eine Selbsttestfunktion. Die Ausgänge Q1 und Q2 werden ständig auf Überlast, Kurzschluss gegen 0 V und Kurzschluss gegen $+U_e$ geprüft.

Schaltwegediagramm

LSE-AI

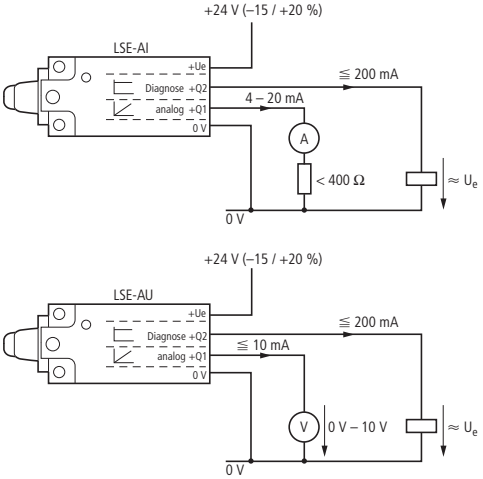


LSE-AU



Befehls- und Meldegeräte
Analoge elektronische Positionsschalter

Anschlussschaltbild



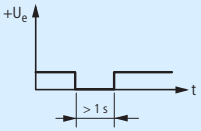
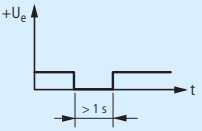
Befehls- und Meldegeräte
Analoge elektronische Positionsschalter

Schaltdiagramm

Normalfall

	LSE-AI	LSE-AU
Q1	4 – 20 mA	0 – 10 V
Q2	≈ U_e	≈ U_e
LED		

Fehlerfall

	LSE-AI	LSE-AU
Q1	0 mA	0 V
Q2	0 V	0 V
LED		
Reset		

Befehls- und Meldegeräte
Sensoren – Funktionsweise

Induktive Sensoren

Induktive Sensoren werden zur Erfassung von Metallgegenständen verwendet. Dabei werden die Gegenstände durch ein elektromagnetisches Feld erkannt.

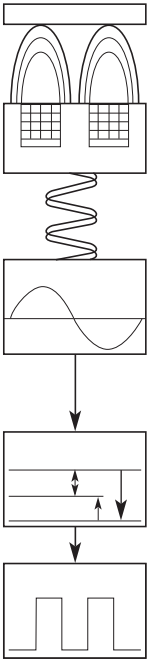
Durch ihre Fähigkeit, Objekte bei sehr kurzen Entfernungen zu erfassen, eignen sie sich ideal für Anwendungen in der Präzisions-Messung und -Inspektion.

Funktionsweise der induktiven Sensoren

Induktive Sensoren erzeugen ein unsichtbares schwingendes Feld im Hochfrequenzbereich (HF). Wird ein Metallobjekt in dieses Resonanzfeld gebracht, verändert sich das Feld. Jeder Sensor schaltet bei einer definierten Entfernung vom erkannten Objekt, sodass eine hochpräzise und wiederholbare Objekterkennung möglich ist.

Wird ein Metallobjekt in das vom Sensor erzeugte Feld gebracht, wird dieses unterbrochen und bewirkt eine Reduzierung des durch die Sensorspule fließenden Stroms (Wirbelstromdämpfung). Der Detektorschaltkreis erkennt diese Änderung und sendet ein Signal über den Sensorausgang.

Bauteile



Ein Metallgegenstand (Zielobjekt) wird in das Messfeld gebracht.

Die Spule des Sensors ist typisch um einen Ferritkern gewickelt. Das durch die Spule erzeugte elektromagnetische Feld ist kegelförmig. Das Zielobjekt bewegt sich durch dieses Feld. Der Ferritkern bestimmt

die Form des Feldes und die Größe der Spule dessen Erfassungsreichweite.

Der Resonanzkreis erzeugt eine HF-Schwingung des elektromagnetischen Feldes (zwischen 100 kHz und 1 MHz). Befindet sich ein Metallobjekt im Feld, verursacht dieses eine Änderung der Magnetfeldschwingung.

Diese Änderung erzeugt einen Wirbelstrom, der das zur Sensorspule rückgeführte Signal dämpft.

Der Detektorschaltkreis erkennt diese Änderung und schaltet bei einer definierten Amplitude ein. Dieses EIN-Signal wiederum erzeugt ein Signal am statischen Ausgang.

Der Ausgangsschaltkreis bleibt aktiv, bis das Zielobjekt das Messfeld verlässt. Der Oszillator antwortet mit einer Erhöhung der Amplitude, und bei Erreichen des Sollwerts schaltet der Detektorschaltkreis aus. Der Ausgang kehrt dann in seinen Normalzustand zurück.

Werkstoff des Zielobjekts

Die vom Sensor-Hersteller genannten Erfassungsreichweiten gelten generell für Ferritobjekte aus gewalztem Kohlenstoffstahl (E235) nach ISO 630.

Für weitere Werkstoffe sind die Erfassungsreichweiten durch einen in der nachstehenden Tabelle aufgeführten Korrekturfaktor angepasst worden. Hierzu multiplizieren Sie die Erfassungsreichweite des Sensors mit dem Faktor aus der Tabelle.

Korrekturfaktoren
Multiplizieren Sie die Erfassungsreichweite mit dem nachstehenden Faktor.

Zielobjekt	Sensorgröße			
	4–8 mm	12 mm	18 mm	30 mm
Stainless Steel 400[1)]	0.90	0.90	1.0	1.0
Stainless Steel 300[2)]	0.65	0.70	0.70	0.75
Messing	0.35	0.45	0.45	0.45
Aluminium	0.35	0.40	0.45	0.40
Kupfer	0.30	0.25	0.35	0.30

1) Rostfreier Stahl Serie 400 nach ASTM A240, martensitisch oder ferritisch, magnetisierbar.
2) Rostfreier Stahl Serie 300 nach ASTM A240, austenitisch, nicht magnetisierbar.

Das Verzeichnis der rostfreien Stähle finden Sie in der EN 10088-1.

Befehls- und Meldegeräte
Sensoren – Funktionsweise

Kapazitive Sensoren

Kapazitive Sensoren erfassen sowohl metallische als auch nichtmetallische Gegenstände. Sie sind ideal geeignet zur Füllstandsmessung für Flüssigkeiten und Schüttgut.

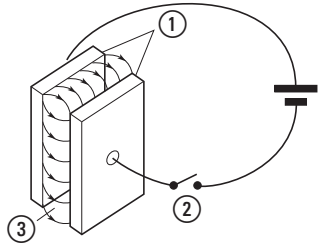
Funktionsweise der kapazitiven Sensoren

Kapazitive Sensoren arbeiten mit einem Kondensator. Dieser besteht aus zwei Metallplatten, die durch ein isolierendes Dielektrikum getrennt sind. Die Funktionsweise dieses Sensors beruht auf dem Prinzip der dielektrischen Kapazität, d. h. der Fähigkeit eines Dielektrikums, eine elektrische Ladung zu speichern.

Die Entfernung zwischen den Platten bestimmt die Fähigkeit des Kondensators, eine elektrische Ladung zu speichern.

Wird ein Objekt in das elektrische Feld geführt, verändert sich die Kapazität des Kondensators. Diese Änderung wird zur Umsetzung der Ein/Aus-Schaltfunktion genutzt.

- Kondensator



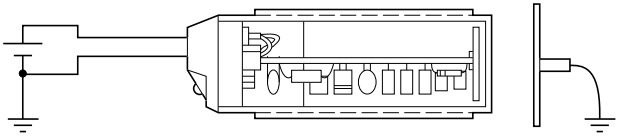
① Platten
② Schalter
③ Dielektrikum

Im kapazitiven Sensor bildet eine kapazitive Platte einen Teil des Schalters, und das Gehäuse (die Fühlerfläche) das Dielektrikum. Das Zielobjekt bildet die zweite „Platte“. Die Erde ist die gemeinsame Masse.

Kapazitive Näherungsinitiatoren können ein beliebiges Zielobjekt mit einer Dielektrizitätskonstante größer als Luft erkennen. Flüssigkeiten haben eine hohe Dielektrizitätskonstante. Metallische Gegenstände sind ebenfalls geeignete Zielobjekte.

Befehls- und Meldegeräte
Sensoren – Funktionsweise

- Kapazitiver Sensor



Kapazitive Sensoren bestehen im Wesentlichen aus vier Grundbausteinen:

- Fühler (Dielektrikum)
- Resonanzkreis
- Detektorschaltkreis
- Ausgangskreis.

Wenn ein Objekt sich dem Sensor nähert, verändert sich die Dielektrizitätskonstante des Kondensators. Die Schwingung im Resonanzkreis beginnt, wenn eine Rückwirkungskapazität erkannt wird. Somit arbeitet dieser Initiator auf genau die gegenteilige Weise wie ein induktiver Sensor, in dem die Schwingung durch Annäherung eines Zielobjekts gedämpft wird.

Beeinflussungsarten

Kapazitive Sensoren werden sowohl von leitenden als auch von nichtleitenden Objekten betätigt.

Metalle erreichen aufgrund ihres sehr hohen Leitwertes die größten Schaltabstände. Reduktionsfaktoren für unterschiedliche Metalle, wie bei induktiven Sensoren, sind nicht zu berücksichtigen.

Betätigung durch Objekte aus nichtleitenden Stoffen (Isolatoren):

Bringt man einen Isolator zwischen die Elektroden eines Kondensators, erhöht sich die Kapazität in Abhängigkeit von der Dielektrizitätskonstante ε des Isolators. Die Dielektrizitätskonstante ist für alle festen und flüssigen Stoffe größer als für Luft.

In gleicher Weise wirken Objekte aus nichtleitenden Stoffen auf die aktive Fläche eines kapazitiven Näherungsschalters. Die Koppelkapazität wird erhöht. Stoffe mit großer Dielektrizitätskonstante erzielen hohe Schaltabstände.

Hinweis

Beim Abtasten organischer Materialien (Holz, Getreide usw.) ist zu beachten, dass der erzielbare Schaltabstand sehr stark von ihrem Wassergehalt beeinflusst wird. ($\varepsilon_{Wasser} = 80$!)

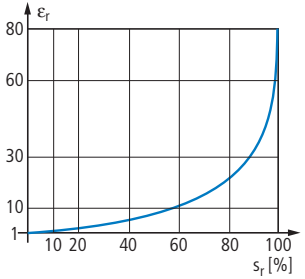
Befehls- und Meldegeräte
Sensoren – Funktionsweise

Einfluss der Umgebungsbedingungen

Wie dem nachfolgenden Diagramm zu entnehmen ist, ist der Schaltabstand S_r von der Dielektrizitätskonstante ε_r des Erfassungsobjektes abhängig.

Bei metallischen Objekten wird der maximale Schaltabstand (100 %) erreicht.

Bei anderen Materialien reduziert er sich in Abhängigkeit von der Dielektrizitätskonstanten des Erfassungsobjektes.



In der nachfolgenden Tabelle sind die Dielektrizitätskonstanten ε_r einiger wichtiger Stoffe aufgeführt. Aufgrund der hohen Dielektrizitätszahl von Wasser ergeben sich bei Holz relativ große Schwankungen. Feuchtes Holz wird demnach von kapazitiven Sensoren erheblich besser erfasst als trockenes.

Stoff	ε_r
Luft, Vakuum	1
Teflon	2
Holz	2 bis 7
Paraffin	2,2
Petroleum	2,2
Terpentinöl	2,2
Trafoöl	2,2
Papier	2,3
Polyäthylen	2,3
Polypropylen	2,3
Kabelvergussmasse	2,5
Weichgummi	2,5
Silikongummi	2,8
Polyvinylchlorid	2,9
Polystyrol	3
Zelluloid	3
Plexiglas	3,2
Araldit	3,6
Bakelit	3,6
Quarzglas	3,7
Hartgummi	4
Ölpapier	4
Pressspan	4
Porzellan	4,4
Hartpapier	4,5
Quarzsand	4,5
Glas	5
Polyamid	5
Glimmer	6
Marmor	8
Alkohol	25,8
Wasser	80

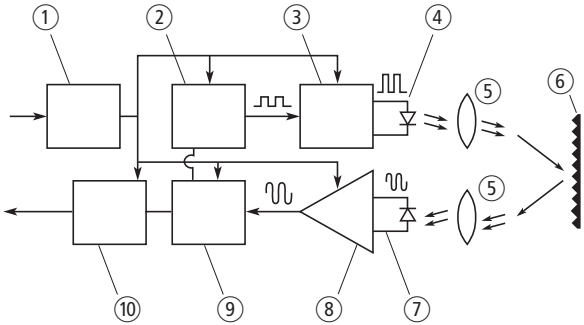
Befehls- und Meldegeräte
Sensoren – Funktionsweise

Optische Sensoren

Optische Sensoren erfassen Objekte durch einen Lichtstrahl. Zu den Vorteilen der optischen Sensoren zählen eine kontaktlose Objekterfassung und eine sehr große Erfassungsreichweite.

Funktionsweise des optischen Sensors
Eine Leuchtdiode sendet einen Lichtstrahl, der von einem Empfänger erfasst wird. Bewegt sich ein Objekt zwischen Leuchtdiode und Empfänger, unterbricht es den Lichtstrahl und wird somit erfasst.

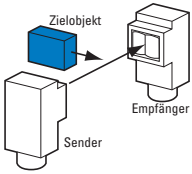
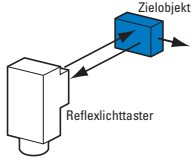
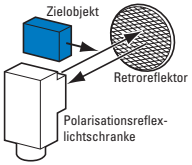
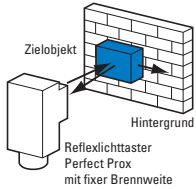
Die folgende Abbildung illustriert die Funktionsweise eines optischen Sensors.



① Spannungsversorgung:
Beliefert den Sensorschaltkreis mit geregelter Gleichspannung.
② Modulator:
Erzeugt einen Impuls mit definierter Frequenz für Verstärker und Leuchtdiode.
③ Quellstromverstärker
④ Leuchtdiode
⑤ Linse
⑥ Zielobjekt oder Reflektor
⑦ Fotodetektor:
Entweder eine Fotodiode oder ein Fototransistor; hochempfindlich für die von der Leuchtdiode abgestrahlten Wellenlänge. Leuchtdiode und Fühler sind mit Schutzlinsen ausgestattet.
Wenn der Fühler Licht empfängt, überträgt er ein Stromsignal an den Detektorverstärker.
⑧ Detektorverstärker:
Blendet aus der Umgebung einfallendes Licht aus, verstärkt das empfangene Lichtsignal und überträgt es durch den Demodulator.
⑨ Demodulator:
Trennt das vom Fühler abgegebene Licht von anderen Umgebungslichtquellen. Wenn der Demodulator die empfangenen Lichtsignale als korrekt erkennt, steuert er den Ausgang an.
⑩ Ausgang:
Übernimmt die Schaltfunktion; wird vom Demodulator angesteuert.

Befehls- und Meldegeräte
Sensoren – Funktionsweise

Erfassungsmethoden

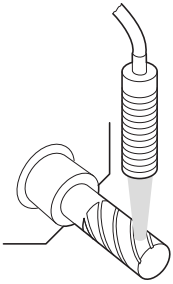
Betriebsart	Beschreibung	Betriebsart	Beschreibung
Lichtschranken 	Eine Lichtquelle sendet einen Lichtstrahl zu einem Empfänger. Bewegt sich ein Objekt zwischen Lichtquelle und Empfänger, unterbricht es den Lichtstrahl.	Reflexlichttaster 	Lichtquelle und Empfänger befinden sich in der selben Einheit. Bewegt sich ein Zielobjekt vor den optischen Sensor, reflektiert es den Lichtstrahl direkt zurück zum Empfänger.
Polarisationsreflexlichtschranke 	Lichtquelle und Empfänger befinden sich in der selben Einheit. Bewegt sich ein Zielobjekt vor den Optischen Sensor, reflektiert ein Reflektor den Lichtstrahl zurück zum Empfänger.	Hintergrundausblendung (Perfect prox) 	Hierbei handelt es sich um einen speziellen, aus zwei Fühler bestehenden diffus-reflexiven optischen Sensor. Dieser Sensor bietet eine sichere Erfassung von Zielobjekten in einem definierten Entfernungsbereich und blendet zugleich Objekte außerhalb dieses Bereichs aus. Im Gegensatz zu einem gewöhnlichen diffus-reflexiven optischen Sensor wirkt sich die Farbe oder Reflektivität des Zielobjekts nur minimal auf die Erfassungsreichweite dieses Sensors aus.

Befehls- und Meldegeräte
Sensoren – Anwendungen

Werkzeugbruchkontrolle

Beschreibung	Bestelltyp
E58 Perfect Prox Sensor	E58-30DP oder E58-18DP Sensor

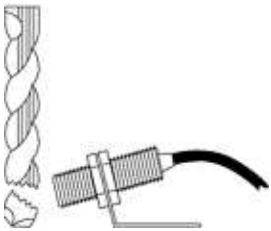
Dieser Sensor für hohe Beanspruchung wird zur Werkzeugerkennung auf der Fräsmaschine eingesetzt. Durch die hohe Sensorleistung und Hintergrundausblendung des Perfect Prox wird das Fräswerkzeug auch bei großen Mengen von Schneidflüssigkeit zuverlässig erkannt und andere Objekte unmittelbar hinter dem Werkzeug ausgeblendet. Die robusten Sensoren sind dauerhaft beständig gegen Schmiermittel, Schneidflüssigkeit und Metallspäne.



Werkzeugbruchkontrolle

Beschreibung	Bestelltyp
Induktiver Sensor mit Zylindergehäuse	E57 Produktfamilie oder iProx

Ein Sensor mit Zylindergehäuse wird zur Werkzeugerkennung eingesetzt und sendet bei Werkzeugbruch ein Signal an die Steuerung.

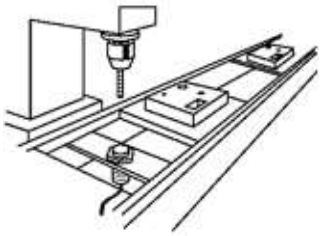


Befehls- und Meldegeräte
Sensoren – Anwendungen

Spanabhebende Bearbeitung

Beschreibung	Bestelltyp
Induktiver Sensor mit Zylindergehäuse	E57 Produktfamilie oder iProx

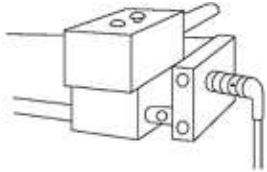
In der spanabhebenden Bearbeitung von Aluminium wird ein Sensor verwendet, der nur Eisenwerkstoffe erkennt. Dieser Sensor ignoriert die (nichteisenhaltigen) Aluminiumspäne und erkennt somit nur das Zielobjekt.



Werkzeugposition

Beschreibung	Bestelltyp
Induktiver Sensor mit Zylindergehäuse	E57 Produktfamilie oder iProx

Ein Sensor mit Zylindergehäuse wird zur Erkennung der Position eines Werkzeugfutters eingesetzt.

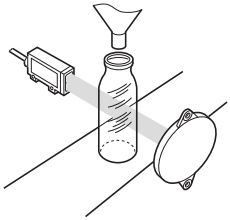


Befehls- und Meldegeräte
Sensoren – Anwendungen

Flaschenerkennung

Beschreibung	Bestelltyp
Sensor E65 für transparente Objekte	E71-CON oder E71-COP

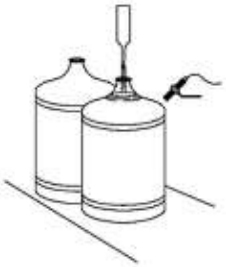
Ein Sensor für transparente Objekte wird zur Erkennung von Flaschen in einer Abfüll-einrichtung verwendet. Die Sensoren haben auch bei Flaschen unter-schiedlicher Farben und Stärken eine hohe Funktionssicherheit.



Verfahrenstechnik

Beschreibung	Bestelltyp
Kapazitiver Sensor mit Zylindergehäuse	E53 Produktfamilie

Ein kapazitiver Sensor wird in einer Mineralwasser-Abfülllinie zur Überprüfung des Füllstands eingesetzt.

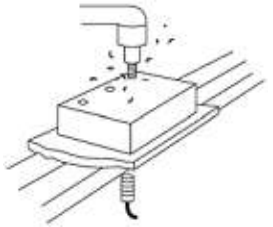


Befehls- und Meldegeräte
Sensoren – Anwendungen

Transportband-Werkstückskontrolle

Beschreibung	Bestelltyp
Induktiver Sensor mit Zylindergehäuse	E57 Produktfamilie oder iProx

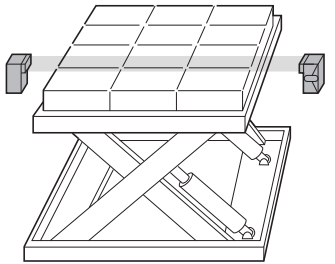
Ein induktiver Sensor mit Zylindergehäuse wird zur Erkennung von Metall-Werkstückträgern verwendet.



Stapelhöhenkontrolle

Beschreibung	Bestelltyp
Einweglichtschranke Serie Comet - Sender	11100A
Einweglichtschranke Serie Comet - Empfänger	12100A

Eine Reihe von Einweglichtschranken ermittelt die Höhe einer Scherenhebebühne. Wenn die Steuerung z. B. auf „Auslösen bei frei" programmiert ist, fährt die Hebebühne hoch, sobald eine Lage vom Stapel entfernt wurde und bleibt stehen, wenn die nächste darunterliegende Lage den Messstrahl unterbricht.

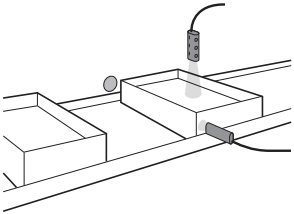


Befehls- und Meldegeräte
Sensoren – Anwendungen

Karton-Füllstandskontrolle

Beschreibung	Bestelltyp
Reflexlichtschranke Comet mit sichtbarem Messstrahl	14102A
Reflexlichttaster Comet mit Hintergrundausblendung (Perfect Prox)	13103A
Retroreflektor	6200A-6501

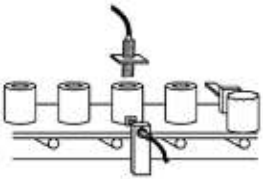
Zwei Sensoren messen den Füllstand der Kartons auf einem Transportband. Ein Reflexlichttaster erkennt die Position der Kartons und erregt die Sensoren über dem Inhalt. Wenn die Sensoren den Inhalt nicht „sehen“, fällt die Füllstandskontrolle negativ aus.



Deckelerkennung

Beschreibung	Bestelltyp
Induktiver Sensor mit Zylindergehäuse	E57 Produktfamilie oder iProx

Zwei Sensoren werden eingesetzt, um eine Dose auf einem Transportband zu erkennen, und zu prüfen, ob ein Deckel vorhanden ist.

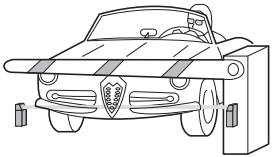


Befehls- und Meldegeräte
Sensoren – Anwendungen

Mautstellenüberwachung

Beschreibung	Bestelltyp
E67 Weitbereichssensor Perfect Prox	E67-LRDP

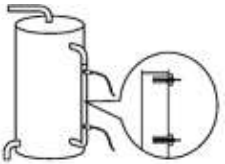
Die weitreichenden Polarisations-Reflexlichtschranken werden zur Zeitsteuerung einer Schranke verwendet. Die Schranke schließt, sobald das bezahlte Fahrzeug die Mautstelle passiert hat, um sicherzustellen, dass das nächste Fahrzeug angehalten wird. Der Initiator E67 Long Range Perfect Prox mit großer Reichweite kann nur auf einer Seite platziert werden. Er erkennt Fahrzeuge unterschiedlicher Farben und blendet Objekte im Hintergrund sicher aus. Durch seine robuste Konstruktion ist er auch für den Dauereinsatz bei extremen Wetterbedingungen geeignet.



Kontrolle Flüssigkeitsstand

Beschreibung	Bestelltyp
Kapazitiver Sensor mit Zylindergehäuse	E53 Produktfamilie

Zwei kapazitive Sensoren erkennen durch ein Sichtglas einen niedrigen bzw. einen hohen Füllstand in einem Tank. Spricht der Sensor für Mindestfüllstand an, startet eine Pumpe, um den Tank nachzufüllen. Bei Ansprechen des Sensors für maximalen Füllstand hält die Pumpe an.

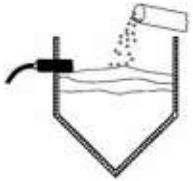


Befehls- und Meldegeräte
Sensoren – Anwendungen

Schüttguterkennung

Beschreibung	Bestelltyp
Kapazitiver Sensor mit Zylindergehäuse	E53 Produktfamilie

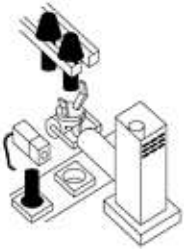
Ein kapazitiver Sensor wird zur Überwachung des Füllstands (z. B. Kunststoffpellets) in einem Trichter oder Container eingesetzt.



Bauteilerkennung

Beschreibung	Bestelltyp
Grenztaster, induktiver Sensor	E57 Produktfamilie
Comet Perfect Prox	1310
Induktiver Sensor iProx	E59-M

Ein als Grenztaster konfigurierter Sensor kann verwendet werden, um zu erkennen, ob ein Bauteil in einem Bestückungsautomaten vorhanden ist. Der Comet erkennt alle Werkstoffe, Farben und Oberflächen und blendet den Hintergrund aus. Der iProx kann zur Erkennung eines bestimmten Materials programmiert werden und blendet in dem Fall alle anderen Werkstoffe aus.

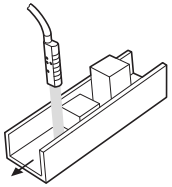


Befehls- und Meldegeräte
Sensoren – Anwendungen

Bauteilerkennung

Beschreibung	Bestelltyp
Reflexlichttaster Comet Perfect Prox, 100 mm	13101A

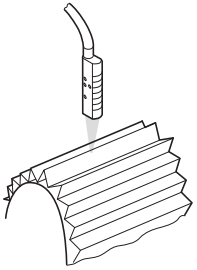
Der Sensor erkennt Bauteile unterschiedlicher Höhen von ca. 13 bis 76 mm in einer Rinne und blendet die Rinne aus. Die Installation ist einfach und erfordert kein Anbohren oder Schneiden der Rinne.



Längenkontrolle Filterpapier

Beschreibung	Bestelltyp
Diffuser Fokus-Reflexlichttaster Comet	13102A

Ein diffuser Fokus-Reflexlichttaster ist an eine programmierbare Steuerung angeschlossen und kontrolliert die Länge von Wellpappenfiltern für den Automobilbau. Die Steuerung erkennt die Wellen im Filtermaterial. Wurde eine bestimmte Anzahl an Wellen erkannt, steuert die SPS eine Schere an, die die Pappe durchschneidet.



Befehls- und Meldegeräte
Sensoren – Anwendungen

Drehzahlüberwachung

Beschreibung	Bestelltyp
Induktiver Sensor mit Zylindergehäuse	E57 Produktfamilie oder iProx

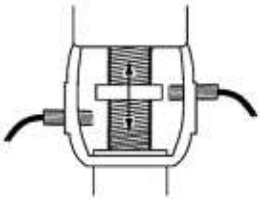
Ein Sensor mit Zylindergehäuse erkennt eine Reihe von Madenschrauben auf einer Wellennabe und sendet entsprechende Signale an eine SPS zur Drehzahlsteuerung oder Bewegungserkennung.



Bewegungssteuerung

Beschreibung	Bestelltyp
Induktiver Sensor mit Zylindergehäuse	E57 Produktfamilie oder iProx

Zwei Sensoren mit Zylindergehäuse erkennen die Endstellungen (offen und geschlossen) eines Ventils.

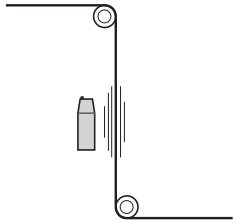


Befehls- und Meldegeräte
Sensoren – Anwendungen

Bahnbrucherkennung für transparenten Kunststoff

Beschreibung	Bestelltyp
Diffuser Fokus-Reflexlichttaster Comet Serie 150 mm	13107A

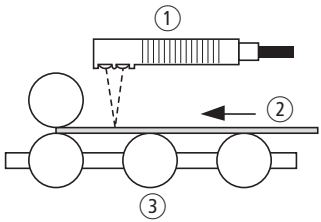
Die transparente Materialbahn wird von einem hochempfindlichen Diffus-Reflexlichttaster erkannt. Durch dessen kurze Reichweite ist der Sensor immun gegen reflektierende Hintergrundobjekte. Durch die extrem hohe Verstärkung werden auch Spiegelungen ausgeblendet, die durch das Flattern der Materialbahn entstehen.



Papiererkennung

Beschreibung	Bestelltyp
Comet Perfect Prox, 50-mm-Serie, rechtwinklig	13104R

Durch die um 90 Grad abgewinkelte Konstruktion und seine kompakten Abmessungen kann der Sensor bei dem begrenzten Einbauraum in Papierhandlingsystemen montiert werden. Die hohe Auflösung und scharfe optische Abgrenzung stellen eine sichere Ausblendung des Hintergrunds und eine zuverlässige Erkennung von Papier jeder Farbe und Beschaffenheit sicher.



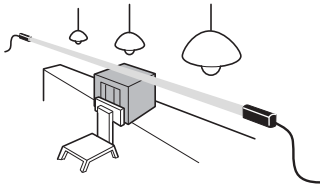
① Comet Sensor
② Papier
③ Walze

Befehls- und Meldegeräte
Sensoren – Anwendungen

Kollisionswarnung

Beschreibung	Bestelltyp
Einweglichtschranke E58-Serie, Sender	E58-30TS
Einweglichtschranke E58-Serie, Empfänger	E58-30TD

Sender und Empfänger werden an gegenüberliegenden Enden eines langen Lagerregals so angeordnet, dass der Lichtstrahl nicht durch hängende Objekte (Lichter, Kabelkanäle, Gasleitungen usw.) unterbrochen wird. Unterbricht ein Gabelstapler bei der Warenhandhabung den Lichtstrahl, warnt ein akustisches oder optisches Signal den Fahrer, um eine Kollision zu vermeiden.



Notizen

Nockenschalter

	Seite
Übersicht	4-2
Einschalter, Hauptschalter, Wartungsschalter	4-3
Umschalter, Wendeschalter	4-5
(Wende-)Stern-Dreieck-Schalter	4-6
Polumschalter	4-7
Verriegelungsschaltungen	4-11
Einphasen-Anlassschalter	4-12
Messgeräte-Umschalter	4-13
Heizungsschalter	4-14
Stufenschalter	4-15

Nockenschalter
Übersicht

Verwendung und Bauformen

Eaton „Nockenschalter“ und „Lasttrennschalter“ werden eingesetzt als:

① Hauptschalter, Hauptschalter als NOT-AUS-Einrichtung,
② EIN-AUS-Schalter,
③ Sicherheitsschalter,
④ Umschalter,
⑤ Wendeschalter, Stern-Dreieck-Schalter, Polumschalter,
⑥ Stufenschalter, Steuerschalter, Codierschalter, Messumschalter.

Als Bauformen stehen zur Verfügung:

⑦ Einbau,
⑧ Zentraleinbau,
⑨ Aufbau,
⑩ Verteilereinbau,
⑪ Zwischenbau.

Technische Angaben zu den Schaltern und die Angaben zu Normen entnehmen Sie bitte unserem aktuellen Hauptkatalog „Industrieschaltgeräte“.

Ergänzend zu den im Hauptkatalog aufgeführten Schaltern finden Sie weitere Schaltungsabwicklungen im Fachkatalog K115 (www.eaton.com/moeller/support (Kataloge)).

Basistyp	I_u	Verwendung als						Bauform				
	[A]	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
TM	10	–	x	–	x	–	x	○	○	–	○	–
T0	20	x	x	–	x	x	x	+	○	○	○	+
T3	32	x	x	–	x	x	–	+	○	○	○	+
T5B	63	x	x	x	x	x	–	+	–	○	–	+
T5	100	x	–	x	x	–	–	+	–	○	–	+
T6	160	x	–	–	x	–	–	–	–	+	–	+
T8	315[1)]	x	–	–	x	–	–	–	–	+	–	+
P1-25	25	x	x	x	–	–	–	+	○	+	○	+
P1-32	32	x	x	x	–	–	–	+	○	+	○	+
P3-63	63	x	x	x	–	–	–	+	–	+	○	+
P3-100	100	x	x	x	–	–	–	+	–	+	○	+
P5-125	125	x	x	–	–	–	–	+	–	–	–	+
P5-160	160	x	x	–	–	–	–	+	–	–	–	+
P5-250	250	x	x	–	–	–	–	+	–	–	–	+
P5-315	315	x	x	–	–	–	–	+	–	–	–	+

I_u = max. Bemessungsdauerstrom
1) In gekapselter Ausführung (Aufbau), max. 275 A.
○ Abhängig von der Anzahl der Baueinheiten, der Funktion und der Abwicklung.
\+ Unabhängig von der Anzahl der Baueinheiten, der Funktion und der Abwicklung.

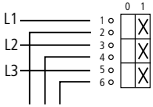
Nockenschalter
Einschalter, Hauptschalter, Wartungsschalter

EIN-AUS-Schalter, Hauptschalter

T0-2-1
P1-25
P1-32
P3-63
P3-100
P5-125
P5-160
P5-250
P5-315



FS 908



Dieser Schalter kann auch als Lastschalter für Licht, Heizung oder kombinierte Verbraucher verwendet werden.

Hauptschalter nach IEC/EN 60204; VDE 0113 bei Zwischenbauschaltern mit Türverriegelung, Vorhängeschlosssperre, fingersicheren Zuleitungsklemmen, N- und PE-Klemme, roten Knebelgriff (auf Wunsch schwarz), Warnschild.

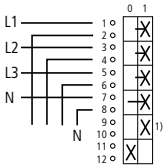
Wenn die Zugehörigkeit eines Antriebes und des Hauptschalters nicht ohne weiteres erkennbar ist, ist für jeden Antrieb ein zusätzlicher Wartungsschalter in unmittelbarer Nähe des Antriebes erforderlich.

Wartungsschalter (Sicherheitsschalter) mit Hilfsstrombahnen

T0-3-15680



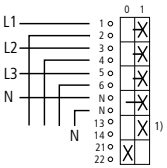
FS 908



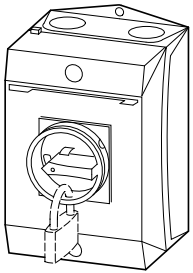
P1-25/.../
P1-32/.../
P3-63/.../
P3-100/.../
...N/NHI11



FS 908



[1] Lastabwurfkontakt



Wartungsschalter werden an elektrischen Maschinen oder Anlagen angebracht, um Wartungsarbeiten unter Beachtung der Sicherheitsregeln gefahrlos zu ermöglichen.

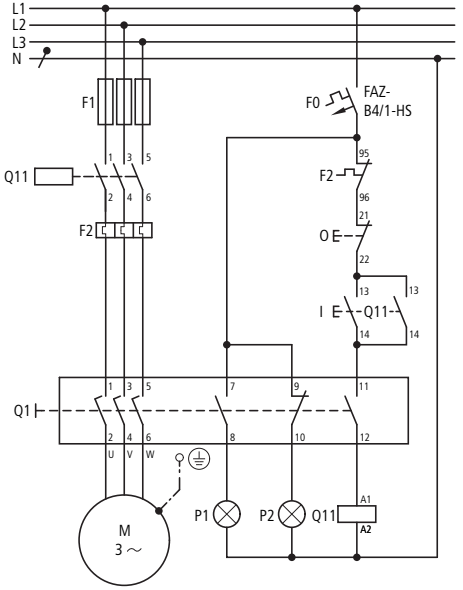
Durch Einhängen seines Vorhängeschlosses in die Vorhängeschlosssperre SVB kann sich jeder Mitarbeiter davor schützen, dass ein anderer unbefugt einschaltet (→ Abschnitt „Schaltungsbeispiel für einen Wartungsschalter mit Lastabwurfkontakt und (oder) Schaltstellungsanzeige", Seite 4-4).

Nockenschalter

Einschalter, Hauptschalter, Wartungsschalter

Schaltungsbeispiel für einen Wartungsschalter mit Lastabwurfkontakt und (oder) Schaltstellungsanzeige

Wartungsschalter T0(3)-3-15683



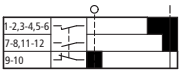
P1: Ein
P2: Aus
Q11: Lastabwurf

Funktion

Lastabwurf: Beim Einschalten schließen zuerst die Hauptstromkontakte, dann wird über den nacheilenden Schließer die Steuerung für das Motorschütz freigegeben. Bei der Ausschaltung wird über den nun voreilenden Kontakt zuerst das Motorschütz abgeschaltet, dann trennen die Hauptkontakte die Zuleitung zum Motor.

Schaltstellungsmeldung: Über zusätzliche Schließer und Öffner kann die Stellung des Schalters zum Steuerschrank oder zur Leitwarte gemeldet werden.

Schaltdiagramm T0(3)-3-15683



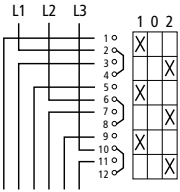
Nockenschalter
Umschalter, Wendeschalter

Umschalter

T0-3-8212
T3-3-8212
T5B-3-8212
T5-3-8212
T6-3-8212
T8-3-8212



FS 684

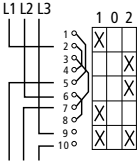


Wendeschalter

T0-3-8401
T3-3-8401
T5B-3-8401
T5-3-8401



FS 684



Nockenschalter
(Wende-)Stern-Dreieck-Schalter

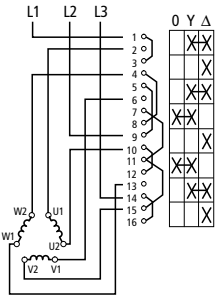
Stern-Dreieck-Schalter

T0-4-8410
T3-4-8410



FS 635

T5B-4-8410
T5-4-8410

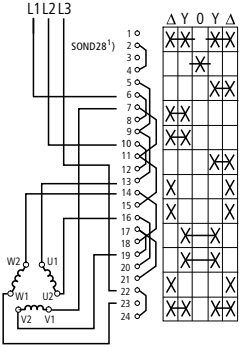


Wende-Stern-Dreieck-Schalter

T0-6-15877
T3-6-15877



FS 638



[1]) Standard-Schützverriegelung
→ Abschnitt „Verriegelungsschaltungen", Seite 4-11

Nockenschalter
Polumschalter

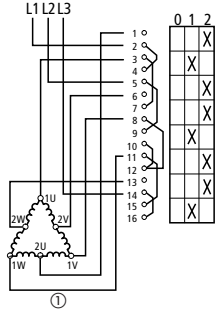
2 Drehzahlen, 1 Drehrichtung

Dahlanderschaltung

T0-4-8440
T3-4-8440
T5B-4-8440
T5-4-8440



FS 644



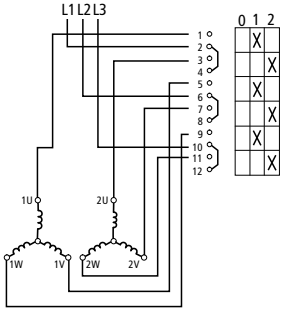
① ohne Verbindungen

2 getrennte Wicklungen

T0-3-8451
T3-3-8451
T5B-3-8451
T5-3-8451



FS 644



Nockenschalter
Polumschalter

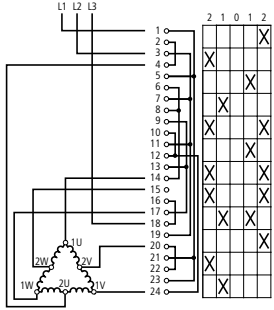
2 Drehzahlen, 2 Drehrichtungen

Dahlanderschaltung

T0-6-15866
T3-6-15866



FS 629

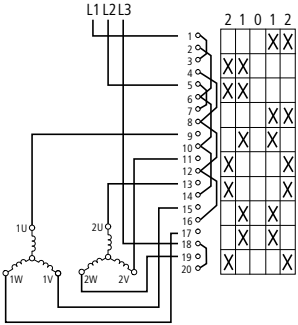


2 getrennte Wicklungen, 2 Drehrichtungen

T0-5-8453
T3-5-8453



FS 629



Nockenschalter
Polumschalter

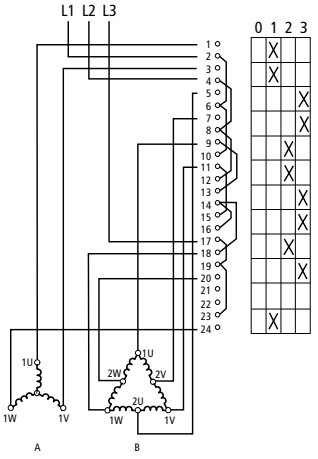
3 Drehzahlen, 1 Drehrichtung

Dahlanderschaltung, einfache Wicklung für niedrige Drehzahl

T0-6-8455
T3-6-8455
T5B-6-8455
T5-6-8455



FS 616



0-(A)⋎- (B)△ = (B)⋎⋎

Nockenschalter
Polumschalter

3 Drehzahlen, 1 Drehrichtung

Dahlanderschaltung, einfache Wicklung für hohe Drehzahl

T0-6-8459

T3-6-8459



FS 616

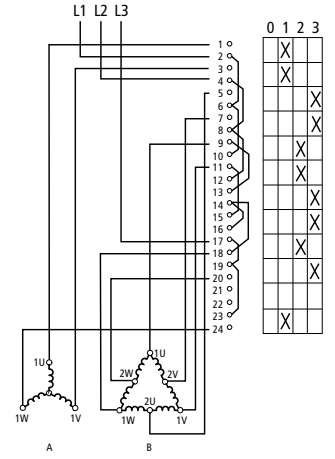
4

T5B-6-8459

T5-6-8459



FS 420



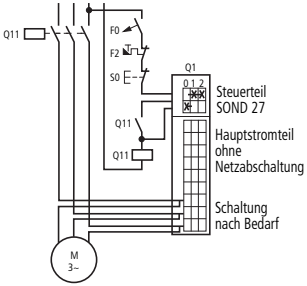
0-(B)△- (B)ᛉᛉ-(A)ᛉ

Nockenschalter
Verriegelungsschaltungen

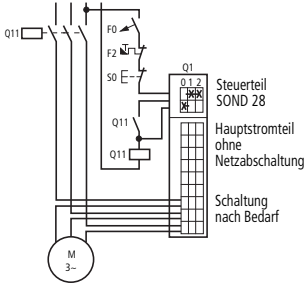
Verriegelungsschaltungen zwischen Nockenschaltern und Schützen mit Motorschutzrelais ergeben elegante und preiswerte Lösungen für viele Antriebsprobleme. Allen Verriegelungsschaltungen gemeinsam sind folgende Punkte:

- schützen vor automatischer Wiedereinschaltung nach Motorüberlastung oder Spannungsunterbrechung
- einer oder mehrere AUS-Taster „0" ermöglichen Fernausschaltung, z. B. in Notfällen.

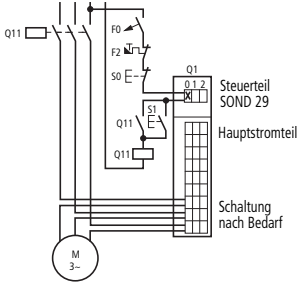
Ohne Netzabschaltung (SOND 27)
Netzabschaltung nur durch Schütz vorwiegend bei Stern-Dreieck-Schaltung



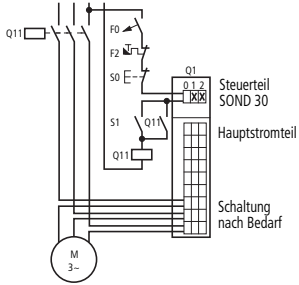
Mit Netzabschaltung (SOND 28)
Netzabschaltung durch Schütz und Schalter



Verriegelung mit Schütz (SOND 29)
Einschalten des Schützes nur in der Nullstellung des Schalters



Verriegelung mit Schütz (SOND 30)
Einschalten des Schützes nur in den Betriebsstellungen des Schalters



Nockenschalter
Einphasen-Anlassschalter

Messgeräte-Umschalter machen es möglich, mit nur einem Messgerät verschiedene Messungen in einem Drehstrom-System vorzunehmen: Ströme, Spannungen, Leistungen.

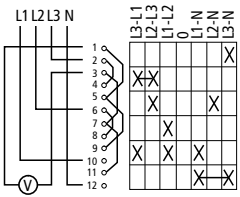
Für die verschiedenen Messungen steht eine Anzahl von Schaltungen zur Verfügung. Einige der gebräuchlichsten Schaltungen sind auf den folgenden Seiten aufgeführt.

Spannungsmesser-Umschalter

T0-3-8007
3 x Phase gegen Phase
3 x Phase gegen N mit Nullstellung



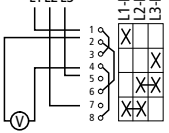
FS 1410759



T0-2-15922
3 x Phase gegen Phase ohne Nullstellung



FS 164854

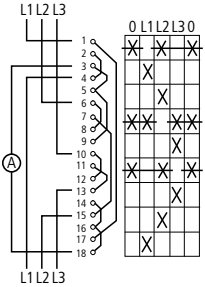


Strommesser-Umschalter

T0-5-15925
T3-5-15925
für direkte Messung



FS 9440



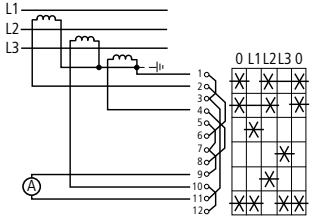
Nockenschalter
Messgeräte-Umschalter

Strommesser-Umschalter

T0-3-8048
T3-3-8048
für Messung über Wandler, Rundschaltung möglich



FS 9440



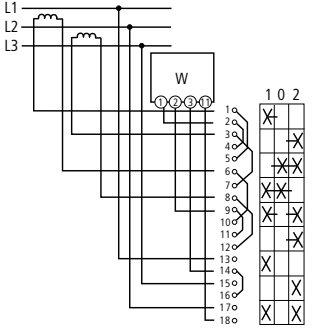
Leistungsmesser-Umschalter

T0-5-8043
T3-5-8043
Zwei-Watt-Meter-Methode (Aronschaltung) für beliebig belastete Dreileiteranlagen. Durch Addition der beiden Teilleistungen ergibt sich die Gesamtleistung.



FS 953

Für Vierleitersysteme liefert die Aronschaltung nur dann ein richtiges Ergebnis, wenn die Summe der Ströme gleich null ist, d. h. nur bei gleichmäßig belastetem Vierleitersystem.



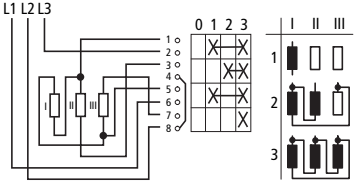
Nockenschalter
Heizungsschalter

1-polig unterbrechend, Stufenzahl 3

T0-2-8316
T3-2-8316
T5B-2-8316



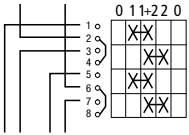
FS 420



T0-2-15114, Rundschaltung möglich



FS 193840



Weitere 2- und 3-polige Heizungsschalter mit anderen Schaltungsmöglichkeiten, anderen Leistungsabstufungen und anderer Stufenzahl sind im Hauptkatalog Installations-Schaltgeräte und im Fachkatalog K115D/F/GB (Bestell-Nr. 077643) beschrieben.

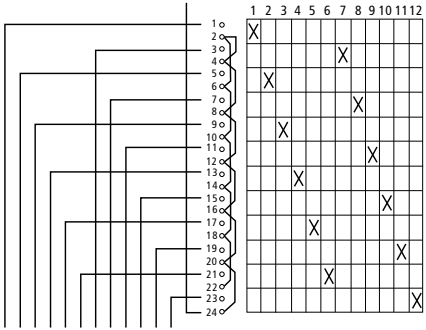
Nockenschalter
Stufenschalter

Je Stellung eine Stufe geschlossen, Rundschaltung möglich

T0-6-8239
T3-6-8239



FS 301



Nockenschalter
Stufenschalter

Stellschalter

EIN-AUS-Stellschalter

1-polig: T0-1-15401
2-polig: T0-1-15402
3-polig: T0-2-15403



FS 415



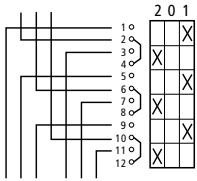
4

Umschalter

1-polig: T0-1-15421
2-polig: T0-2-15422
3-polig: T0-3-15423



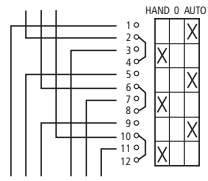
FS 429



1-polig: T0-1-15431
2-polig: T0-2-15432
3-polig: T0-3-15433



FS 1401

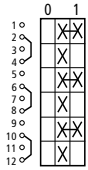


EIN-AUS-Stellschalter

1-polig: T0-1-15521
2-polig: T0-2-15522
3-polig: T0-3-15523
mit Impulskontakt in der Zwischenstellung



FS 908



Schütze und Relais

	Seite
Hilfsschütze	5-2
Leistungsschütze DIL, Motorschutzrelais Z	5-8
Leistungsschütze DIL	5-14
Motorschutzrelais Z	5-20
Elektronisches Motorschutzrelais ZEB	5-23
Elektronisches Motorschutzsystem ZEV	5-26
Thermistor-Maschinenschutzgerät EMT6	5-33
Schützüberwachungsrelais CMD	5-36

Schütze und Relais
Hilfsschütze

Hilfsschütze

Zur Lösung von Regel- und Steuerungsaufgaben werden vielfach Hilfsschütze verwendet. Sie werden in großer Zahl zum mittelbaren Steuern von Motoren, Ventilen, Kupplungen und Heizeinrichtungen eingesetzt.

Neben der einfachen Handhabung bei Projektierung, Steuerungsaufbau, Inbetriebnahme und Wartung spricht hauptsächlich das hohe Sicherheitsniveau für den Einsatz von Hilfsschützen.

Sicherheit

Einen wesentlichen Sicherheitsaspekt bilden die Hilfsschützkontakte selbst. Durch konstruktive Maßnahmen gewährleisten sie die galvanische Trennung zwischen dem Ansteuerstromkreis und dem geschalteten Stromkreis und im ausgeschalteten Zustand zwischen dem Kontakteingang und dem Kontaktausgang. Alle Hilfsschütze DIL haben Kontakte mit Doppelunterbrechung.

Die Berufsgenossenschaft verlangt für Steuerungen an kraftbetriebenen Pressen der Metallbearbeitung, dass die Kontakte von Schützen zwangsgeführt sind. Zwangsführung ist gegeben, wenn die Kontakte mechanisch so miteinander verbunden sind, dass Öffner und Schließer niemals gleichzeitig geschlossen sein können. Dabei muss sichergestellt sein, dass über die gesamte Lebensdauer auch bei gestörtem Zustand (z. B. Verschweißen eines Kontaktes) die Abstände zwischen den Kontakten mindestens 0,5 mm groß sind. Die Hilfsschütze DILER und DILA erfüllen diese Forderung.

Hilfsschütze DIL

Es werden zwei Hilfsschütz-Baureihen als Bausteinsystem angeboten:

- Hilfsschütze DILER,
- Hilfsschütze DILA.

Bausteinsystem

Das Bausteinsystem bietet viele Vorteile für den Anwender. Grundlage sind die Basisgeräte; Bausteine mit Hilfsfunktionen ergänzen die Basisgeräte. Basisgeräte sind in sich funktionsfähige Geräte. Sie bestehen aus einem Wechselstrom- oder Gleichstromantrieb und vier Hilfskontakten.

Bausteine mit Hilfsfunktionen

Es gibt Hilfsschalterbausteine mit 2 oder 4 Kontakten. Die Kombinationen von Schließern und Öffnern richten sich nach EN 50011. Die Hilfsschalterbausteine der Leistungsschütze DILEM und DILM lassen sich nicht auf die Hilfsschütz-Basisgeräte aufschnappen, um doppelte Anschlussbezeichnungen zu verhindern, z. B. Kontakt 21/22 im Basisgerät und Kontakt 21/22 im Hilfsschalteraufsatz.

Speziell für das Schalten kleinster Signale für die Elektronikanwendung steht für die Schütze DILA und DILM7 bis DILM38 der Hilfsschalter DILA-XHIR22 zur Verfügung.

Schütze und Relais
Hilfsschütze

System und Norm

Die europäische Norm EN 50011 über „Anschlussbezeichnungen, Kennzahlen und Kennbuchstaben für bestimmte Hilfsschütze“ hat direkte Auswirkungen auf die Handhabung des Bausteinsystems. In Abhängigkeit von der Anzahl und der Lage der Schließer und Öffner im Gerät und von deren Anschlussbezeichnung gibt es verschiedene Ausführungen, die in der Norm durch Kennzahlen und Kennbuchstaben unterschieden werden.

Anzustreben sind Geräte mit dem Kennbuchstaben E. Die Basisgeräte DILA-40, DILA-31, DILA-22 sowie DILER-40, DILER-31 und DILER-22 entsprechen der Ausführung E.

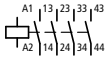
Bei 6- und 8-poligen Hilfsschützen bedeutet Ausführung E, dass in der unteren oder hinteren Kontaktebene vier Schließer angeordnet sind. Verwendet man z. B. die angebotenen Hilfsschalterbausteine bei DILA-22 und DILA-31, ergeben sich Kontaktbestückungen mit den Kennbuchstaben X und Y.

Nachfolgend sehen Sie drei Beispiele für Schütze mit vier Schließern und vier Öffnern mit unterschiedlichen Kennbuchstaben. Ausführung E soll bevorzugt werden.

Beispiel 1
DILA-XHI04



+
DILA-40

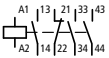


≙ 44 E
DILA40/04

Beispiel 2
DILA-XHI13



+
DILA-31

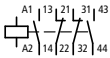


≙ 44 X
DILA31/13

Beispiel 3
DILA-XHI22



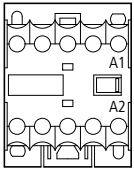
+
DILA-22



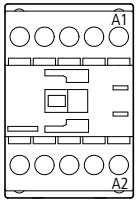
≙ 44 Y
DILA22/22

Schütze und Relais
Hilfsschütze

Spulenanschlüsse



DILER



DILA

Beim Schütz DILER werden an den Klemmen A1 oben und A2 unten zur Begrenzung der Abschaltspannungsspitzen der Schützspulen folgende Zusatzausrüstungen angeschlossen:

- RC-Löschglieder,
- Dioden-Löschglieder,
- Varistor-Löschglieder.

Beim Hilfsschütz DILA sind die Spulenanschlüsse A1 oben und A2 unten. Als Schutzbeschaltungen werden frontseitig aufgesteckt:

- RC-Löschglieder,
- Varistor-Löschglieder.

Die gleichstrombetätigten Schütze DILER und DILA haben eine integrierte Schutzbeschaltung.

Schutzbeschaltung

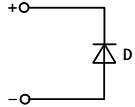
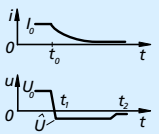
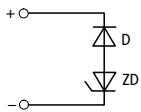
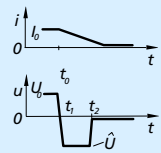
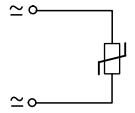
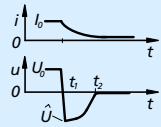
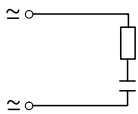
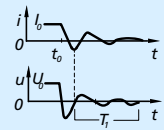
In Kombination mit den klassischen Schaltgeräten wie z. B. Schützen, finden heute zunehmend elektronische Geräte Verwendung. Hierzu gehören u. a. speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS), Zeitrelais und Koppelbausteine. Durch Störungen im Zusammenwirken aller Bauteile können die elektronischen Geräte in ihrer Funktion beeinträchtigt werden.

Einer der Störfaktoren ist das Ausschalten induktiver Lasten, wie etwa Spulen elektromagnetischer Schaltgeräte. Beim Ausschalten dieser Geräte können hohe Ausschaltinduktionsspannungen entstehen, die unter Umständen zur Zerstörung benachbarter elektronischer Einrichtungen führen oder über kapazitive Koppelmechanismen Störspannungsimpulse erzeugen und damit Funktionsstörungen verursachen.

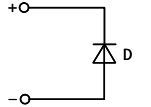
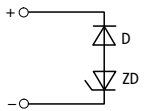
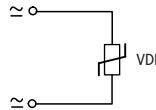
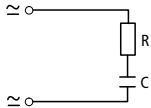
Da ein störfreies Abschalten ohne Zusatzeinrichtung nicht möglich ist, wird je nach Einsatz die Schützspule mit einem Entstörbaustein beschaltet. Vor- und Nachteile der einzelnen Schutzbeschaltungen sind in der nachfolgenden Tabelle gegenübergestellt.

Notizen

Schütze und Relais
Hilfsschütze

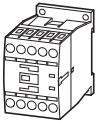
Schaltbild	Verlauf von Laststrom und Lastspannung	Verpolungssicher bzw. auch für Wechselstrom	Zusätzliche Abfallverzögerung	Induktions-spannungs-begrenzung definiert
		–	sehr groß	1 V
		–	mittel	U_{ZD}
		ja	klein	U_{VDR}
		ja	klein	–

Schütze und Relais
Hilfsschütze

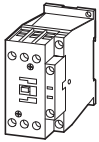
Schaltbild	Dämpfung auch unterhalb U_{GRENZ}	Zusätzliche Verlustleistung durch Beschaltung	Bemerkungen	
	–	–	Vorteile:	Dimensionierung unkritisch, geringstmögliche Induktionsspannung, sehr einfach und zuverlässig
			Nachteil:	hohe Abfallverzögerung
	–	–	Vorteile:	sehr geringe Abfallverzögerung, unkritische Dimensionierung, einfacher Aufbau
			Nachteil:	keine Dämpfung unterhalb U_{ZD}
	–	–	Vorteile:	unkritische Dimensionierung, hohe Energie-Absorption, sehr einfacher Aufbau
			Nachteil:	keine Dämpfung unterhalb U_{VDR}
	ja	ja	Vorteile:	HF-Dämpfung durch Energiespeicherung, sofortige Abschaltbegrenzung, sehr gut geeignet für Wechselspannung
			Nachteil:	genaue Dimensionierung erforderlich

Schütze und Relais
Leistungsschütze DIL, Motorschutzrelais Z

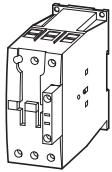
Übersicht Leistungsschütze DIL, 3-polig



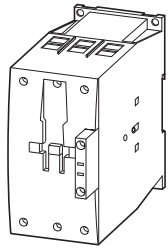
DILM7 … DILM15



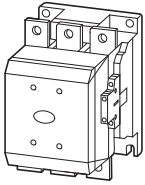
DILM17 … DILM38



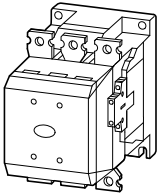
DILM40 …DILM72



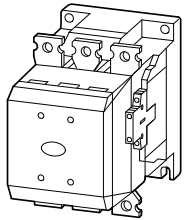
DILM80 … DILM170



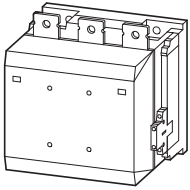
DILM185A,
DILM225A



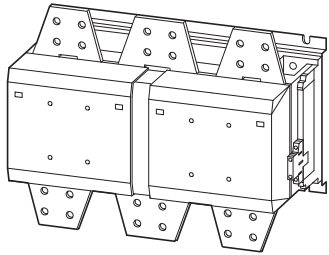
DILM250,
DILM300A



DILM400 … DILM570



DILM580 … DILM1000
DILH1400



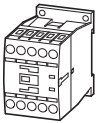
DILM1600
DILH2000, DILH2200, DILH2600

Schütze und Relais
Leistungsschütze DIL, Motorschutzrelais Z

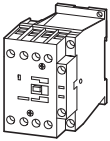
Übersicht Leistungsschütze DIL, 4-polig



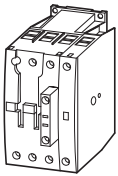
DILEM4



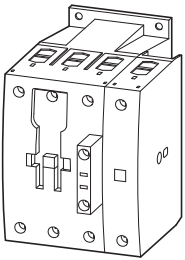
DILMP20



DILMP32 … DILMP45



DILMP63 … DILMP80



DILMP125 … DILMP200

Typ	Bemessungsbetriebsstrom 50 – 60 Hz ungekapselt konventioneller thermischer Strom $I_{th} = I_e$, AC-1 offen		
	40 °C	50 °C	60 °C
	A	A	A
DILEM4	22	20	19[1)]
DILMP20	22	21	20
DILMP32-10	32	30	28
DILMP45-10	45	41	39
DILMP63	63	60	54
DILMP80	80	76	69
DILMP125	125	116	108
DILMP160	160	150	138
DILMP200	200	188	172

1) Bei 55 °C

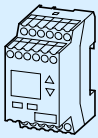
Schütze und Relais
Leistungsschütze DIL, Motorschutzrelais Z

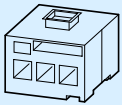
Bemessungs-betriebsstrom I_e [A] AC-3 bei 400 V	max. Bemessungsleistung [kW] AC-3				Konv. therm. Strom $I_{th} = I_e$ [A] AC-1 bei 40 °C	Typ
	220 V, 230 V	380 V, 400 V	660 V, 690 V	1000 V		
6,6	1,5	3	3	–	22	**DILEEM**
9	2,2	4	4	–	22	**DILEM**
12	3,5	5,5	4	–	22	**DILEM12**
7	2,2	3	3,5	–	22	**DILM7**
9	2,5	4	4,5	–	22	**DILM9**
12	3,5	5,5	6,5	–	22	**DILM12**
15,5	4	7,5	7	–	22	**DILM15**
17	5	7,5	11	–	40	**DILM17**
25	7,5	11	14	–	45	**DILM25**
32	10	15	17	–	45	**DILM32**
38	11	18,5	17	–	45	**DILM38**
40	12,5	18,5	23	–	60	**DILM40**
50	15,5	22	30	–	80	**DILM50**
65	20	30	35	–	98	**DILM65**
72	25	37	35	–	98	**DILM72**
80	25	37	63	–	110	**DILM80**
95	30	45	75	–	130	**DILM95**
115	37	55	90	–	160	**DILM115**
150	48	75	96	–	190	**DILM150**
170	52	90	140	–	225	**DILM170**

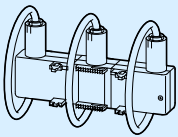
Schütze und Relais

Leistungsschütze DIL, Motorschutzrelais Z

Typ	Hilfsschalterblöcke		Motor-schutz-relais	Elektronisches Motorschutz-system ZEV
	für Aufbau	für Seitenanbau		
DILEEM	02DILEM 11DILEM 22DILEM	–	ZE-0,16 bis ZE-12	ZEV + ZEV-XSW-25 ZEV-XSW-65 ZEV-XSW-145 ZEV-XSW-820
DILEM				
DILEM12				
DILM7	DILA-XHI(V)… DILM32-XHI…	–	ZB12-0,16 bis ZB12-16 ZEB12-1,65 bis ZEB12-20	
DILM9				
DILM12				
DILM15				
DILM17		DILM32-XHI11-S	ZB32-0,16 bis ZB32-38 ZEB32-1,65 bis ZEB32-45	
DILM25				
DILM32				
DILM38				
DILM40	DILM150XHI(V) …	DILM1000-XHI(V) …	ZB65-10 bis ZB65-75 ZEB65-45 bis ZEB65-100	
DILM50				
DILM65				
DILM72				
DILM80			ZB150-35 bis ZB150-175 ZEB150-100	
DILM95				
DILM115				
DILM150				
DILM170				





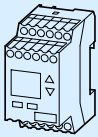
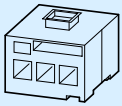
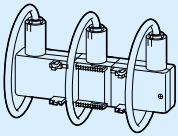


Schütze und Relais
Leistungsschütze DIL, Motorschutzrelais Z

Bemessungs-betriebsstrom I_e [A] AC-3 bei 400 V	max. Bemessungsleistung [kW] AC-3				Konv. therm. Strom $I_{th} = I_e$ [A] AC-1 bei 40 °C	Typ
	220 V, 230 V	380 V, 400 V	660 V, 690 V	1000 V		
185	55	90	140	108	337	**DILM185A**
225	70	110	150	108	356	**DILM225A**
250	75	132	195	108	400	**DILM250**
300	90	160	195	132	430	**DILM300A**
400	125	200	344	132	612	**DILM400**
500	155	250	344	132	857	**DILM500**
580	185	315	560	600	980	**DILM580**
650	205	355	630	600	1041	**DILM650**
750	240	400	720	800	1102	**DILM750**
820	260	450	750	800	1225	**DILM820**
1000	315	560	1000	1100	1225	DILM1000
1600	500	900	1600	1770	2200	DILM1600
1400	–	–	–	–	1714	DILH1400
2000	–	–	–	–	2450	DILH2000
2200	–	–	–	–	2700	DILH2200
2600	–	–	–	–	3185	DILH2600

Schütze und Relais

Leistungsschütze DIL, Motorschutzrelais Z

Typ	Hilfsschalterblöcke		Motorschutz-relais	Elektronisches Motorschutz-system ZEV
	für Aufbau	für Seitenanbau		
DILM185A	–	DILM1000-XHI…	Z5-70/FF225A bis Z5-250/FF225A	ZEV + ZEV-XSW-25 ZEV-XSW-65 ZEV-XSW-145 ZEV-XSW-820 
DILM225A				
DILM250		DILM820-XHI…	Z5-70/FF250 bis Z5-300/FF250	
DILM300A			ZW7-63 bis ZW7-630	
DILM400				
DILM500				
DILM580				
DILM650				
DILM750			–	
DILM820				
DILM1000			–	–
DILM1600				
DILH1400			–	–
DILH2000				
DILH2200			–	–
DILH2600			–	–

Schütze und Relais
Leistungsschütze DIL

Zusatzausrüstungen

Gerät	DILE(E)M	DILM7 bis DILM170		DILM185A bis DILM500	DILM580 bis DILM2000
		AC	DC		
integrierte Schutzbeschaltung	DC	–	✓	✓	✓
RC-Löschglieder	✓	✓	–	–	–
Varistor-Löschglieder	✓	✓	–	–	–
Motorentstörglied	–	bis DILM15	bis DILM15	–	–
Sternpunktbrücke	✓	✓	✓	✓	–
Parallelverbinder	✓	✓	✓	bis DILM185A	–
Mechanische Verrieglung	✓	✓	✓	✓	✓
Plombierhaube	✓	–	–	–	–
Kabel-/ Bandklemmen	–	–	–	✓	bis DILM820
Einzelspulen	–	ab DILM17	ab DILM17	✓	✓
Elektronikmodule	–	–	–	✓	✓
Elektronikmodule inklusive Spulen	–	–	–	✓	✓
Klemmenabdeckung	–	–	–	✓	✓ 1)
Zeitbaustein	–	bis DILM38	bis DILM38	–	–

1) Klemmenabdeckung bis DILM1000.

Schütze und Relais
Leistungsschütze DIL

Leistungsschütze DILM

Sie werden nach IEC/EN 60 947, VDE 0660 gebaut und geprüft. Für jede Motorbemessungsleistung zwischen 3 kW und 900 kW (bei 400 V) steht ein geeignetes Schütz zur Verfügung.

Gerätemerkmale

- Kraftantrieb
  Aufgrund neuer elektronischer Antriebe haben die DC-Schütze von 17 bis 72 A eine Halteleistung von nur 0,5 W. Selbst bei 170 A werden nur 2,1 W benötigt.
- Zugängliche Steuerleistungsanschlüsse
  Die Spulenanschlüsse sind nun an der Frontseite der Schütze angeordnet. Sie werden nicht durch die Hauptstromverdrahtung verdeckt.
- Direkt aus der SPS ansteuerbar
  Die Schütze DILA und DILM bis 38 A können direkt aus der SPS angesteuert werden.
- Integrierte Schutzbeschaltung DC
  Bei allen DC-Schützen DILM ist eine Schutzbeschaltung in der Elektronik integriert.
- Steckbare Schutzbeschaltungen AC
  Bei allen AC-Schützen DILM bis 170 A können die Schutzbeschaltungen einfach bei Bedarf auf der Front aufgesteckt werden.
- Ansteuerung der Schütze DILM185A bis DILM2600 konventionell über Spulenanschlüsse A1-A2,
- Zusätzliche Ansteuerung der Schütze DILM250 bis DILH2600:
  – direkt aus einer SPS über die Anschlüsse A3-A4,
  – durch einen leistungsarmen Kontakt über die Anschlüsse A10-A11.
- Ansteuerung der Schütze DILM250-S bis DILM500-S konventionell über die Spulenanschlüsse A1-A2.
  Es stehen zwei Spulenvarianten (110 bis 120 V 50/60 Hz und 220 bis 240 V 50/60 Hz) zur Verfügung.
- Alle Schütze bis zum DILM170 sind direkt finger- und handrückensicher im Sinne von VDE 0160-100. Ab DILM185 sind zusätzliche Klemmenabdeckungen erhältlich.
- Doppelrahmenklemmen für Schütz DILM7 bis DILM170
  Bei den neuen Doppelrahmenklemmen verengt keine Schraube den Anschlussraum. Sie liefern kompromisslose Sicherheit bei unterschiedlichen Leitungsquerschnitten und bieten einen Hintersteckschutz für sicheres Anschließen.
- Integrierte Hilfsschalter
  Die Motorschütze bis DILM32 haben einen integrierten Hilfsschalter als Schließer oder Öffner.
- Schraub- oder Federzugklemmen
  Die Schütze DILE(E)M und DILA/DILM12, inklusive der entsprechenden Hilfsschalter der Schütze bis 2000 A, sind mit Schraubklemmen oder mit Federzugklemmen verfügbar.
- Schütze mit schraublosen Klemmen
  Sie verfügen sowohl an den Hauptstrombahnen als auch an den Spulenanschlüssen und den Hilfsschaltern über Federzugklemmen. Die rüttelfesten und wartungsfreien Federzugklemmen können jeweils zwei Leiter 0,75 bis 2,5 mm^2 mit oder ohne Aderendhülse klemmen.

- Anschlussklemmen
  Bis DILM72 sind die Anschlussklemmen aller Hilfsschalter und Magnetspulen sowie der Hauptleiter für Pozidriv Schraubendreher der Größe 2 ausgelegt. Bei Schützen DILM80 bis DILM170 sind es Innensechskant-Schrauben.
- Montage
  Alle Schütze lassen sich auf der Montageplatte mit Befestigungsschrauben montieren. DILE(E)M und DILM bis 72 A können auch auf die 35 mm Hutschiene nach IEC/EN 60715 aufgeschnappt werden.
- Mechanische Verriegelung
  Zwei Verbinder und eine mechanische Verriegelung ermöglichen den Aufbau von verriegelten Schützkombination bis 170 A, ohne zusätzlichen Platzbedarf. Die mechanische Verriegelung verhindert, dass die beiden angeschlossenen Schütze gleichzeitig anziehen können. Auch bei einer mechanischen Schockbeanspruchung schließen die Kontakte beider Schütze nicht gleichzeitig.

Neben den Einzelschützen werden auch fertige Gerätekombinationen angeboten:

- Wendeschütze DIUL für 3 bis 75 kW/400 V
- Stern-Dreieck-Schütze SDAINL für 5,5 bis 132 kW/400 V

DC-betätigte Schütze

Der Markt für DC-betätigte Schütze wächst auf Grund der fortschreitenden Elektronikverbreitung weiter. Während man vor 20 Jahren noch AC-betätigte Schütze mit zusätzlichen Widerständen ausgerüstet hat und bis vor kurzem spezielle DC-Spulen mit viel Kupfer gewickelt wurden, ist der nächste Quantensprung eingeleitet. Die Elektronik hat Einzug in die Antriebe der DC-betätigten Schütze gehalten.

Die Schützreihe DILM7 bis DILM225A ist bei der Entwicklung insbesondere auf DC-angesteuerte Schütze optimiert worden. Die DC-betätigten Schütze DILM17 bis DILM225A werden nicht mehr konventionell nur über eine Spule ein- und ausgeschaltet, sondern die Spule wird durch eine Elektronik gesteuert.

Die Integration der Elektronik in die Antriebe der Schütze macht verschiedene technische Merkmale möglich, die die Schütze in ihrer alltäglichen Anwendung auszeichnen.

Weitbereichsspulen

Die DC-betätigten Schütze DILM17 bis DILM225A decken mit nur 4 Steuerspannungsvarianten den kompletten DC-Steuerspannungsbereich ab.

	Bemessungsbetätigungsspannung
RDC24	24…27 V DC
RDC60	48…60 V DC
RDC130	110…130 V DC
RDC240	200…240 V DC

Schütze und Relais
Leistungsschütze DIL

Spannungssicherheit
Leistungsschütze werden nach der Norm IEC/EN 60947-4-1 gebaut. Die Forderung, die Betriebssicherheit auch bei kleinen Netzschwankungen zu gewährleisten, wird durch sicheres Einschalten der Schütze im Bereich von 85 bis 110 % der Bemessungsbetätigungsspannung realisiert. Die DC-betätigten Schütze DILM17 bis DILM225A decken einen noch weiteren Bereich ab, in dem sie zuverlässig einschalten. Sie ermöglichen einen sicheren Betrieb zwischen 0,7 x U_{cmin} und 1,2 x U_{cmax} der Bemessungsbetätigungsspannung. Die über die Norm hinaus gehende Spannungssicherheit erhöht die Betriebssicherheit auch bei weniger stabilen Netzverhältnissen.

Integrierte Schutzbeschaltung
Konventionell angesteuerte Schütze erzeugen beim Abschalten durch die Stromänderung dI/dt an der Spule Spannungsspitzen, die auf andere Bauteile im selben Steuerstromkreis negative Auswirkungen haben können. Um eine Schädigung zu vermeiden, werden Schützspulen häufig parallel mit zusätzlichen Schutzbeschaltungen (RC-Gliedern, Varistoren oder Dioden) beschaltet.

Die DC-betätigten Schütze DILM17 bis DILM225A schalten auf Grund der Elektronik netzrückwirkungsfrei ab. Eine zusätzliche Schutzbeschaltung ist folglich nicht notwendig, da die Spulen nach außen hin keine Überspannungen erzeugen können. Die anderen DC-betätigten Schütze DILM7 bis DILM15 haben eine integrierte Schutzbeschaltung.

Zusammenfassend kann bei der Projektierung von DC-betätigten Schützen von Eaton das Thema Überspannungsschutz in Steuerstomkreisen entfallen, da alle DC-betätigten Schütze netzrückwirkungsfrei oder beschaltet sind.

Schützabmessungen
Die Elektronik stellt der Spule zum Einschalten des Schützes eine hohe Einschaltleistung zur Verfügung und reduziert diese nach dem Einschaltvorgang auf die benötigte Halteleistung. Das ermöglicht es, die AC- und DC-betätigten Schütze in den gleichen Abmessungen zu realisieren. Bei der Projektierung von AC- und DC-betätigten Schützen entfällt die zusätzliche Betrachtung der unterschiedlichen Einbautiefen, so dass das gleiche Zubehör verwendet werden kann.

Schütze und Relais
Leistungsschütze DIL

Anzugs- und Halteleistung
Die Elektronik steuert bei den DC-betätigten Schützen DILM17 bis DILM225A den Einschaltvorgang der Schütze. Für den Anzug des Schützes wird eine entsprechend hohe Leistung zur Verfügung gestellt, die das Schütz sicher einschalten lässt. Zum Halten des Schützes wird nur eine sehr geringe Leistung benötigt. Die Elektronik stellt nur diese Leistung zur Verfügung.

Bemessungsbetriebsleistung[1]	Schütz	Leistungsaufnahme	
		Anzug	Halten
7,5… 15 kW	DILM17 DILM25 DILM32 DILM38	12 W	0,5 W
18,5… 37 kW	DILM40 DILM50 DILM65 DILM72	24 W	0,5 W
37… 45 kW	DILM80 DILM95	90 W	1,3 W
55… 90 kW	DILM115 DILM150 DILM170	149 W	2,1 W
90… 110 kW	DILM185A DILM225A	180 W	2,1 W

[1] AC-3 bei 400 V

Die minimierten Halteleistungen bedeuten in der Projektierung auch eine wesentliche Reduzierung in der Wärmeentwicklung im Schaltschrank. Das ermöglicht einen Einbau der Schütze Seite an Seite im Schaltschrank.

Schütze und Relais
Leistungsschütze DIL

Anwendungen

Der Drehstrommotor beherrscht die Antriebstechnik. Abgesehen von Einzelantrieben kleiner Leistung, die häufig von Hand geschaltet werden, steuert man die meisten Motoren mit Hilfe von Schützen und Schützkombinationen. Die Leistungsangaben in Kilowatt (kW) oder die Stromangabe in Ampere (A) sind deshalb das kennzeichnende Merkmal für die richtige Auswahl von Schützen.

Die konstruktive Gestaltung der Motoren ist für die zum Teil recht unterschiedlichen Bemessungsströme bei gleicher Leistung verantwortlich. Sie bestimmen weiterhin das Verhältnis von Einschwingspitze und Anlaufstrom zum Bemessungsbetriebsstrom (I_e).

Das Schalten von Elektrowärmeanlagen, Beleuchtungseinrichtungen, Transformatoren und von Anlagen zur Blindleistungskompensation mit ihrer typischen Eigenart erhöht die Vielfalt der unterschiedlichen Beanspruchung von Schützen.

Die Schalthäufigkeit kann in allen Anwendungsfällen stark variieren. Die Skala reicht z. B. von weniger als einer Schaltung pro Tag bis zu tausend und mehr Schaltspielen pro Stunde. Bei Motoren trifft dabei nicht selten die hohe Schalthäufigkeit mit Tippen und Gegenstrombremsen zusammen.

Schütze werden durch verschiedenartige Befehlsgeräte von Hand oder automatisch in Abhängigkeit von Weg, Zeit, Druck oder Temperatur betätigt. Notwendige Abhängigkeiten mehrerer Schütze untereinander können durch Verriegelungen über ihre Hilfsschalter leicht hergestellt werden.

Die Hilfsschalter der Schütze DILM können als Spiegelkontakt nach IEC/EN 60947-4-1 Anhang F zum Signalisieren des Zustandes der Hauptkontakte eingesetzt werden. Ein Spiegelkontakt ist ein Öffner-Hilfskontakt, der nicht gleichzeitig mit den Schließer-Hauptkontakten geschlossen sein kann.

Weitere Anwendungen

- Kondensatorschütze für Blindleistungskompensation DILK für 12,5 bis 50 kvar/400 V.
- Lampenschütze für Beleuchtungsanlagen DILL für 12 bis 20 A/400 V (AC-5a) bzw. 14 bis 27 A/400 V (AC-5b).

Schütze und Relais
Motorschutzrelais Z

Motorschutz mit thermischen Motorschutzrelais Z

Motorschutzrelais, in den Normen Überlastrelais genannt, zählen zur Gruppe der stromabhängigen Schutzeinrichtungen. Sie überwachen die Temperatur der Motorwicklung mittelbar über den in den Zuleitungen fließenden Strom und bieten einen bewährten und preiswerten Schutz vor Zerstörung durch

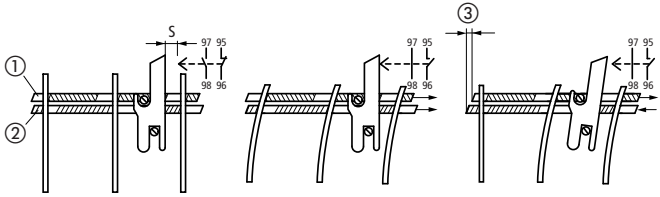
- Nichtanlauf,
- Überlastung,
- Phasenausfall.

Motorschutzrelais nutzen die Eigenschaft des Bimetalls aus, Form und Zustand bei Erwärmung zu ändern. Wird ein bestimmter Temperaturwert erreicht, betätigen sie einen Hilfsschalter. Erwärmt wird das Bimetall durch vom Motorstrom durchflossene Widerstände. Das Gleichgewicht zwischen zugeführter und abgegebener Wärme stellt sich je nach Stromstärke bei verschiedenen Temperaturen ein.

Wird die Ansprechtemperatur erreicht, löst das Relais aus. Die Auslösezeit ist von der Stromstärke und der Vorbelastung des Relais abhängig. Sie muß für alle Stromstärken unterhalb der Gefährdungszeit der Motorisolation liegen. Aus diesem Grund sind in IEC/EN 60947-4-1 für Überlastung Maximalzeiten angegeben. Zur Vermeidung von unnötigen Auslösungen sind darüber hinaus für den Grenzstrom und den Motorstillstand Minimalzeiten festgelegt.

Phasenausfallempfindlichkeit

Motorschutzrelais Z bieten aufgrund ihrer Konstruktion einen wirkungsvollen Schutz bei Ausfall einer Phase. Ihre sogenannte Phasenausfallempfindlichkeit entspricht den Anforderungen von IEC/EN 60947-4-1 und VDE 0660-102. Damit bieten diese Relais auch die Voraussetzungen für den Schutz von Ex e-Motoren (→ nachfolgende Abbildung).



Normalbetrieb ungestört — dreiphasige Überlast — Ausfall einer Phase

① Auslösebrücke
② Differentialbrücke
③ Differenzweg

Schütze und Relais
Motorschutzrelais Z

Wenn sich die Bimetalle im Hauptstromteil des Relais infolge dreiphasiger Motorüberlastung ausbiegen, wirken sie alle drei auf eine Auslöse- und eine Differentialbrücke. Ein gemeinsamer Auslösehebel schaltet bei Erreichen der Grenzwerte den Hilfsschalter um. Auslöse- und Differentialbrücke liegen eng und gleichmäßig an den Bimetallen an. Wenn nun z. B. bei Phasenausfall ein Bimetall nicht so stark ausbiegt (oder zurückläuft) wie die beiden anderen, legen Auslöse- und Differentialbrücke unterschiedliche Wege zurück. Dieser Differenzweg wird im Gerät durch eine Übersetzung in zusätzlichen Auslöseweg umgewandelt; die Auslösung erfolgt schneller.

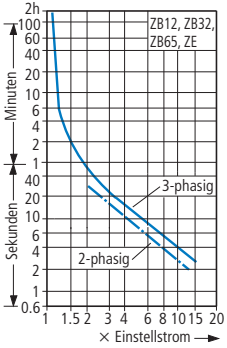
Projektierungshinweise → Abschnitt „Motorschutz in Sonderfällen", Seite 8-8;
Weitere Hinweise zum Motorschutz → Abschnitt „Rund um den Motor", Seite 8-1.

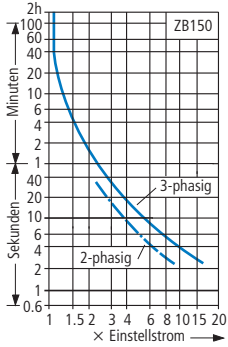
5

Auslösekennlinien

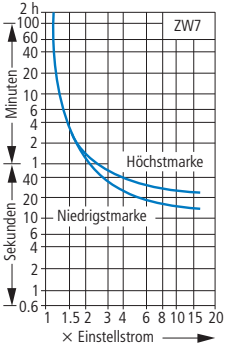
Die Motorschutzrelais ZE, ZB12, ZB32, ZB65 und ZB150 bis 175 A sind durch das Physikalisch-Technische Bundesamt (PTB) zum Schutz von Ex e-Motoren nach der ATEX-Richtlinie 94/9 EG zugelassen. In den entsprechenden Handbüchern sind Auslösekennlinien für jeden Strombereich abgedruckt.

Diese Kennlinien sind Mittelwerte der Streubänder bei 20 °C Umgebungstemperatur vom kalten Zustand aus: Auslösezeit in Abhängigkeit vom Ansprechstrom. Bei betriebswarmen Geräten sinkt die Auslösezeit der Motorschutzrelais auf etwa ein Viertel des abgelesenen Wertes.





Schütze und Relais
Motorschutzrelais Z



Schütze und Relais
Elektronisches Motorschutzrelais ZEB

Arbeitsweise und Bedienung

Elektronische Motorschutzrelais gehören, wie die nach dem Bimetallprinzip arbeitenden thermischen Motorschutzrelais, zu den stromabhängigen Schutzeinrichtungen. Elektronische Motorschutzrelais ZEB sind ein alternativer Ersatz für ein Bimetall-Überlastrelais.

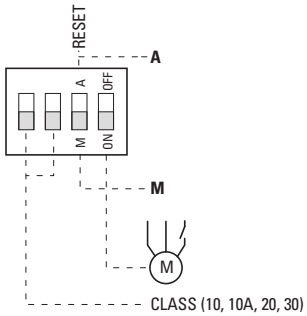
Die Erfassung des aktuell fließenden Motorstromes in den drei Außenleitern eines Motorabgangs erfolgt beim Motorschutzrelais ZEB mit integrierten Stromwandlern für den Bereich von 0,3 bis 100 A.

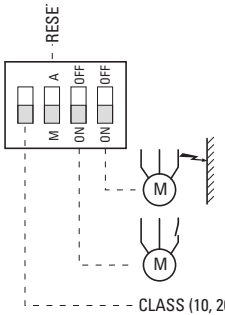
Motorschutzrelais mit elektronischem Weitbereichsüberlastschutz, wie die ZEB, arbeiten mit einem größeren Stromübersetzungsverhältnis. Hierdurch verfügt das Gerät, im Vergleich zu konventionellen Relais auf Bimetall-Basis, über einen weiten Stromeinstellbereich im Verhältnis 1:5.

Das Motorschutzrelais ZEB…-GF schützt optional den Motor gegen Erdschluss. Es addiert die Ströme der Phasen und wertet eine Unsymmetrie aus. Ist die Unsymmetrie größer als 50 % des eingestellten Motorbemessungsstromes löst das Relais aus.

Durch Vorwählen einer der 4 Auslöseklassen (CLASS 10A, 10, 20, 30) mittels DIP-Schalter wird eine Anpassung des zu schützenden Motors an normale oder erschwerte Anlaufbedingungen ermöglicht. So können thermische Reserven des Motors sicher ausgenutzt werden. Das Motorschutzrelais benötigt keine externe Hilfsspannung, es wird intern über die Stromwandler versorgt.

Einstellung der DIP-Schalter





Die ZEB besitzen die für Motorschutzrelais üblichen Öffner-Kontakte (95-96) und Schließer-Kontakte (97-98).

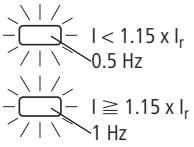
Schütze und Relais
Elektronisches Motorschutzrelais ZEB

Die Stromstärke des Motors wird über ein Einstellrad eingegeben. Darüber hinaus kann über die DIP-Schalter die Phasenausfallempfindlichkeit zum Schutz von Einphasenmotoren ausgeschaltet werden.

Einstellbar am DIP-Schalter ist ebenso die manuelle oder automatische Rückstellung.

Dank selbstversorgender Elektronik ist keine externe Spannungsversorgung notwendig.

Eine Diagnose-LED warnt auf visuellem Wege vor Überlast.



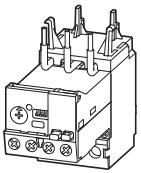
Elektronische Motorschutzrelais ZEB lassen sich direkt an Leistungsschütze DILM bis 100 A anbauen.

Eine Einzelaufstellung (Hutschienenmontage) ist nur bei ZEB…/KK möglich.

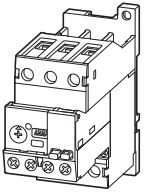
5

Übersicht der Geräte

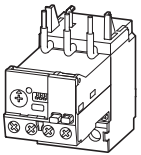
ZEB12, ZEB32
Direktanbau



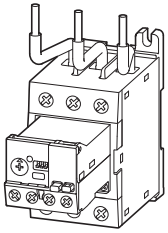
ZEB32…/KK
Einzelaufstellung



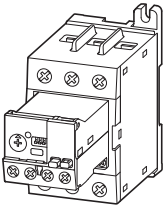
ZEB65
Direktanbau



ZEB150
Direktanbau

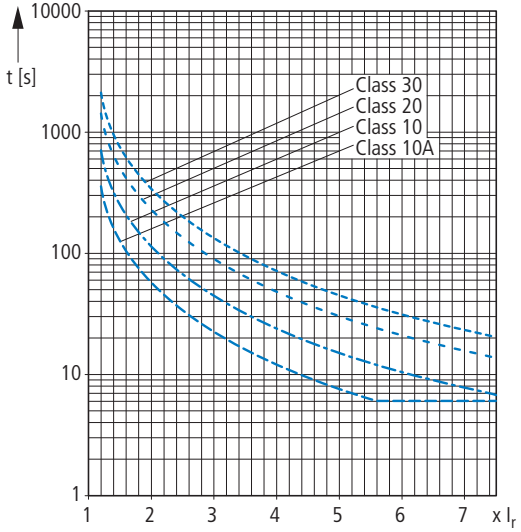


ZEB150…/KK
Einzelaufstellung



Schütze und Relais
Elektronisches Motorschutzrelais ZEB

Auslösekennlinien



Class	t_A (s)						
I_r	x 3	x 4	x 5	x 6	x 7,2	x 8	x 10
30	133,5	72,5	45,7	31,4	21,7	17,5	11,2
20	89,0	48,3	30,4	21,0	14,5	11,7	7,5
10	44,5	24,2	15,2	10,5	7,2	6,0	6,0
10A	22,3	12,1	7,6	6,0	6,0	6,0	6,0

Schütze und Relais
Elektronisches Motorschutzsystem ZEV

Arbeitsweise und Bedienung

Elektronische Motorschutzrelais gehören, wie die nach dem Bimetallprinzip arbeitenden Motorschutzrelais, zu den stromabhängigen Schutzeinrichtungen.

Die Erfassung des aktuell fließenden Motorstromes in den drei Außenleitern eines Motorabganges erfolgt beim Motorschutzsystem ZEV mit separaten Durchsteckensensoren oder einem Sensorgürtel. Diese werden mit dem Auswertegerät kombiniert, so dass eine getrennte Anordnung von den Stromsensoren und dem Auswertegerät ermöglicht wird.

Die Stromsensoren basieren auf dem aus der Messtechnik bekannten Rogowski-Prinzip. So besitzt der Sensorgürtel im Gegensatz zu den Stromwandlern keinen Eisenkern, so dass er nicht in die Sättigung gehen und so einen sehr weiten Strombereich erfassen kann.

Durch diese induktive Stromerfassung haben die verwendeten Leiterquerschnitte im Lastkreis keinen Einfluss auf die Auslösegenauigkeit. Bei elektronischen Motorschutzrelais ist es möglich, größere Strombereiche einzustellen, als dies bei elektromechanischen Bimetallrelais möglich ist. Bei dem System ZEV wird der gesamte Schutzbereich von 1 bis 820 A mit nur einem Auswertegerät abgedeckt.

Das elektronische Motorschutzsystem ZEV realisiert den Motorschutz sowohl mittels der indirekten Temperaturmessung über den Strom als auch mittels der direkten Temperaturmessung im Motor mit Thermistoren.

Indirekt wird der Motor bei Überlast, Phasenausfall und unsymmetrischer Stromaufnahme überwacht.

Bei der direkten Messung wird die Temperatur in der Motorwicklung mittels eines oder mehrerer PTC-Kaltleiter erfasst. Bei Übertemperatur wird das Signal an das Auslösegerät weitergeleitet und die Hilfsschalter betätigt. Ein Rücksetzen ist erst nach Abkühlung der Thermistoren unter die Ansprechtemperatur möglich. Durch den integrierten Thermistoranschluss lässt sich das Relais als Motorvollschutz einsetzen.

Zusätzlich schützt das Relais den Motor gegen Erdschluss. Schon bei einem geringen Schaden an der Isolierung der Motorwicklung fließen kleine Ströme nach außen ab. Diese Fehlerströme registriert ein externer Summenstromwandler. Er addiert die Ströme der Phasen, wertet sie aus und meldet Fehlerströme an den Mikroprozessor des Relais.

Durch Vorwählen einer der acht Auslöseklassen (CLASS) wird eine Anpassung des zu schützenden Motors an normale oder erschwerte Anlaufbedingungen ermöglicht. So können thermische Reserven des Motors sicher ausgenützt werden.

Schütze und Relais
Elektronisches Motorschutzsystem ZEV

Das Motorschutzrelais wird mit einer Hilfsspannung versorgt. Das Auswertegerät verfügt über eine Multispannungsausführung, die es ermöglicht, alle Spannungen zwischen 24 V und 240 V AC oder DC als Versorgungsspannung anzulegen. Die Geräte besitzen ein monostabiles Verhalten; bei Ausfall der Versorgungsspannung lösen sie aus.

Neben den bei Motorschutzrelais üblichen Öffner (95-96)- und Schließer (97-98)-Kontakten ist das Motorschutzrelais ZEV mit je einem parametrierbaren Schließer (07-08) und Öffner (05-06) ausgestattet. Die erstgenannten, üblichen Kontakte reagieren auf die direkt über die Thermistoren oder die indirekt über den Strom erfasste Erwärmung des Motors, einschließlich der Phasenausfallempfindlichkeit.

Den parametrierbaren Kontakten lassen sich verschiedene Meldungen zuordnen, wie

- Erdschluss,
- Vorwarnung bei 105 % thermischer Belastung,
- separate Meldung „Thermistor-Auslösung“,
- interne Gerätestörung.

Die Funktionszuordnung erfolgt menügeführt mit Hilfe eines LC-Displays. Die Stromstärke des Motors wird werkzeuglos mit Hilfe der Bedientasten eingegeben und kann auf dem LC-Display eindeutig kontrolliert werden.

Darüber hinaus ermöglicht das Display eine differenzierte Diagnose des Auslösegrundes, wodurch eine schnellere Fehlerbehandlung möglich ist.

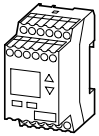
Die Auslösung bei 3-poliger, symmetrischer Überlast mit dem x-fachen Einstellstrom erfolgt innerhalb der durch die Auslöseklasse bestimmten Zeit. Die Auslösezeit verringert sich gegenüber dem kalten Zustand in Abhängigkeit von der Vorbelastung des Motors. Es wird eine sehr hohe Auslösegenauigkeit erreicht. Die Auslösezeiten sind über den gesamten Einstellbereich konstant.

Übersteigt die Unsymmetrie des Motorstromes 50 %, löst das Relais nach 2,5 s aus.

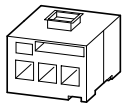
Die Zulassung für den Überlastschutz von explosivgeschützten Motoren der Zündschutzart „erhöhte Sicherheit“ Ex e nach Richtlinie 94/9/EG sowie der Bericht des Physikalisch Technischen Bundesamtes (PTB-Bericht) sind vorhanden (EG-Baumusterprüfbescheinigungs-Nummer PTB 10 ATEX 3007). Ergänzende Informationen können im Handbuch MN03407008Z „Motorschutzsystem ZEV, Überlastüberwachung von Motoren im Ex e-Bereich“ nachgelesen werden.

Schütze und Relais
Elektronisches Motorschutzsystem ZEV

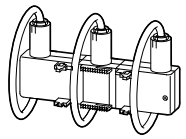
Übersicht der Geräte



Auswertegerät
1 bis 820 A



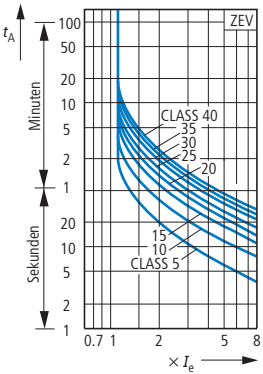
Durchstecksensoren
1 bis 25 A
3 bis 65 A
10 bis 145 A



Sensorgürtel
40 bis 820 A

5

Auslösekennlinien



Auslösekennlinien für 3-polige Belastung

Diese Auslösekennlinien zeigen die Abhängigkeit der Auslösezeit aus dem kalten Zustand vom Ansprechstrom (Vielfaches des Einstellstromes I_E). Nach einer Vorbelastung mit 100 % des eingestellten Stromes und der damit verbundenen Erwärmung auf den warmen Betriebszustand reduzieren sich die angegebenen Auslösezeiten t_A auf ca. 15 %.

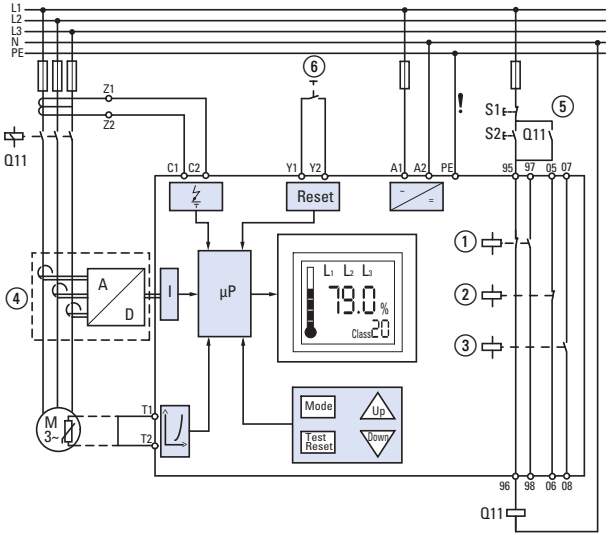
Auslösegrenzwerte bei 3-poliger symetrischer Belastung

Ansprechzeit:

< 30 min. bei bis zu 115 % des Einstellstromes,
> 2 h bei bis zu 105 % des Einstellstromes aus dem kalten Zustand.

Schütze und Relais
Elektronisches Motorschutzsystem ZEV

Elektronisches Motorschutzsystem ZEV mit Erdschlussüberwachung und thermistorüberwachtem Motor

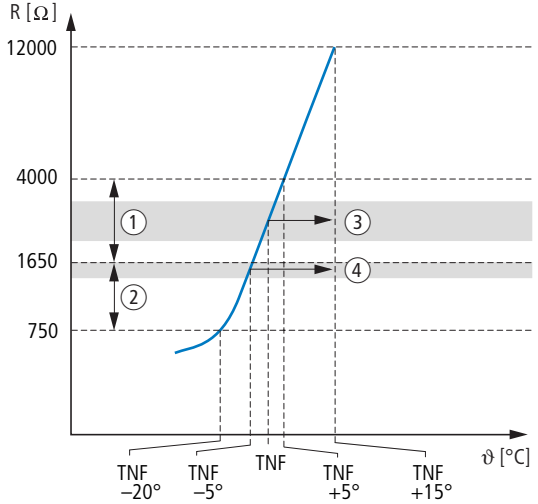


① Fehler
② parametrierbarer Kontakt 1
③ parametrierbarer Kontakt 2
④ Stromsensor mit A/D-Wandler
⑤ Selbsthaltung des Leistungsschützes, verhindert einen automatischen Wiederanlauf nach Ausfall der Steuerspannung und Spannungsrückkehr (wichtig für Ex e-Anwendungen, → MN03407008Z)
⑥ Fern-Reset

Schütze und Relais
Elektronisches Motorschutzsystem ZEV

Thermistorschutz

Zum Motorvollschutz können an den Klemmen T1-T2 bis zu sechs PTC-Kaltleiter-Temperaturfühler nach DIN 44081 und DIN 44082 mit einem Kaltleiterwiderstand $R_K \leqq 250\ \Omega$ oder neun mit einem $R_K \leqq 100\ \Omega$ angeschlossen werden.



TNF = Nennansprechtemperatur

① Auslösebereich IEC 60947-8
② Wiedereinschaltbereich IEC 60947-8
③ Auslösung bei 3200 Ω ±15 %
④ Wiedereinschaltung bei 1500 Ω +10 %

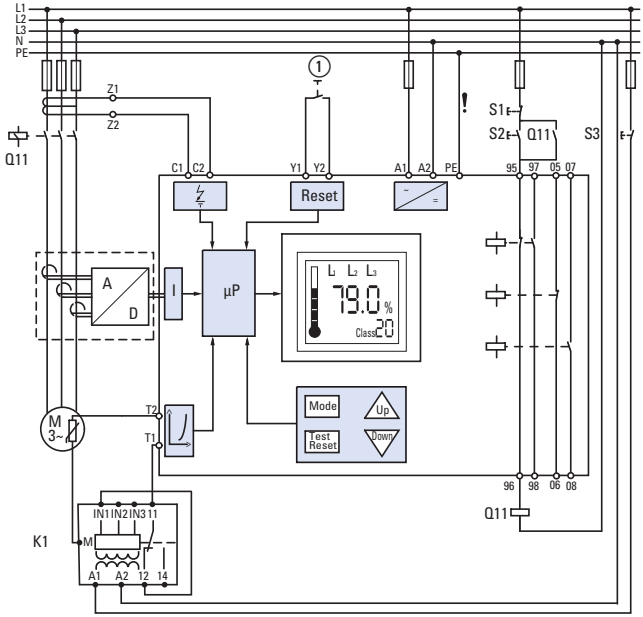
Das ZEV schaltet bei R = 3200 Ω ±15 % ab und bei R = 1500 Ω +10 % wieder zu. Bei einer Abschaltung auf Grund des Thermistor-Eingangs schalten die Kontakte 95-96 und 97-98 um.

Zusätzlich kann die Thermistorauslösung zur differenzierten Auslösemeldung auf einen der Kontakte 05-06 oder 07-08 parametriert werden.

Bei der Temperaturüberwachung mittels Thermistoren treten auch bei einem Fühlerbruch keine gefährlichen Zustände auf, da das Gerät in diesem Fall unverzüglich abschaltet.

Schütze und Relais
Elektronisches Motorschutzsystem ZEV

Elektronisches Motorschutzsystem ZEV mit Kurzschlussüberwachung am Thermistoreingang



Kurzschlüsse im Thermistorkreis können bei Bedarf durch den zusätzlichen Einsatz eines Stromwächters K1 (z. B. Typ EIL 230 V AC der Fa. Crouzet) erfasst werden.

Eckdaten

- Kurzschlussstrom im Fühlerkreis ≦ 2,5 mA,
- max. Leitungslänge zum Fühler 250 m (ungeschirmt),
- Summenkaltleiterwiderstand ≦ 1500 Ω,
- Parametrierung ZEV: „Autoreset“,
- Einstellung Stromwächter:
  - Gerät auf Stromniedrigstmarke,
  - Überlastauslösung,
  - Speicherung der Auslösung,
- Quittierung des Kurzschlusses nach dessen Beseitigung mit Taster S3.

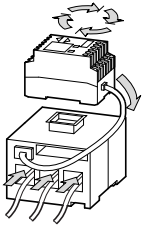
Schütze und Relais
Elektronisches Motorschutzsystem ZEV

Gerätemontage

Die Gerätemontage ist auf Grund der Aufklips- und Durchstecktechnik denkbar einfach.

Details zur Montage können der jedem Gerät beiliegenden Montageanweisung IL03407080Z bzw. dem Handbuch MN03407008Z entnommen werden.

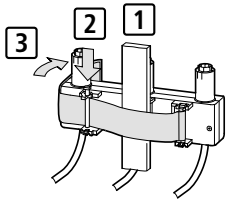
Montage ZEV und Stromsensor



- ZEV in die gewünschte Einbaulage positionieren.
- ZEV auf den Stromsensor aufrasten.
- Motorzuleitungen pro Phase durch den Stromsensor führen.

Montage auf der Stromschiene

Besonders leicht ist auch der Rogowski-Sensor ZEV-XSW-820 mittels Befestigungsband montierbar. Dabei spart der Anwender Montageaufwand und Zeit.

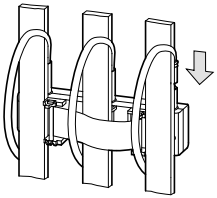


1 Befestigungsband um die Stromschiene legen.

2 Verbindungsstift einrasten.

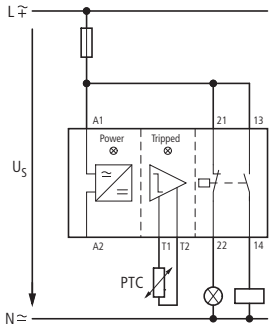
3 Befestigungsband straff ziehen und mit dem Klettverschluss verbinden.

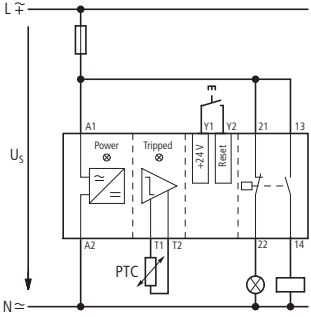
Anbringen der Sensorspulen → folgende Abbildung.



Schütze und Relais
Thermistor-Maschinenschutzgerät EMT6

EMT6 für Kaltleiter





Wirkungsweise

Mit Einschalten der Steuerspannung wird bei kleinem Widerstand des Kaltleiter-Temperaturfühlers das Ausgangsrelais angesteuert. Die Hilfskontakte werden betätigt. Bei Erreichen der Nenn-Ansprechtemperatur (TNF) wird der Fühlerwiderstand hochohmig. Das wiederum bringt das Ausgangsrelais zum Abfallen. Die Störung wird durch eine LED signalisiert. Sobald sich mit Abkühlen des Fühlers ein entsprechend kleinerer Widerstand einstellt, schaltet das EMT6-(K) automatisch wieder ein. Bei EMT6-(K)DB(K) kann der automatische Wiederanlauf durch die Umstellung des Gerätes auf „Hand" verhindert werden. Die Rücksetzung des Gerätes erfolgt über die Reset-Taste.

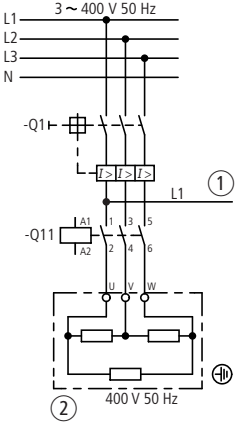
Die EMT6-K(DB) und EMT6-DBK sind mit einer Kurzschlusserkennung im Fühlerkreis ausgestattet. Sinkt der Widerstand im Fühlerkreis unter 20 Ohm, lösen sie aus. Das EMT6-DBK verfügt zusätzlich über eine nullspannungssichere Wiedereinschaltsperre und speichert somit den Fehler bei Spannungsabfall. Wiedereinschalten ist erst nach Beseitigen des Fehlers möglich, wenn die Steuerspannung wieder ansteht.

Da alle Geräte nach dem Ruhestromprinzip arbeiten, sprechen sie auch auf Drahtbruch im Fühlerkreis an.

Die Thermistormaschinenschutzrelais EMT6… sind durch das Physikalisch-Technische Bundesamt (PTB) zum Schutz von Ex e-Motoren nach der ATEX-Richtlinie 94/9 EG zugelassen. Zum Schutz der Ex e-Motoren fordert die ATEX-Richtlinie eine Kurzschlusserkennung im Fühlerkreis. Aufgrund der intergrierten Kurzschlusserkennung sind die EMT6-K(DB) und EMT6-DBK besonders für diese Anwendung geeignet.

Schütze und Relais
Thermistor-Maschinenschutzgerät EMT6

EMT6 als Kontaktschutzrelais



Anwendungsbeispiel

Steuerung der Beheizung eines Vorratsbehälters

① Steuerstromkreis
② Heizung

Q11: Heizungsschütze

Funktionsbeschreibung

Siehe dazu die Schaltung Seite 5-35.

Einschalten der Heizung

Wenn der Hauptschalter Q1 eingeschaltet ist, das Sicherheitsthermostat F4 nicht ausgelöst hat und die Bedingung $T \leqq T_{min}$ erfüllt ist, kann die Heizung eingeschaltet werden. Bei Betätigen von S1 steht die Steuerspannung am Hilfsschütz K1 an, das über einen Schließer in Selbsthaltung geht. Der Wechsler des Kontaktthermometers hat die Stellung I-II. Der niederohmige Fühlerkreis des EMT6 garantiert, dass Q11 über K2/Schließer 13-14 erregt wird; Q11 geht in Selbsthaltung.

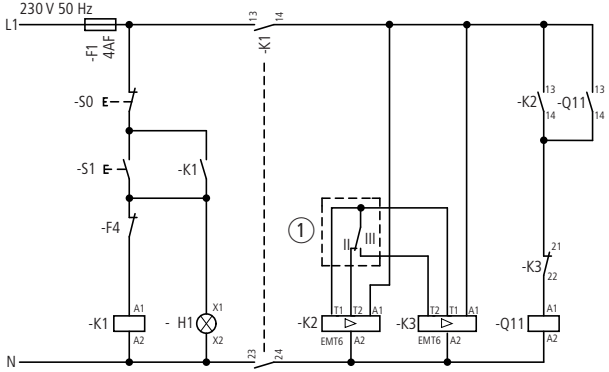
Ausschalten der Heizung

Das Heizungsschütz Q11 bleibt in Selbsthaltung, bis der Hauptschalter Q1 ausgeschaltet wird, die Taste S0 betätigt wird, der Sicherheitsthermostat ausgelöst oder $T = T_{max}$ ist.

Bei $T = T_{max}$ hat der Wechsler des Kontakt-Thermometers die Stellung I-III. Der Fühlerkreis des EMT6 (K3) ist niederohmig, der Öffner K3/21-22 geöffnet. Das Hauptschütz Q11 fällt ab.

Schütze und Relais
Thermistor-Maschinenschutzgerät EMT6

Sicherheit gegen Drahtbruch
Die Sicherheit gegen Drahtbruch in der Fühlerleitung von K3 (z. B. Nicht-Erkennung des Grenzwertes T_{max}) ist durch den Einsatz eines Sicherheitsthermostaten gewährleistet, der bei Überschreiten von T_{max} über seinen Öffner F4 zwangsläufig nach dem Prinzip abschaltet: „Ausschalten durch Entregen".



① Kontakt-Thermometer-Wechsler
I-II Stellung bei $T \leqq T_{min}$
I-III Stellung bei $T \geqq T_{max}$

S0: Aus

S1: Start

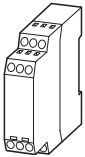
F4: Sicherheitsthermostat

K1: Steuerspannung ein

K2: Einschalten bei $T \leqq T_{min}$

K3: Ausschalten bei T_{max}

Schütze und Relais
Schützüberwachungsrelais CMD



Arbeitsweise

Das CMD (Contactor Monitoring Device) überwacht bei einem Leistungsschütz die Haupkontakte auf Verschweißen. Es vergleicht hierzu die Schütz-Steuerspannung mit dem Zustand der Hauptkontakte, den ein Spiegelkontakt (IEC EN 60947-4-1 Anhang F) zuverlässig meldet. Wird die Schützspule entregt und fällt dann das Schütz nicht ab, löst das CMD den vorgeordneten Leistungs-, Motorschutz- oder Lasttrennschalter über einen Unterspannungsauslöser aus.

Zusätzlich überwacht das CMD die Funktionstüchtigkeit des internen Relais. Hierfür dient ein zusätzlicher Hilfsschließer des überwachten Leistungsschützes. Dazu werden der Hilfsschließer und Hilfsöffner zwangsgeführt, letzterer ist als Spiegelkontakt ausgeführt.

Zugelassene Schaltgerätekombinationen

Um die Funktionssicherheit der gesamten Einheit aus Schütz, Leistungsschalter und CMD zu gewährleisten, ist das CMD nur mit definierten Schützen sowie Motorschutz-, Leistungs- oder Lasttrennschaltern zugelassen. Aus dem Schützsortiment lassen sich alle DILEM und DILM7 bis DILH2000 mit dem CMD auf Verschweißungen überwachen. Alle Hilfsöffner dieser Schütze sind als Spiegelkontakt ausgeführt und für Überwachungszwecke einsetzbar. Als vorgelagerter Motorschutz-, Leistungs- oder Lasttrennschalter sind die NZM1 bis NZM4 oder N1 bis N4, jeweils ausgerüstet mit einem Unterspannungsauslöser NZM…-XUVL, verwendbar.

Anwendungen

Diese Kombinationen kommen bei sicherheitsgerichteten Anwendungen zum Einsatz. Bislang wird für Schaltungen der Sicherheitskategorie 3 und 4 die Reihenschaltung von zwei Schützen empfohlen. Jetzt reicht ein Schütz und das Schützüberwachungsrelais für Sicherheitskategorie 3 aus. Das CMD wird für NOT-HALT-Anwendungen nach EN 60204-1 eingesetzt. Es ist ebenso in der amerikanischen Automobilindustrie anwendbar. Dort sind gleichfalls Lösungen gefragt, die ein Verschweißen der Motorstarter zuverlässig erkennen und den Motorabgang sicher abschalten.

Als Sicherheitsbaustein ist das CMD durch die deutsche Berufsgenossenschaft zugelassen. Als Weltmarktgerät erhält es zudem die UL- und CSA-Approbation für den nordamerikanischen Markt.

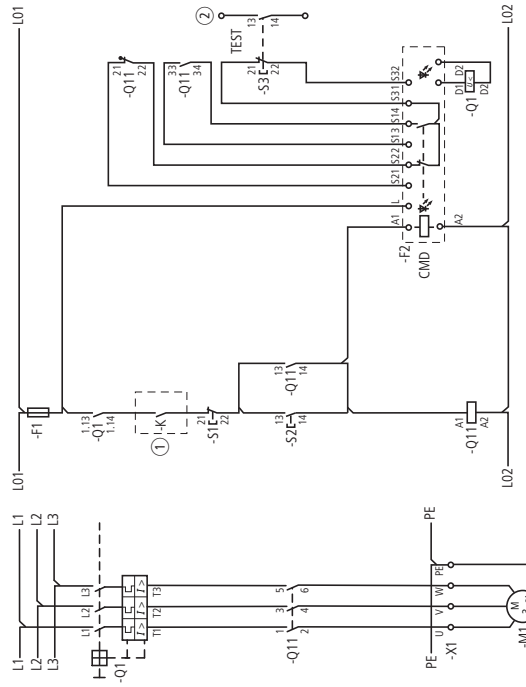
Weitere Informationen finden Sie in den Handbüchern

- CMD(24VDC) MN04913001Z
- CMD(110-120VAC), CMD(220-240VAC) MN04913002Z

Schütze und Relais

Schützüberwachungsrelais CMD

Schaltung Direktstarter

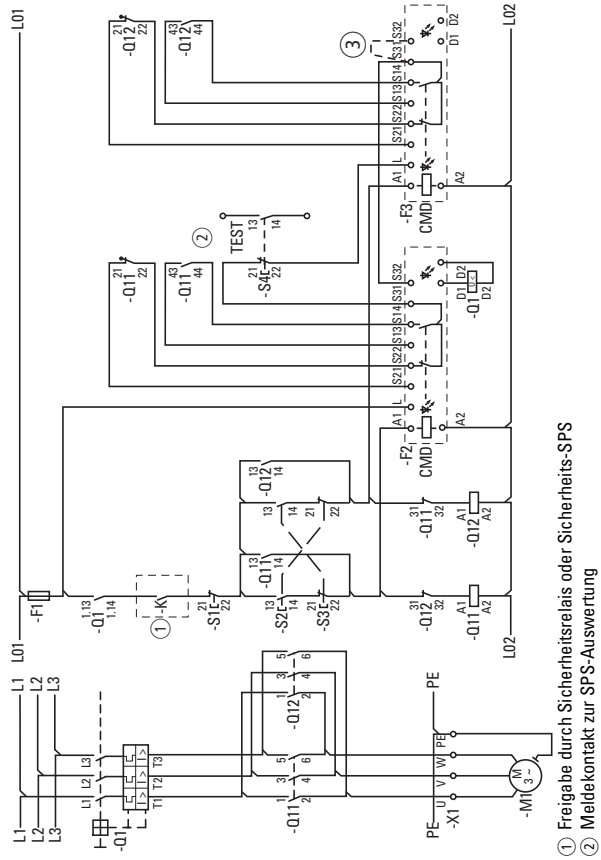


① Freigabe durch Sicherheitsrelais oder Sicherheits-SPS
② Meldekontakt zur SPS-Auswertung

Schütze und Relais

Schützüberwachungsrelais CMD

Schaltung Wendestarter



① Freigabe durch Sicherheitsrelais oder Sicherheits-SPS
② Meldekontakt zur SPS-Auswertung
③ CMD (24 V DC)

Motorschutzschalter

	Seite
Überblick	6-2
PKZM01, PKZM0 und PKZM4 – Beschreibung	6-4
PKE – Beschreibung	6-5
PKM0, PKZM0-…-T, PKZM0-…-…C – Beschreibung	6-6
Motorstarter MSC – Beschreibung	6-7
PKZM0 und PKZM4 – Strombegrenzer	6-8
PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE – Hilfsschalter	6-9
PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE – Auslöser	6-10
PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE – Prinzipschaltbilder	6-11

Motorschutzschalter
Überblick

Definition

Motorschutzschalter sind Schalter zum Schalten, Schützen und Trennen von Stromkreisen mit vornehmlich motorischen Verbrauchern. Gleichzeitig schützen sie diese Motoren gegen Zerstörung durch blockierten Anlauf, Überlast, Kurzschluss und Ausfall eines Außenleiters in Drehstromnetzen. Sie haben einen thermischen Auslöser (PKZ) oder einen elektronischen Auslöser (PKE) zum Schutz der Motorwicklung (Überlastschutz) und einen elektromagnetischen Auslöser (Kurzschlussschutz).

Folgende Zusatzausrüstungen lassen sich an Motorschutzschalter anbauen:

- Unterspannungsauslöser,
- Arbeitsstromauslöser,
- Hilfsschalter,
- Ausgelöstmelder.

Motorschutzschalter bei Eaton

PKZM01

Der Motorschutzschalter PKZM01 bis 25 A wird mit der beliebten Drucktastenbetätigung geliefert. Für die NOT-AUS-Betätigung an einfachen Maschinen ist die aufgesetzte Pilztaste erhältlich. Bevorzugt wird der PKZM01 im Auf- oder Einbaugehäuse montiert. Es können viele Zubehörteile vom PKZM0 verwendet werden.

PKZM4

Der Motorschutzschalter PKZM4 ist ein modularer und leistungsstarker Schalter zum Schalten und Schützen von motorischen Verbrauchern bis 63 A. Er ist der „große Bruder" des PKZM0 und kann mit fast allen Zubehörteilen vom PKZM0 verwendet werden.

PKZM0

Der Motorschutzschalter PKZM0 ist ein modularer und leistungsstarker Schalter zum Schalten und Schützen von motorischen Verbrauchern bis 32 A und Transformatoren bis 25 A.

Ausführungen:

- Motorschutzschalter
- Transformatorschutzschalter

Beschreibung → Abschnitt „Die Motorschutzschalter PKZM01, PKZM0 und PKZM4", Seite 6-4.

PKE

Motor- und Anlagenschutz mit PKE

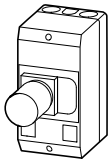
Der PKE ist ein modulares Bausteinsystem zum Schützen, Schalten und Melden von Motoren und Anlagen in Niederspannungs-Schaltanlagen bis 65 A, bestehend aus:

- Motorschutzschalter Grundgeräte
- Auslöseblöcke

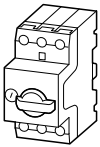
Beschreibung → Abschnitt „Motor- und Anlagenschutz mit PKE", Seite 6-5.

Motorschutzschalter
Überblick

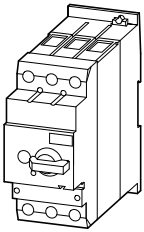
PKZM01
Schutzschalter
im Aufbaugehäuse



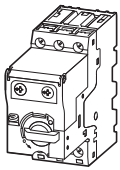
PKZM0
Schutzschalter
bis 32 A



PKZM4
Schutzschalter
bis 63 A



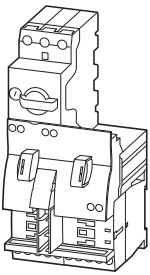
PKE
Schutzschalter
mit elektronischem Weitbereichsüberlastschutz



MSC-D
Direktstarter



MSC-R
Wendestarter



MSC-DEA
Direktstarter
(für SmartWire-DT)



Motorschutzschalter
PKZM01, PKZM0 und PKZM4 – Beschreibung

Die Motorschutzschalter PKZM01, PKZM0 und PKZM4

Die PKZM01, PKZM0 und PKZM4 bieten mit den stromabhängig verzögerten Bimetallauslösern eine bewährte technische Lösung des Motorschutzes. Die Auslöser sind phasenausfallempfindlich und temperaturkompensiert. Die Bemessungsströme beim PKZM0 bis 32 A sind in 15 Bereiche aufgeteilt, beim PKZM01 in 14 Bereiche und beim PKZM4 bis 63 A in 7 Bereiche. Mit den Kurzschlussauslösern, auf 14 x I_u fest eingestellt, wird die Anlage (Motor) und die Zuleitung sicher geschützt, und der Motoranlauf gewährleistet. Die Phasenausfallempfindlichkeit der PKZM0 und PKZM4 lässt den Einsatz zum Schutz von Ex e-Motoren zu. Eine ATEX-Bescheinigung liegt vor. Zum Schutz von Motoren werden die Motorschutzschalter auf Motornennstrom eingestellt.

Das folgende Zubehör ergänzt den Motorschutzschalter bei den verschiedenen Unterfunktionen:

- Unterspannungsauslöser U,
- Arbeitsstromauslöser A,
- Normalhilfsschalter NHI,
- Ausgelöstmelder AGM.

Motorschutzschalter
PKE – Beschreibung

Motor- und Anlagenschutz mit PKE

Der PKE erhält seine Modularität durch Kombination des Motor- oder Anlagenschutzschalters mit unterschiedlichen Zubehörkomponenten. Die austauschbaren Motorschutz-Auslöseblöcke mit dem elektronischen Weitbereichsüberlastschutz (Strombereich 1:4) sind als Standard-Version oder erweiterte Version zur Anbindung an dem SmartWire-DT verfügbar. Damit ergeben sich zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten und die Anpassung an verschiedenste Anforderungen.

Der Schutzschalter

Der Schutzschalter PKE besteht aus:

- Grundgerät, 3 Varianten für 12 A, 32 A und 65 A und
- steckbarem Auslöseblock.

Bei den Auslöseblöcken unterscheidet man:

- Motorschutzauslöseblöcke (5 Varianten für den Bereich von 0,3 bis 65 A)
- Anlagenschutzauslöseblock (für den Bereich 5 bis 36 A)

Alle Auslöseblöcke sind mit einstellbaren Überlastauslösern ausgestattet.

Überlast von ... bis ...:

- Motorschutz-Auslöseblöcke: zusätzlich mit einstellbaren Auslöseklassen (CLASS 5, 10, 15 und 20) zum Schutz schwer anlaufender Motoren.
- Anlagenschutz-Auslöseblock: zusätzlich mit einstellbarem Kurzschlussauslöser 5 bis 8 x I_e

Die Phasenausfallempfindlichkeit des PKE lässt den Einsatz zum Schutz von Ex e-Motoren zu. Eine ATEX-Bescheinigung liegt vor. Zum Schutz von Motoren werden die Motorschutzschalter auf Motornennstrom eingestellt.

Das folgende Zubehör des PKZM0 ergänzt auch den Motorschutzschalter PKE bei den verschiedenen Unterfunktionen:

- Unterspannungsauslöser U,
- Arbeitsstromauslöser A,
- Normalhilfsschalter NHI,
- Ausgelöstmelder AGM.

Normen

Der Motorschutzschalter PKE entspricht den Vorschriften IEC/EN 60947 und VDE 0660. Der PKE erfüllt außerdem die in der EN 60204 festgelegten Anforderungen an Trenner und Hauptschalter.

Motorschutzschalter
PKM0, PKZM0-…-T, PKZM0-…-…C – Beschreibung

Motorschutzschalter ohne Überlastauslöser

PKM0

Der Motorschutzschalter PKM0 ist ein Schutzschalter für Starterkombinationen oder Kurzschluss-Schutzschalter als Grundgerät im Bereich 0,16 A bis 32 A. Das Grundgerät ist ohne Überlastauslöser, jedoch mit Kurzschlussauslöser ausgestattet. Dieser Schutzschalter wird eingesetzt zum Schutz von ohmscher Last (Widerstandslast), bei denen keine Überlastung zu erwarten ist.

Ferner werden diese Schalter in Motorstarterkombinationen mit und ohne Wiedereinschaltsperre eingesetzt, wenn zusätzlich ein Motorschutzrelais oder ein Thermistorschutzgerät verwendet wird.

Transformatorschutzschalter

PKZM0-…-T

Der Transformatorschutzschalter ist für den primärseitigen Transformatorschutz konzipiert. Die Kurzschlussauslöser der Typen von 0,16 A bis 25 A sind fest auf 20 x I_u eingestellt. Die Ansprechwerte der Kurzschlussauslöser liegen hier höher als bei den Motorschutzschaltern um auch den noch höheren Einschaltrush leerlaufender Transformatoren ohne Auslösung zu beherrschen. Der Überlastauslöser des PKZM0-T wird auf den primärseitigen Nennstrom des Trafos eingestellt. Das gesamte Zubehör des PKZM0 kann mit dem PKZM0-T kombiniert werden.

PKZM0-…-…C

Der PKZM0 verfügt auch über eine Ausführung mit Anschlussklemmen in Federzugtechnik. Dabei kann man aus einer Variante mit beiden Seiten Federzugtechnik und einer Mischvariante, bei der nur die Abgangsseite mit Federzugtechnik ausgerüstet ist, wählen. Hier lassen sich auch Leiter ohne Aderendhülse anschließen. Die Anschlüsse sind wartungsfrei.

Motorschutzschalter
Motorstarter MSC – Beschreibung

Motorstarter in Kombinationstechnik

Motorstarterkombinationen MSC sind bis 32 A erhältlich. Motorstarter bis 16 A bestehen aus einem Motorschutzschalter PKZM0 oder PKE und einem Schütz DILM. Beide werden mit einem steckbaren mechanischen Verbinderbaustein werkzeuglos verbunden. Zusätzlich wird über einen steckbaren elektrischen Verbinder die Hauptstromverdrahtung hergestellt. Die Motorschutzschalter PKZM0 oder PKE und die Schütze DILM bis 16 A besitzen hierfür entsprechende Schnittstellen.

Die Motorstarterkombinationen MSC ab 16 A bestehen aus einem Motorschutzschalter PKZM0 oder PKE und einem Schütz DILM. Beide sind auf einer Hutschienenplatte montiert und mit einem Verbinderbaustein mechanisch und elektrisch verbunden.

Die MSC gibt es als Direktstarter MSC-D und als Wendestarter MSC-R.

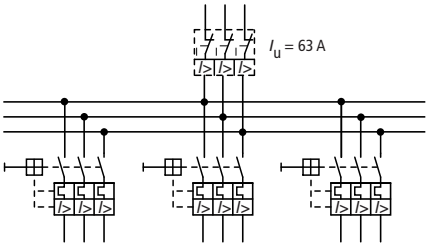
Für Motorleistungen von mehr als 15 kW/400 V stehen die Kombinationen von PKZM4 oder PKE65 mit den bewährten Leistungsschützen DILM zur Verfügung.

Motorschutzschalter
PKZM0 und PKZM4 – Strombegrenzer

CL-PKZ0

Der Strombegrenzer-Baustein CL-PKZ0 ist eine speziell für den PKZM0 und PKZM4 entwikkelte Kurzschluss-Schutzeinrichtung für die nicht eigenfesten Bereiche. Der CL-Baustein hat die gleiche Grundfläche und Klemmtechnik wie der PKZM0. So ist bei der Montage auf einer Hutschiene nebeneinander die Weiterverbindung mit Drehstromblöcken B3...-PKZ0 möglich. Das Schaltvermögen der Reihenschaltung von PKZM0 oder PKZM4 + CL beträgt 100 kA bei 400 V. Im Kurzschlussfall öffnen die Kontaksysteme von Motorschutzschalter und CL. Während der Strombegrenzer wieder in die geschlossene Ruhelage zurückfällt, löst der Motorschutzschalter über den Schnellauslöser aus und stellt eine bleibende Trennstrecke her. Das System ist nach Beseitigung einer Störung wieder betriebsbereit. Der Strombegrenzer hat einen Dauerstrom von 63 A. Der Baustein kann als Einzel- oder Gruppenschutz eingesetzt werden. Die Einspeiserichtung ist beliebig.

Einzel- und Gruppenschutz mit CL-PKZ0



Bei Anschluss > 6/4 mm² Klemme BK25/3-PKZ0 verwenden.

Bei Häufung und Anschluss mit Drehstromschienenblock B3...PKZ0. Belastungsfaktoren nach VDE 0660-600-2 beachten.

Beispiele:

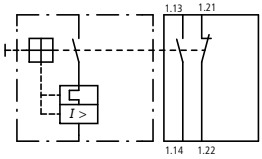
PKZM0-16, PKZM4-16 oder	PKZM0-16/20, PKZM4-16/20 oder	PKZM0-20, PKZM4-20 oder	PKZM0-25, PKZM4-25
4 x 16 A x 0,8 = 51,2 A	2 x (16 A + 20 A) x 0,8 = 57,6 A	3 x 20 A x 0,9 = 54 A	2 x 25 A x 0,9 = 45 A

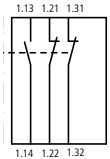
Motorschutzschalter
PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE – Hilfsschalter

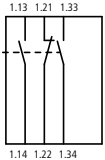
Hilfsschalter und Normalhilfsschalter NHI für PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE

Sie schalten zeitlich parallel mit den Hauptkontakten. Sie dienen der Fernsignalisierung des Schaltzustandes und der Verriegelung von Schaltgeräten untereinander. Sie sind mit Schraubanschluss oder Federzugtechnik erhältlich.

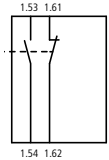
Seitenanbau:

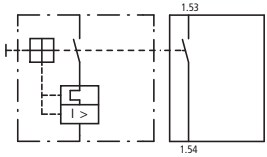






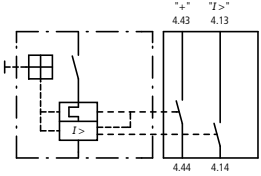
integriert:

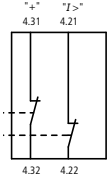




Ausgelöstmelder AGM für PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE

Er gibt Aufschluss über den Grund einer Auslösung des Schutzschalters. Bei einer Spannungs-/Überlastauslösung (Kontakt 4.43-4.44 oder 4.31-4.32) oder Kurzschluss-Auslösung (Kontakt 4.13-4.14 oder 4.21-4.22) werden zwei potentialfreie Kontakte unabhängig voneinander angesteuert. Überlast und Kurzschluss können getrennt gemeldet werden.





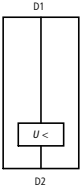
Motorschutzschalter
PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE – Auslöser

Spannungsauslöser

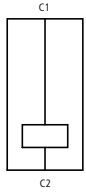
Sie arbeiten nach dem elektromagnetischen Prinzip. Sie wirken auf das Schaltschloss des Schutzschalters.

Unterspannungsauslöser
Sie schalten den Schutzschalter ab, wenn keine Spannung ansteht. Sie werden für Sicherheitsaufgaben eingesetzt. Der über den voreilenden Hilfsschalter VHI20-PKZ0 oder VHI20-PKZ01 an Spannung gelegte Unterspannungsauslöser U-PKZ0 gestattet das Einschalten des Schutzschalters. Bei Spannungsausfall schaltet der Auslöser über das Schaltschloss des Schutzschalters ab. So werden unkontrollierte Wiederanläufe von Maschinen sicher verhindert. Die Sicherheitsschaltungen sind drahtbruchsicher.

Der VHI-PKZ0 kann nicht mit dem PKZM4 verwendet werden!



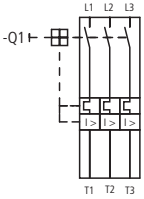
Arbeitsstromauslöser
Sie schalten den Schutzschalter ab, wenn sie an Spannung gelegt werden. Man setzt sie in Verriegelungsschaltungen oder zum Fernauslösen ein, wenn Spannungseinbrüche oder Unterbrechungen nicht zu ungewollten Abschaltungen führen sollen.



Motorschutzschalter
PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE – Prinzipschaltbilder

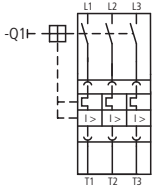
Motorschutzschalter PKZM01, PKZM0 und PKZM4

handbetätigter Motorstarter



Motorschutzschalter PKE

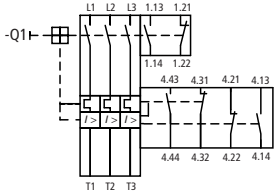
handbetätigter Motorstarter



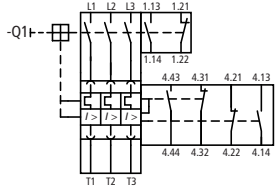
Motorschutzschalter
PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE – Prinzipschaltbilder

Motorschutzschalter mit Hilfsschalter und Ausgelöstmelder

PKZM01(PKZM0-...)(PKZM4...) + NHI11-PKZ0 + AGM2-10-PKZ0

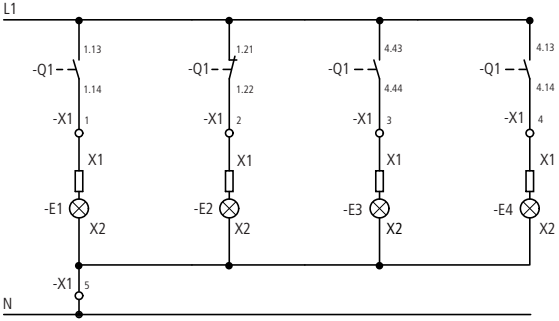


PKE… + NHI11-PKZ0 + AGM2-10-PKZ0



6

Zur differenzierten Fehlermeldung
(Überlast oder Kurzschluss)



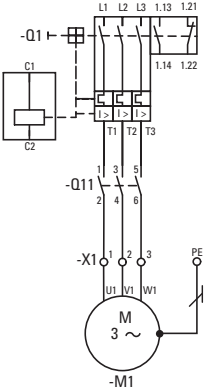
E1: Schutzschalter EIN
E2: Schutzschalter AUS
E3: Störung allgemein, Überlastauslösung
E4: Kurzschlussauslösung

Motorschutzschalter
PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE – Prinzipschaltbilder

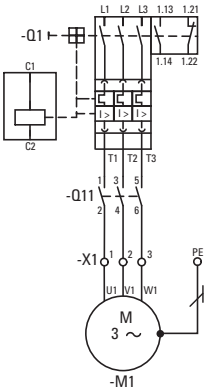
Fernausschaltung über Arbeitsstromauslöser

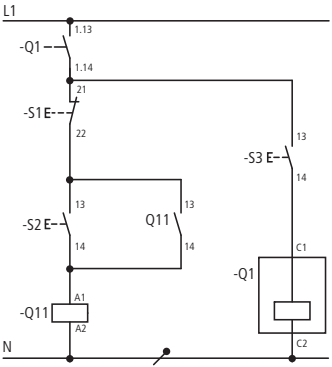
Motorstarter mit Hilfsschalter und Arbeitsstromauslöser

PKZM0-... + DILM... + A-PKZ0



PKE... + A-PKZ0





S1: AUS
S2: EIN
S3: Schutzschalter AUS

Notizen

Leistungsschalter

	Seite
Überblick	7-2
Arbeitsstromauslöser	7-4
Unterspannungsauslöser	7-5
Kontaktdiagramme der Hilfsschalter	7-6
Innenschaltpläne NZM	7-8
Fernausschaltung mit Spannungsauslöser	7-11
Anwendungen des Unterspannungsauslösers	7-13
Abschalten des Unterspannungsauslösers	7-14
Meldung der Schaltstellung	7-15
Kurzzeitverzögerte Leistungsschalter – Innenschaltpläne	7-16
Maschennetzschalter	7-17
Fernschalten mit Motorantrieb	7-18
Leistungsschalter als Transformatorschalter	7-19
Leistungsschalter mit Fehlerstromschutz	7-20
Klemmenbelegungspläne Leistungsschalter IZMX	7-25

Leistungsschalter
Überblick

Leistungsschalter NZM

Leistungsschalter sind mechanische Schaltgeräte, die Ströme unter betriebsmäßigen Bedingungen im Stromkreis ein- bzw. ausschalten und führen können. Sie schützen elektrische Betriebsmittel vor thermischer Überlastung und bei Kurzschluss.

Die Leistungsschalter NZM decken den Nennstrombereich von 20 bis 1600 A ab.

Je nach Ausführung besitzen sie zusätzliche Schutzfunktionen wie Fehlerstromschutz, Erdschlussschutz oder die Möglichkeit zum Energiemanagement durch Erkennen von Lastspitzen und gezieltem Lastabwurf. Die Leistungsschalter NZM zeichnen sich durch ihre kompakte Bauform und ihre strombegrenzenden Eigenschaften aus.

In den gleichen Baugrößen wie die Leistungsschalter stehen Lasttrennschalter ohne Überlast- und Kurzschluss-Auslöseeinheiten zur Verfügung, die je nach Ausführung zusätzlich mit Arbeitsstrom- oder Unterspannungsauslöser bestückt werden können.

Die Leistungsschalter und Lasttrennschalter NZM werden nach den Vorschriften der Norm IEC/EN 60947 gebaut und geprüft.

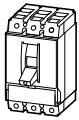
Sie besitzen Trennereigenschaften. In Verbindung mit einer Abschließvorrichtung sind sie zum Einsatz als Hauptschalter nach Norm IEC/EN 60204/VDE 0113-1 geeignet.

Die elektronischen Auslöser der Baugrößen NZM2, NZM3 und NZM4 sind kommunikationsfähig. Die aktuellen Zustände der Leistungsschalter vor Ort können durch ein Data Management Interface (DMI) visualisiert bzw. in digitale Ausgangssignale umgesetzt werden. Zusätzlich können die Leistungsschalter NZM an ein Netzwerk, beispielsweise PROFIBUS-DP, angekoppelt werden.

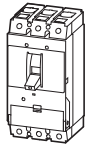
NZM1



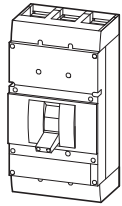
NZM2



NZM3



NZM4



Hinweis

Die Leistungsschalter NZM7, NZM10 und NZM14 sind nicht mehr im Eaton Lieferprogramm enthalten; sie sind durch eine neue Gerätegeneration abgelöst worden.

Informationen zu den obigen Geräten finden Sie in diesem Kapitel.

Leistungsschalter
Überblick

Leistungsschalter IZMX

Mit den Leistungsschaltern IZMX existieren Leistungsschalter zum Einsatz im hohen Nennstrombereich ab 630 A. Leistungsschalter IZMX und Lasttrennschalter INX erfüllen die Hauptschaltereigenschaften nach der Norm IEC/EN 60204-1, da sie in „AUS“ abschließbar sind. Sie können daher als Netztrenneinrichtung eingesetzt werden. Leistungsschalter IZMX werden nach den Vorschriften der Norm IEC/EN 60947 gebaut und geprüft.

Abhängig von der Art des zu schützenden Betriebsmittels ergeben sich Hauptanwendungsgebiete, die durch unterschiedliche Einstellungen der Auslöseelektroniken realisiert werden:

- Anlagenschutz,
- Motorschutz,
- Transformatorschutz,
- Generatorschutz.

Leistungsschalter IZMX bieten unterschiedliche Elektroniken vom einfachen Anlagenschutz mit Überlast- und Kurzschlussauslöser bis hin zum Digitalauslöser mit grafischem Display und der Möglichkeit, zeitselektive Netze aufzubauen.

Anpassbar an universelle Anforderungen durch umfangreiches Einbauzubehör, wie Hilfsschalter, Ausgelöstmelder, Motorantriebe oder Spannungsauslöser, Schalter in Festeinbau oder Ausfahrtechnik, erlauben sie einen vielfältigen Einsatz.

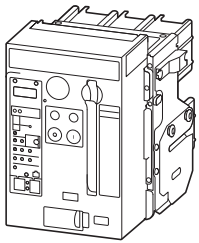
Leistungsschalter IZMX eröffnen durch ihre Kommunikationsfähigkeit neue Möglichkeiten in der Energieverteilung. Wichtige Informationen können weitergeleitet, gesammelt und ausgewertet werden – bis hin zur vorbeugenden Wartung. Durch einen schnellen Eingriff in einen Prozess können beispielsweise Anlagenausfälle vermindert oder sogar verhindert werden.

Auswahlkriterien eines Leistungsschalters IZMX sind unter anderem:

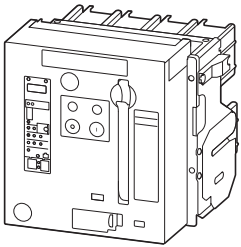
- maximaler Kurzschlussstrom I_{kmax},
- Bemessungsstrom I_n,
- Umgebungstemperatur,
- Bauart (3- oder 4-polig),
- Festeinbau oder Ausfahrtechnik,
- Schutzfunktion,
- minimaler Kurzschlussstrom.

Ausführliche Informationen zu den Leistungsschaltern finden Sie im Eaton „Hauptkatalog Industrie 2010“ in Kapitel 18.

IZMX16

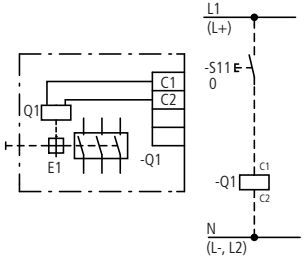


IZMX40



Leistungsschalter
Arbeitsstromauslöser

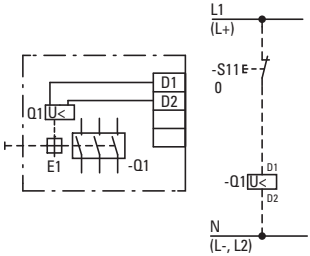
Arbeitsstromauslöser A



Baustein (Q1, Elektromagnet) eines Leistungs- oder Motorschutzschalters, der beim Anlegen einer Spannung eine Auslösemechanik betätigt. Im stromlosen Zustand befindet sich das System in Ruhelage. Die Ansteuerung erfolgt mit einem Schließkontakt. Ist der Arbeitsstromauslöser für Kurzzeitbetrieb ausgelegt (übererregter Arbeitsstromauslöser mit 5 % ED), muss der Kurzzeitbetrieb durch Vorschalten eines entsprechenden Hilfskontaktes des Leistungsschalters sichergestellt werden. Diese Maßnahme entfällt beim Einsatz eines Arbeitsstromauslösers mit 100 % ED.
Arbeitsstromauslöser werden zur Fernauslösung verwendet, falls eine Spannungsunterbrechung nicht zur automatischen Abschaltung führen soll. Die Auslösung wird unwirksam durch Drahtbruch, Wackelkontakt oder bei Unterspannung.

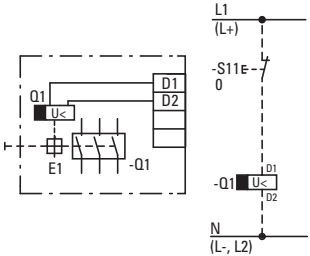
Leistungsschalter
Unterspannungsauslöser

Unterspannungsauslöser U



Ein passives, elektromagnetisches Relais (Q1), das beim Unterschreiten oder beim Unterbrechen der Versorgungsspannung eine Auslösemechanik anstößt, beispielsweise um das selbsttätige Wiederanlaufen von Motoren zu verhindern. Unterspannungsauslöser eignen sich ebenso zur Verriegelung und Fernausschaltung mit größter Sicherheit, da im Störfall (z. B. Drahtbruch im Steuerstromkreis) immer abgeschaltet wird. Bei spannungslosen Unterspannungsauslösern können die Schalter nicht wieder eingeschaltet werden.
Im stromdurchflossenen Zustand befindet sich das System in Ruhelage. Die Ansteuerung erfolgt mit einem Öffnerkontakt. Unterspannungsauslöser sind stets für Dauerbetrieb ausgelegt. Sie sind somit ideale Auslöseelemente für absolut sichere Verriegelungen (z. B. NOT-AUS).

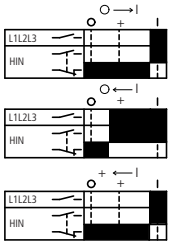
Abfallverzögerter Unterspannungsauslöser UV



Ein abfallverzögerter Unterspannungsauslöser (Q1) ist eine Kombination aus separater Verzögerungseinheit (UVU) und zugehörigem Auslöser. Er verhindert, dass kurzzeitige Spannungsunterbrechungen zu einer Abschaltung des Leistungsschalters führen. Die Verzögerungszeit kann zwischen 0,06 und 16 s eingestellt werden.

Leistungsschalter
Kontaktdiagramme der Hilfsschalter

Hilfsschalter – Normal HIN

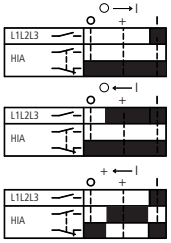


Hilfsschalter dienen zur Befehls- und Signalabgabe von Vorgängen, die von der Stellung der Schaltstücke bestimmt werden. Sie können für Verriegelungen mit anderen Schaltern und zur Fernmeldung des Schaltzustandes benutzt werden.
Hilfsschalter verfügen über folgende Eigenschaften:

- Normalhilfsschalterkontakte verhalten sich wie Hauptschalterkontakte
- Schaltstellungsanzeige
- Verriegelung
- Abschalten des Arbeitsstromauslösers

7

Hilfsschalter – Ausgelöst HIA



0 → I
Einschalten
0 ← I
Ausschalten
+ ← I
Auslösen
■ Kontakte geschlossen
□ Kontakte geöffnet

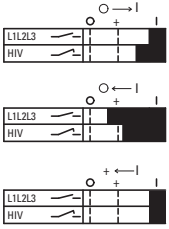
Dienen zur Befehls- und Signalabgabe der Auslösung des Leistungsschalters (trip-Stellung +), wie sie z. B. bei Maschennetzschaltern notwendig sind. Beim EIN- oder AUS-Schalten von Hand oder mit Motorantrieb wird kein Impuls gegeben.

- Ausgelöstmeldung des Schalters
- Schaltstellungsanzeige nur, wenn Schalter ausgelöst wird durch Überlast, Kurzschluss, Spannungs- oder Testauslöser. Kein Wischer bei EIN-/AUS-Schalten von Hand und bei Abschalten mit Motor (Ausnahme: manuelles Ausschalten bei Motorantrieb NZM2, NZM3, NZM4).

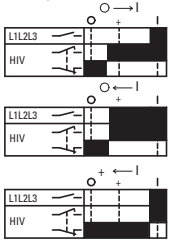
Leistungsschalter
Kontaktdiagramme der Hilfsschalter

Hilfsschalter – Voreilend HIV

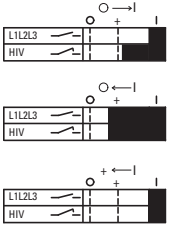
NZM1, NZM2, NZM3, NZM7



NZM10



NZM4



Voreilende Hilfsschalter dienen zur Befehls- und Signalabgabe von Vorgängen, die vor Schließen oder Öffnen der Hauptschaltstücke eingeleitet werden. Wegen ihrer Voreileigenschaft ermöglichen sie Verriegelungen mit anderen Schaltern. Außerdem gestatten sie eine Schaltstellungsanzeige.
Der HIV hat in der Ausgelöststellung des Leistungsschalters die gleiche Stellung wie bei AUS. Wegen seiner Voreileigenschaft kann er zum An-Spannung-Legen des Unterspannungsauslösers verwendet werden.
→ Abschnitt „Unterspannungsauslöser", Seite 7-5,
→ Abschnitt „Fernausschaltung mit Spannungsauslöser", Seite 7-11,
→ Abschnitt „Anwendungen des Unterspannungsauslösers", Seite 7-13.

0 → I
Einschalten
0 ← I
Ausschalten
+ ← I
Auslösen
■ Kontakte geschlossen
□ Kontakte geöffnet

Leistungsschalter
Innenschaltpläne NZM

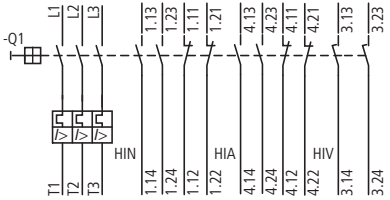
Maximale Bestückung

	NZM...			
	1	2	3	4
HIN: 1 S, 1 Ö, 2 S, 2 Ö oder 1S/1Ö	1	2	3	3
HIA: 1 S, 1 Ö, 2 S, 2 Ö oder 1S/1Ö	1	1	1	2
HIV: 2 S	1	1	1	1

Bei gleichzeitiger Verwendung eines Motorantriebes ist die Bestückung mit 2 S, 2 Ö oder 1 S/1Ö (doppelter Hilfsschalter) beim Leistungsschalter NZM3 eingeschränkt.

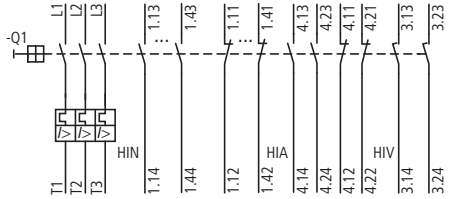
Hierzu aktuelle Montageanweisung beachten.

NZM1



Für die Hilfsschalter werden die Kontaktelemente M22-K10 (K01, K20, K02, K11) aus dem RMQ-Titan-Programm von Eaton verwendet. Zusätzlich stehen zwei voreilende Hilfsschalter (2 S) zur Verfügung.

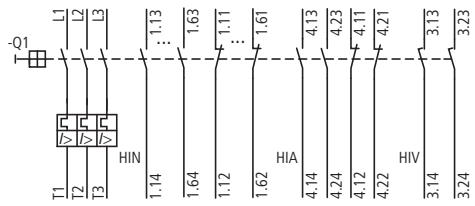
NZM2



Angaben zu den Hilfsschaltern
→ Abschnitt „Maximale Bestückung", Seite 7-8

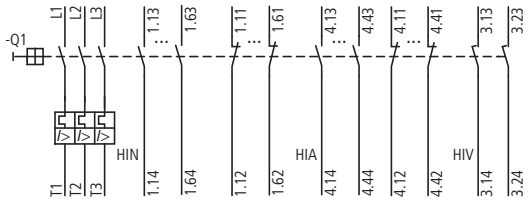
Leistungsschalter
Innenschaltpläne NZM

NZM3



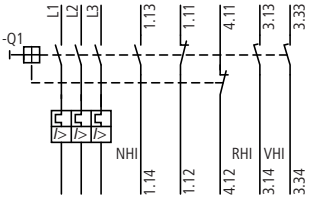
Angaben zu den Hilfsschaltern
→ Abschnitt „Maximale Bestückung", Seite 7-8

NZM4



Angaben zu den Hilfsschaltern
→ Abschnitt „Maximale Bestückung", Seite 7-8

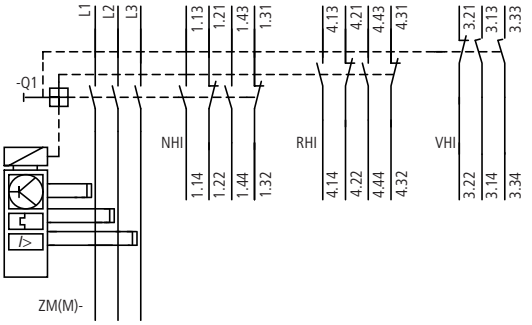
NZM7



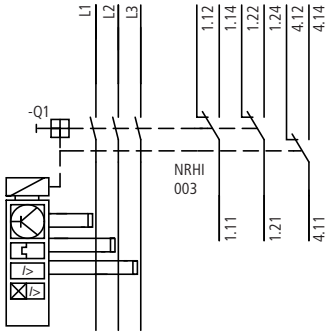
In den Leistungsschalter NZM7 können zwei Hilfsschalter-Bausteine als NHI (Ö oder S) sowie ein Ausgelöstmelder als RHI (Ö oder S) eingebaut werden.
Es werden Kontaktelemente EK01/EK10 aus dem Programm der Befehls- und Meldegeräte RMQ von Eaton verwendet. Zusätzlich stehen voreilende Hilfsschalter (2 S) zur Verfügung.

Leistungsschalter
Innenschaltpläne NZM

NZM10

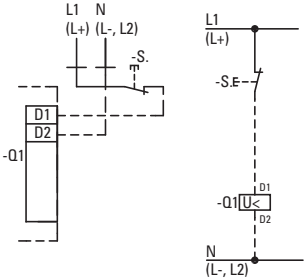


NZM14

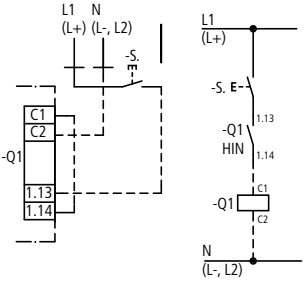


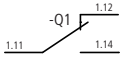
Leistungsschalter
Fernausschaltung mit Spannungsauslöser

Fernausschaltung mit Unterspannungsauslöser



Fernausschaltung mit Arbeitsstromauslöser





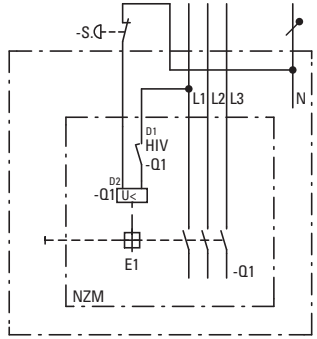
Klemmenbezeichnung bei NZM14

In der AUS-Stellung des Schalters steht der gesamte Steuerstromkreis unter Spannung.

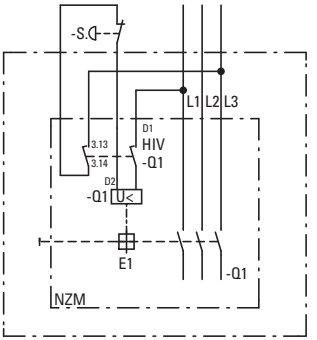
Um den gesamten Steuerstromkreis bei Verwendung eines Arbeitsstromauslösers spannungslos zu machen, muss die Steuerspannung hinter den Schalterklemmen abgenommen werden.

Leistungsschalter
Fernausschaltung mit Spannungsauslöser

Hauptschalteranwendung in Bearbeitungs- und Verarbeitungsmaschinen mit NOT-AUS-Funktion gemäß Norm IEC/EN 60204-1, VDE 0113-1

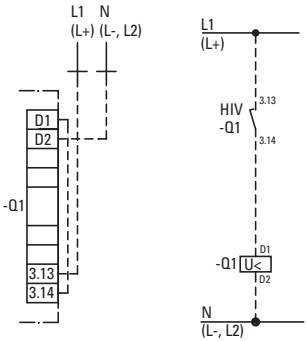


In der AUS-Stellung des Hauptschalters sind alle Steuerelemente und Steuerleitungen, die den Schaltschrank verlassen, spannungsfrei. Spannungsführend bleiben lediglich die Steuerspannungsabgriffe mit den Steuerleitungen zu den voreilenden Hilfsschaltern.



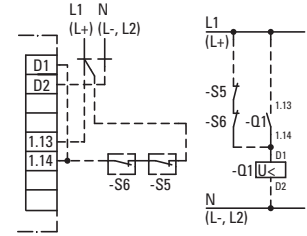
Leistungsschalter
Anwendungen des Unterspannungsauslösers

Abschalten des Unterspannungsauslösers



Der voreilende Hilfsschalter HIV (Q1) kann – wie oben gezeigt – den Unterspannungsauslöser in der AUS-Stellung des Leistungsschalters von der Steuerspannung abschalten. Soll der Unterspannungsauslöser 2-polig abgeschaltet werden, muss zwischen Klemme D2-N noch ein Schließer von Q1 geschaltet werden. Der voreilende Hilfsschalter HIV (Q1) legt den Unterspannungsauslöser stets so früh an Spannung, dass ein Einschalten möglich ist.

Anlassverriegelung des Unterspannungsauslösers

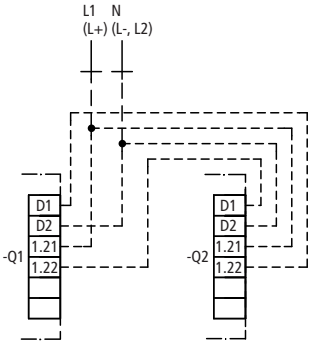


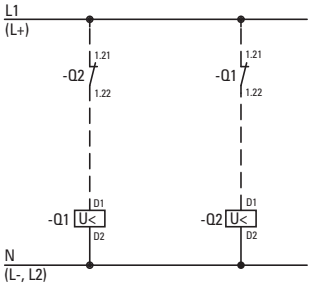
Leistungsschalter mit Unterspannungsauslöser bewirken Nullstellungszwang in Verbindung mit einem Verriegelungshilfsschalter am Anlasser (S5), Zusatzeinrichtungen am Motor (z. B. Bürstenabhebevorrichtung, S6) oder an allen Schaltern bei Mehrmotorenantrieben.

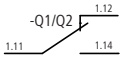
Der Leistungsschalter kann nur in Null- oder AUS-Stellung vom Anlasser oder Schalter eingeschaltet werden.

Leistungsschalter
Abschalten des Unterspannungsauslösers

Verriegeln mehrerer Schalter gegeneinander mit Unterspannungsauslöser





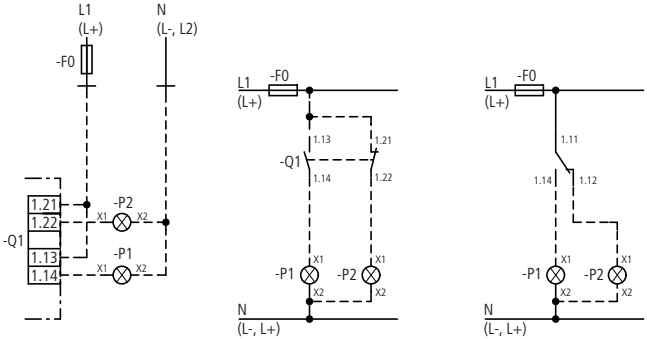


Klemmenbezeichnung bei NZM14

Beim Verriegeln von drei und mehr Schaltern ist jeder Schalter mit den in Reihe liegenden Öffnern der Hilfsschalter der anderen Schalter unter Verwendung eines Hilfsschützes (zur Kontaktvervielfältigung) pro Hilfsschalter zu verriegeln. Ist einer der Schalter eingeschaltet, so können die anderen Schalter nicht eingeschaltet werden.

Leistungsschalter
Meldung der Schaltstellung

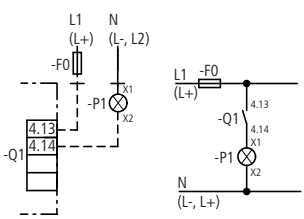
EIN- und AUS-Meldung mit Hilfsschalter – Normal HIN (Q1)

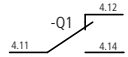


P1: Ein
P2: Aus

Ausgelöstmeldung mit Hilfsschalter – Ausgelöst HIA (Q1)

Ausgelöstmelder für Maschennetzschalter





Klemmenbezeichnung bei NZM14

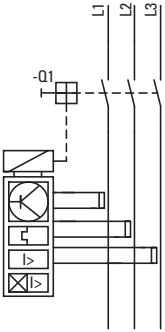
P1: Ausgelöst

Leistungsschalter
Kurzzeitverzögerte Leistungsschalter – Innenschaltpläne

Zeitselektiver Netzaufbau

Kurzzeitverzögerte Leistungsschalter NZM2(3)(4)/VE, NZM10/ZMV und NZM14 ermöglichen einen zeitselektiven Netzaufbau mit einstellbaren Staffelzeiten.

Bei extrem hohen Kurzschlussströmen wird ein zusätzlicher Schutz der Anlage durch unverzögert ansprechende Schnellauslöser in den kurzzeitverzögerten Schaltern erreicht.



NZM2(3)(4)…-VE…
Auslöseblock VE

Einstellbare Kurzzeitverzögerung:

0, 20, 60, 100, 200, 300, 500, 750, 1000 ms

NZM10.../ZMV...
Auslöseblock ZMV nur für Leistungsschaltertypen:

NZM10…N

NZM10…S

Einstellbare Kurzzeitverzögerung:

0, 10, 50, 100, 150, 200, 300, 500, 750, 1000 ms

NZM14-... S(H)
Standard-Leistungsschalter:

NZM14-...S

NZM14-...H

Einstellbare Kurzzeitverzögerung:

100, 150, 200, 250, 300 ms

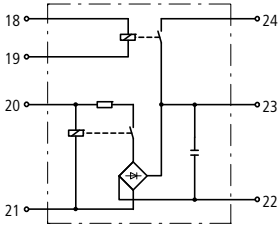
Leistungsschalter
Maschennetzschalter

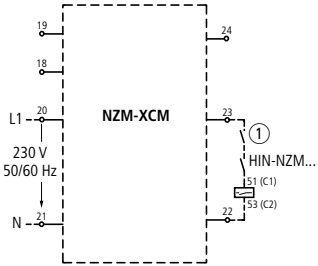
NZM1, NZM2, NZM3, NZM4, NZM7, NZM10, NZM14

Schaltung mit Kondensatorgerät und Arbeitsstromauslöser 230 V, 50 Hz

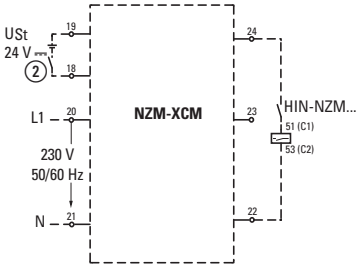
Die Anordung des Kondensatorgerätes, das die Auslöseenergie für den Arbeitsstromauslöser des Maschennetzschalters bereitstellt, kann unabhängig vom Schalter erfolgen.

NZM-XCM auf der Seite der Einspeisung anschließen!





① Maschennetzrelais



② Maschennetzrelais mit leistungsarmen Kontakten

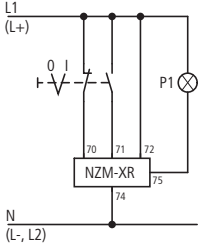
Leistungsschalter
Fernschalten mit Motorantrieb

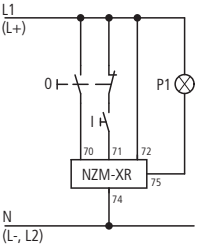
Dauerkontaktgabe

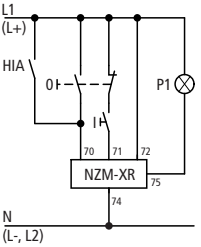
Impulskontaktgabe

Impulskontaktgabe mit automatischer Rückführung in die Null-Stellung nach Auslösung

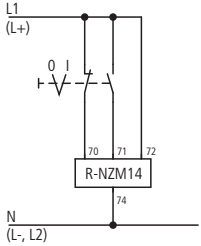
NZM2, NZM3, NZM4, NZM7, NZM10

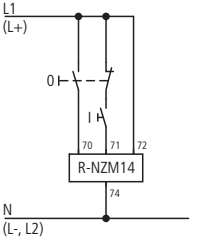


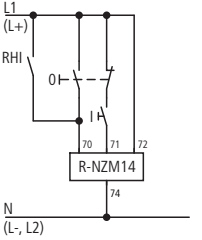




NZM14







Leistungsschalter

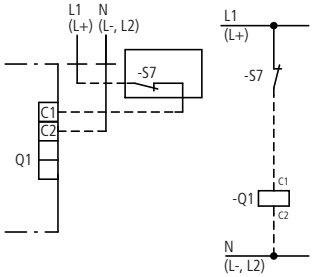
Leistungsschalter als Transformatorschalter

Fehler vor dem Niederspannungsschalter, beispielsweise im Transformator selbst, werden über geeignete Schutzeinrichtungen (z. B. Buchholzschutz) hochspannungsseitig abgeschaltet. Der Hilfsschalter S7 vom Hochspannungsschalter schaltet den Transformatorschalter NZM auf der Niederspannungsseite ab, um eine Rückspeisung in das Hochspannungsnetz zu verhindern. S7 trennt damit den Trafo beidseitig vom Netz.

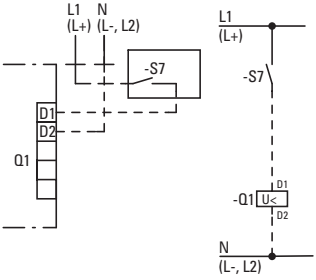
Bei parallel arbeitenden Transformatoren ist diese Verriegelung gegen den Hochspannungsschalter stets vorzusehen.

Steht als Hilfsschalter nur ein Schließer zur Verfügung, muss an Stelle des Arbeitsstromauslösers ein Unterspannungsauslöser verwendet werden. Dabei wird gleichzeitig ein Schutz gegen Unterspannung erreicht.

Leistungsschalter mit Arbeitsstromauslöser (Q1)



Leistungsschalter mit Unterspannungsauslöser (Q1)



Leistungsschalter
Leistungsschalter mit Fehlerstromschutz

Zum Schutz gegen die Auswirkungen von Fehlerströmen werden Fehlerstromauslöser verwendet, die mit Leistungsschaltern kombiniert werden. Diese Gerätekombinationen erfüllen folgende Aufgaben:

- Schutz bei Überlast,
- Schutz bei Kurzschluss,
- Schutz bei Fehlerstrom.

Fehlerstromauslöser schützen je nach Ausführung:

- Personen gegen direktes Berühren (Basisschutz),
- Personen bei indirektem Berühren (Fehlerschutz),
- vor Gefahren eines anhaltenden Erdschlusses (Feuer u. Ä.).

An die Leistungschalter NZM1 und NZM2 können derartige Fehlerstromauslöser angebaut werden. Es wird keine externe Hilfsspannung benötigt. Im Fehlerfall wird durch den Fehlerstromauslöser der Leistungsschalter ausgelöst, d. h., die Hauptkontakte werden geöffnet. Zum Wiederherstellen müssen der Leistungsschalter und der Fehlerstromauslöser zurückgesetzt werden.

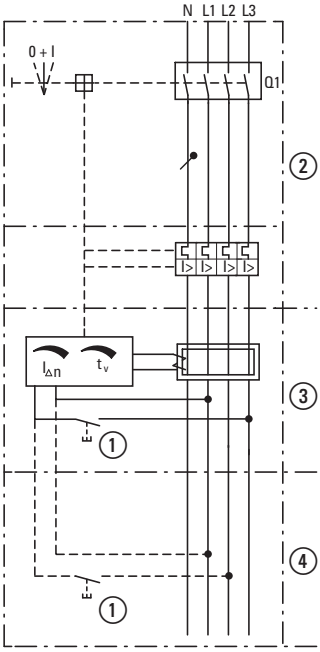
Typ	Nennstrombereich A	Bemessungsbetriebsspannung U_e V	Ansprechwert Erdschlussauslöser $I_{\Delta n}$ A	Verzögerungszeit t_v ms	Sensitivität
NZM1(-4)-XFI30(R)(U)	15 – 125	200 – 415	0,03	–	Pulsstrom
NZM1(-4)-XFI300(R)(U)	15 – 125	200 – 415	0,3	–	
NZM1(-4)-XFI(R)(U)	15 – 125	200 – 415	0,03; 0,1; 0,3 0,5; 1; 3	10; 60; 150; 300; 450	
NZM2-4-XFI30[1)]	15 – 250	280 – 690	0,03	–	
NZM2-4-XFI[1)]	15 – 250	280 – 690	0,1; 0,3; 1; 3	60; 150; 300; 450	
NZM2-4-XFI30A[1)]	15 – 250	50 – 400	0,03	–	Allstrom
NZM2-4-XFIA[1)]	15 – 250	50 – 400	0,1; 0,3; 1	60; 150; 300; 450	

[1)] Geräte sind netzspannungsunabhängig.

Leistungsschalter
Leistungsschalter mit Fehlerstromschutz

Leistungsschalter können zusammen mit Fehlerstromauslösern in Drei- und Einphasensystemen verwendet werden.

Bei 2-poligem Betrieb ist darauf zu achten, dass die beiden Anschlüsse, die zur Prüffunktion erforderlich sind, an Spannung liegen.



① Prüftaste (T)
② NZM1-(4)..., NZM2-4...
③ NZM2-4-XFI
④ NZM1-(4)-XFI

Die Signalisierung der Auslösung erfolgt über Hilfskontakte. Der Leistungsschalter NZM2-4-XFI… hat festeingebaute Kontakte. Beim NZM1(-4)-XFI… können zwei Kontaktelemente M22-K… aus dem RMQ-Titan-Programm von Eaton eingeklipst werden.

Kontaktdarstellung in „nicht ausgelöst“
NZM1(-4)-XFI…



NZM2-4-XFI…



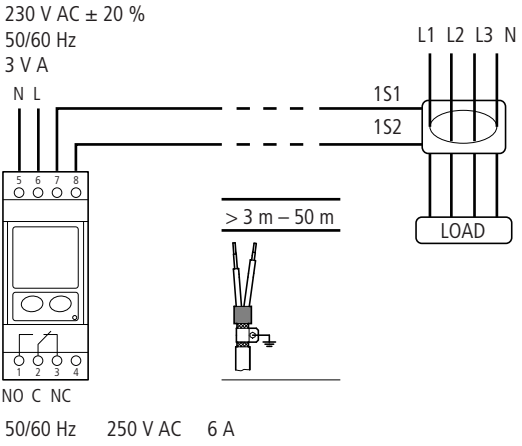
Leistungsschalter
Leistungsschalter mit Fehlerstromschutz

Fehlerstromschutzrelais PFR mit Durchsteckwandler

Der Anwendungsbereich der Relais-/Wandler-Kombinationen reicht je nach Vorschriftenlage vom Personenschutz über den Brandschutz bis zum allgemeinen Anlagenschutz für 1- bis 4-polige Netze.
Es stehen drei Relaistypen und sieben Wandlertypen zur Verfügung. Sie decken Betriebsströme von 1 bis 1800 A ab.
Die drei Relaistypen haben folgende Merkmale:

- Bemessungsfehlerstrom 30 mA, fest eingestellt,
- Bemessungsfehlerstrom 300 mA, fest eingestellt,
- Bemessungsfehlerstrom von 30 mA bis 5 A und Verzögerungszeit von 20 ms bis 5 s in Stufen einstellbar.

Das Fehlerstromrelais gibt nach Überschreitung des vorgegebenen Fehlerstroms ein Signal in Form eines Wechslerkontaktes. Das Kontaktsignal kann sowohl als Meldung in speicherprogrammierbaren Steuerungen weiterverarbeitet werden als auch über den Arbeits- oder Unterspannungsauslöser einen Leistungsschalter/-trenner zum Auslösen veranlassen.
Der kompakte Durchsteckwandler wird ohne besonderen Platzbedarf an geeigneter Stelle im Leitungszug angeordnet.

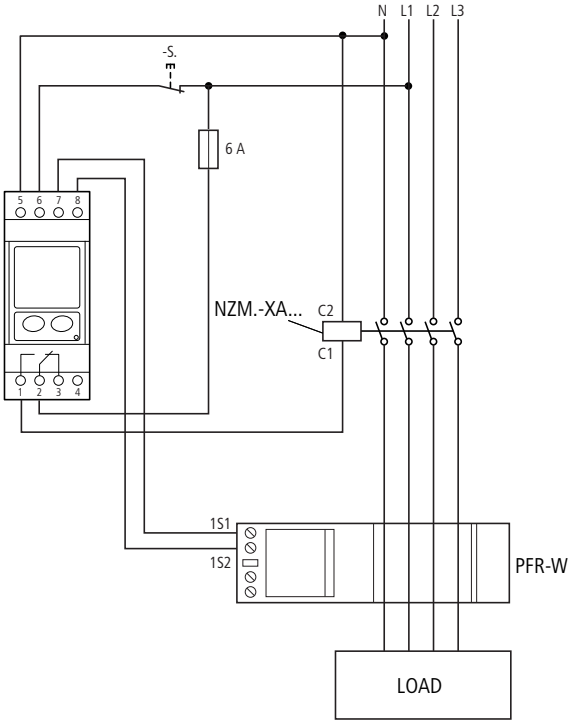


50/60 Hz 250 V AC 6 A

Leistungsschalter

Leistungsschalter mit Fehlerstromschutz

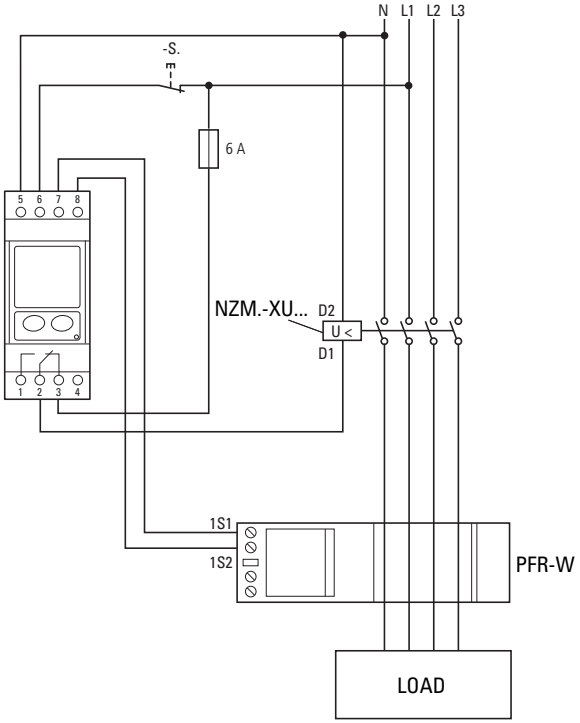
Auslösung Leistungsschalter mit Arbeitsstromauslöser, möglicher externer Reset des Relais durch Taster (Öffner)



Leistungsschalter

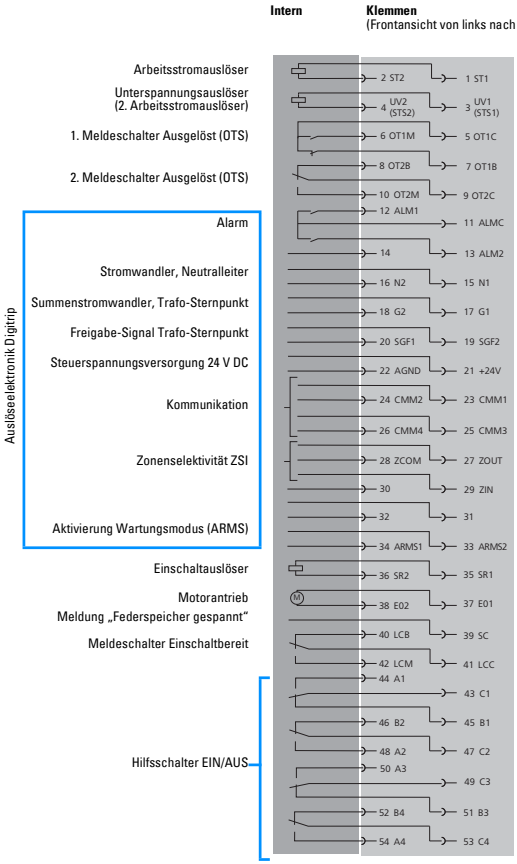
Leistungsschalter mit Fehlerstromschutz

Auslösung Leistungsschalter mit Unterspannungsauslöser, möglicher externer Reset des Relais durch Taster (Öffner)



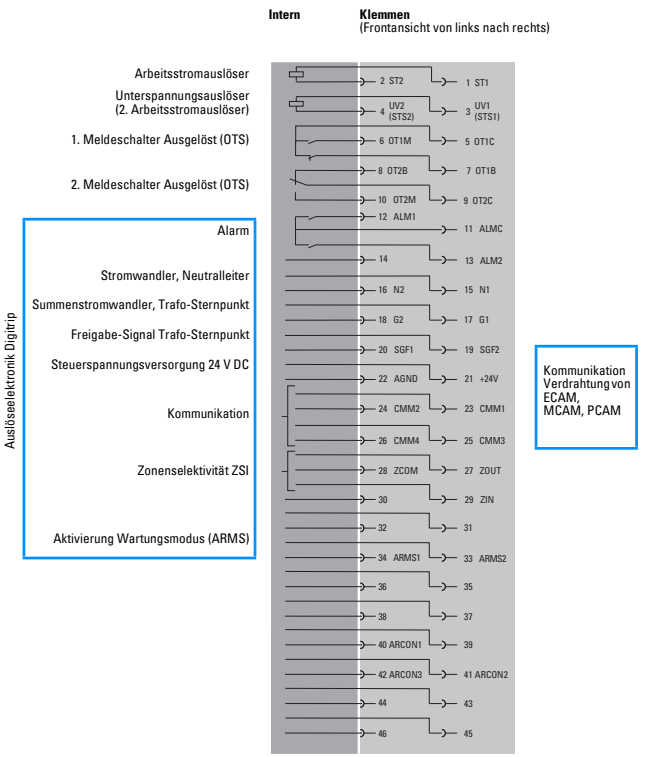
Leistungsschalter
Klemmenbelegungspläne Leistungsschalter IZMX

Klemmenbelegungsplan IZMX16



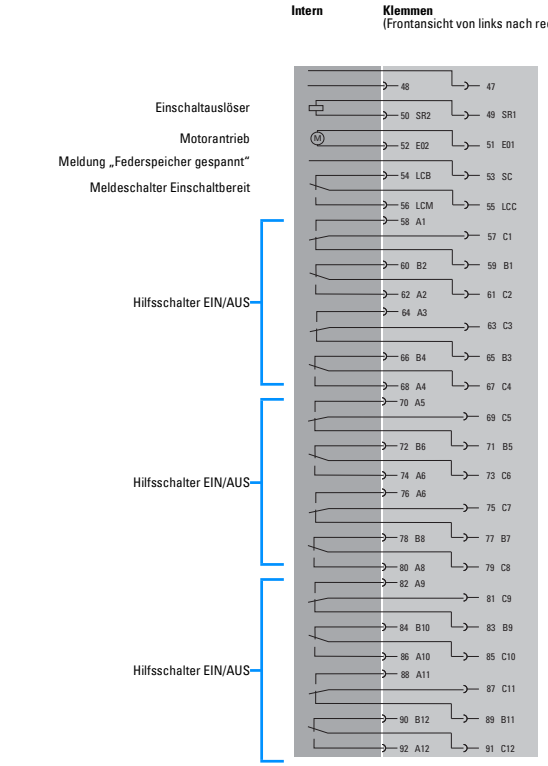
Leistungsschalter
Klemmenbelegungspläne Leistungsschalter IZMX

Klemmenbelegungsplan IZMX40



Leistungsschalter
Klemmenbelegungspläne Leistungsschalter IZMX

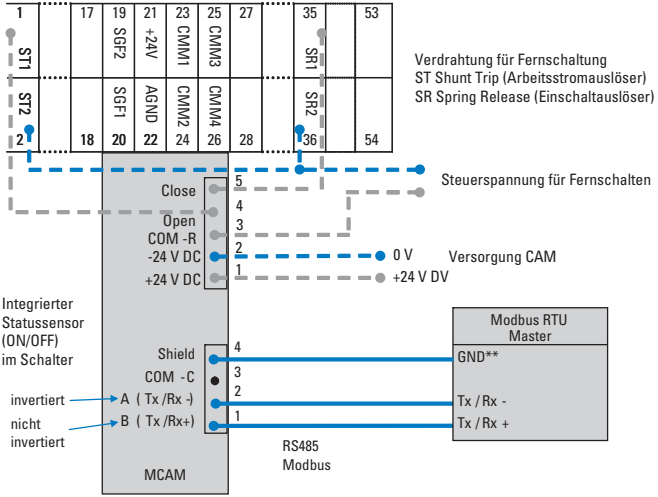
Klemmenbelegungsplan IZMX40



Leistungsschalter
Klemmenbelegungspläne Leistungsschalter IZMX

Draufsicht eines auf IZMX... montierten MCAM

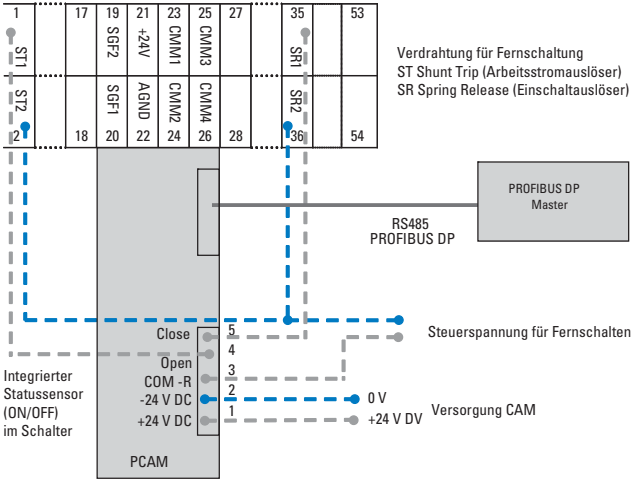
Anschlussschema Modbus



Leistungsschalter
Klemmenbelegungspläne Leistungsschalter IZMX

Draufsicht eines auf IZMX... montierten PCAM

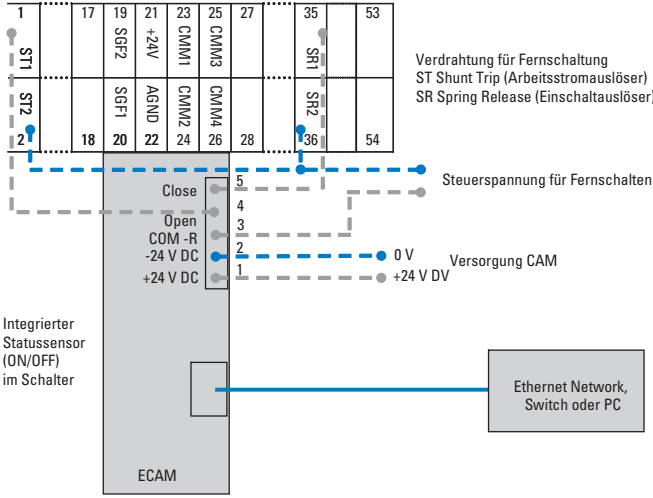
Anschlussschema PROFIBUS DP



Leistungsschalter
Klemmenbelegungspläne Leistungsschalter IZMX

Draufsicht eines auf IZMX... montierten ECAM

Anschlussschema Ethernet



Rund um den Motor

	Seite
Motorschutz	8-3
Projektierungshinweise	8-15
Schaltungsunterlagen	8-19
Einspeisung	8-21
Steuerstromversorgung	8-24
Kennzeichnung bestimmter Motorschütze	8-25
Direktes Einschalten von Drehstrommotoren	8-26
Befehlsgeräte für direktes Einschalten	8-34
Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren	8-35
Befehlsgeräte für Stern-Dreieck-Einschalten	8-45
Polumschaltbare Motoren	8-47
Motorwicklungen	8-50
Polumschaltschütze	8-53
Polumschalten von Drehstrommotoren	8-55
Befehlsgeräte für Polumschaltschütze	8-63
Polumschalten von Drehstrommotoren	8-68
Drehstrom-Ständer-Selbstanlasser	8-83
Drehstrom-Läufer-Selbstanlasser	8-88
Schalten von Kondensatoren	8-92

Rund um den Motor

	Seite
Zwei-Pumpen-Steuerung	8-96
Vollautomatische Pumpensteuerung	8-98
Vollautomatischer Netzumschalter mit automatischer Rückstellung	8-102

Rund um den Motor
Motorschutz

Auswahlhilfen



Der Eaton Auswahlschieber ermöglicht die schnelle und sichere Bestimmung, welcher Motorstarter für die betreffende Anwendung am sinnvollsten ist. Dazu werden nur die notwendige Betriebsspannung, die Motorleistung, verschiedene Kurzschlussleistungen und die Zuordnungsarten angegeben.

Der Auswahlschieber ist zur Gerätedimensionierung mit einer Kurzschlusskoordination für die Zuordnungsarten „1“ und „2“ anwendbar. Zusätzlich sind Standardleitungsquerschnitte und zulässige Leitungslängen für eine normkonforme Auslösung der Schutzorgane angegeben. Sie lassen sich je nach Installationsanforderung variieren. Der Auswahlschieber verfügt über mehrere Varianten des verschiebbaren Teils, mit Zahlenwerten für Direkt- und Wendestarter oder für Stern-Dreieck-Starter. Der Auswahlschieber kann kostenlos angefordert werden. Wer die Auswahlhilfe lieber online nutzen möchte, findet sie im Internet unter:
www.eaton.com/moeller/support (Online-Auswahlhilfen)

Rund um den Motor
Motorschutz

Motorschutzrelais mit Wiedereinschaltsperre

Sie müssen stets bei Dauerkontaktgabe (z. B. Druckwächter, Grenztaster) verwendet werden, um die automatische Wiedereinschaltung zu verhindern. Die Entsperrung kann von außen für jedermann zugänglich ausgeführt werden. Motorschutzrelais ZB werden stets mit Wiedereinschaltsperre geliefert. Die Relais sind umstellbar auf selbsttätige Wiedereinschaltung.

Motorschutzrelais ohne Wiedereinschaltsperre

Sie können nur bei Impulskontaktgabe (z. B. Drucktaster) verwendet werden, da nach Abkühlen der Bimetalle keine automatische Wiedereinschaltung möglich ist.

Sonderschaltungen

Sie können vom Motorbemessungsstrom abweichende Einstellungen des Relais erfordern, z. B. bei Stern-Dreieck-Schaltern, einzeln kompensierten Motoren, Wandlerrelais usw.

Schalthäufigkeitsbetrieb

Er macht den Motorschutz schwierig. Das Relais ist wegen seiner geringeren Zeitkonstante höher als auf Motorbemessungsstrom einzustellen. Die für Schalthäufigkeit ausgelegten Motoren vertragen diese Einstellung bis zu einem gewissen Grade. Wenn auch kein vollwertiger Schutz gegen Überlast gewährleistet werden kann, so doch ein ausreichender gegen Nichtanlauf.

Grobschutzsicherungen und Schnellauslöser

Sie werden gegen die Auswirkungen von Kurzschlüssen sowohl zum Schutze des Motors als auch des Relais benötigt. Ihre maximale Größe ist auf jedem Relais angegeben und muss unbedingt beachtet werden. Größere Werte – etwa nach dem Leitungsquerschnitt bemessen – führen zu einer Zerstörung von Motor und Relais.

Die folgenden Ausführungen geben noch Hinweise auf das Verhalten einer Betriebsanlage mit Motorschutz.

Auf welchen Strom wird das Motorschutzrelais richtig eingestellt?

Auf den Motorbemessungsstrom, nicht tiefer und nicht höher. Ein zu tief eingestelltes Relais verhindert die volle Ausnutzung des Motors, ein zu hoch eingestelltes gewährleistet keinen vollwertigen Überlastschutz. Löst das richtig eingestellte Relais zu häufig aus, ist entweder die Belastung des Motors zu verringern oder ein größerer Motor einzusetzen.

Wann löst das Motorschutzrelais richtig aus?

Nur bei erhöhter Stromaufnahme des Motors, bedingt durch mechanische Überlastung des Motors, Unterspannung oder Phasenausfall bei etwa vollbelastetem Motor, Nichtanlauf wegen Blockierung.

Rund um den Motor
Motorschutz

Wann löst das Motorschutzrelais nicht rechtzeitig aus, obwohl der Motor gefährdet ist?

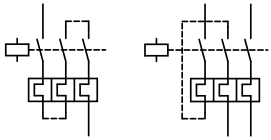
Bei Veränderungen am Motor, die keine erhöhte Stromaufnahme bewirken: Einwirkung von Feuchtigkeit, verminderte Kühlung infolge Drehzahlabfall oder Verschmutzung, vorübergehende Zusatzerwärmung des Motors von außen, Lagerverschleiß.

Wann wird das Motorschutzrelais zerstört?

Nur wenn bei zu hoch bemessener Grobschutzeinrichtung ein Kurzschluss hinter dem Relais auftritt. Dann sind meist aber auch Schütz und Motor mitgefährdet. Deshalb immer die auf jedem Relais angegebene maximale Sicherung beachten!

3-polige Motorschutzrelais sind bei Einphasen- und Gleichstrommotoren so zu schalten, dass bei 1-poliger oder 2-poliger Schaltung alle drei Pole des Motorschutzrelais vom Strom durchflossen werden.

1-polig **2-polig**



Ein wichtiges kennzeichnendes Merkmal von Überlastrelais sind nach IEC/EN 60947-4-1 die Auslöseklassen (CLASS 10 A, 10, 20, 30). Sie legen für die verschiedenen Anlaufbedingungen von Motoren (Normalanlauf bis Schweranlauf) unterschiedliche Auslösekennlinien fest.

Rund um den Motor
Motorschutz

Ansprechwerte

Ansprechgrenzen von zeitverzögerten Überlastrelais bei allpoliger Belastung.

Art des Überlast-relais	Vielfaches des Stromeinstellwertes						Bezugs-umge-bungs-tempe-ratur
	A	B	C		D		
	t > 2 h aus-gehend vom kalten Zustand des Relais	t ≦ 2 h	Auslöse-klasse	Auslö-sezeit in Minuten	Auslö-seklasse	Auslöse-zeit in Sekunden	
			10 A 10 20 30	≦ 2 ≦ 4 ≦ 8 ≦ 12	10 A 10 20 30	2 < T ≦ 10 4 < T ≦ 10 6 < T ≦ 20 9 < T ≦ 30	
Nicht umgebungs-temperatur-kompensierte thermische Relais und magnetische Relais	1,0	1,2	1,5		7,2		+ 40 °C
Umgebungs-temperatur-kompensierte thermische Relais	1,05	1,2	1,5		7,2		+ 20 °C

Bei thermischen Überlastrelais mit einem Stromeinstellbereich müssen die Ansprechgrenzen sowohl in der obersten als auch in der untersten Einstellung auf den zugehörenden Strom angewendet werden.

Rund um den Motor
Motorschutz

Ansprechgrenzen 3-poliger thermischer Überlastrelais mit nur 2-poliger Belastung

Art des thermischen Überlastrelais	Vielfaches des Stromeinstellwertes				Bezugsumgebungstemperatur
	A t > 2 h, ausgehend vom kalten Zustand des Relais		B t ≦ 2 h		
Umgebungstemperaturkompensiert, nicht phasenausfallempfindlich	3 Pole	1,0	2 Pole 1 Pol	1,32 0	+ 20 °C
Nicht umgebungstemperaturkompensiert, nicht phasenausfallempfindlich	3 Pole	1,0	2 Pole 1 Pol	1,25 0	+ 40 °C
Umgebungstemperaturkompensiert, phasenausfallempfindlich	2 Pole 1 Pol	1,0 0,9	2 Pole 1 Pol	1,15 0	+ 20 °C

Bei thermischen Überlastrelais mit einem Stromeinstellbereich müssen die Ansprechgrenzen sowohl in der obersten als auch in der untersten Einstellung mit dem zugehörigen Strom erfüllt werden.

Überlastbarkeit

Bimetallrelais und Bimetallauslöser haben Heizwicklungen, die durch Überhitzung thermisch zerstört werden können. Über thermische Überlastrelais, die zum Motorschutz eingesetzt werden, fließen die Einschalt- und Ausschaltströme des Motors. Je nach Gebrauchskategorie und Größe des Motors liegen diese Ströme zwischen 6 und 12 x I_e (Bemessungsbetriebsstrom).

Der Zerstörungspunkt ist abhängig von Baugröße und Konstruktion. Er liegt in der Regel bei etwa 12 bis 20 x I_e.

Der Zerstörungspunkt ergibt sich aus dem Schnittpunkt der verlängerten Auslösekennlinien und dem Vielfachen des Stroms.

Kurzschlussfestigkeit der Hauptstrombahnen

Bei Strömen, die über das Ausschaltvermögen des Motorstarters in Abhängigkeit von der Gebrauchskategorie hinausgehen (EN 60947-1, VDE 0660-102, Tabelle 7), darf der während der Ausschaltzeit des Schutzgerätes fließende Strom den Motorstarter beschädigen.

Das zulässige Verhalten von Startern unter Kurzschlussbedingungen wird in sog. Zuordnungsarten (1 und 2) definiert. Bei Schutzgeräten wird angegeben, welche der Zuordnungsarten sie sicherstellen.

Zuordnungsart 1
Im Kurzschlussfall darf der Starter Personen und Anlagen nicht gefährden. Er muss für weiteren Betrieb ohne Reparatur nicht geeignet sein.

Zuordnungsart 2
Im Kurzschlussfall darf der Starter Personen und Anlagen nicht gefährden. Er muss für weiteren Betrieb geeignet sein. Die Gefahr der Kontaktverschweißung ist gegeben. Für diesen Fall muss der Hersteller Wartungsanweisungen geben.

Die Auslösecharakteristik des Überlastrelais darf nach einem Kurzschluss nicht von der gegebenen Auslösekennlinie abweichen.

Kurzschlussfestigkeit des Hilfsschalters

Der Hersteller gibt ein Überstrom-Schutzorgan an. Die Schaltkombination wird mit drei Ausschaltungen bei 1000 A unbeeinflusstem Strom mit einem Leistungsfaktor zwischen 0,5 und 0,7 bei Bemessungsbetriebsspannung geprüft. Ein Verschweißen der Kontakte darf nicht auftreten (EN 60947-5-1, VDE 0660-200).

Motorschutz in Sonderfällen

8

Schweranlauf
Für einen ungestörten Anlauf ist eine ausreichend lange Auslösezeit beim Anlauf des Motors erforderlich. Für die Mehrzahl der Fälle lassen sich Motorschutzrelais ZB, Motorschutzschalter PKZ(M) oder Leistungsschalter NZM verwenden. Die Auslösezeiten können den Auslösekennlinien im Hauptkatalog Industrie-Schaltgeräte entnommen werden.

Bei besonders schwer anlaufenden Motoren, deren Anlaufzeit höher ist als die Auslösezeit der oben genannten Geräte, wäre es völlig falsch, das vor Ende des Anlaufs auslösende Motorschutzrelais höher als auf den Bemessungsstrom des Motors einzustellen. Damit könnte zwar das Anlaufproblem gelöst werden, der Motorschutz während des Laufs wäre aber nicht gewährleistet. Es gibt verschiedene Lösungen:

Wandlerrelais ZW7
Besteht aus drei Spezial-Sättigungsstromwandlern, die ein Motorschutzrelais Z… speisen. Wird hauptsächlich bei mittleren und größeren Motoren verwendet.

Das Übersetzungsverhältnis der Sättigungswandler I_1/I_2 ist bis zum zweifachen Bemessungsstrom I_e praktisch linear. In diesem Bereich unterscheidet es sich nicht von einem normalen Motorschutzrelais, ergibt also im ungestörten Betrieb einen normalen Überlastungsschutz. Im darüberliegenden Bereich der Wandler-Kennlinie ($I > 2 \times I_e$) wächst der Sekundärstrom nicht mehr proportional zum Primärstrom.

Das nichtlineare Ansteigen des Sekundärstromes bewirkt die größere Zeitverzögerung der Auslösung bei über dem zweifachen Bemessungsstrom liegenden

Überströmen und gestattet daher auch längere Anlaufzeiten.

Anpassung des Wandlerrelais ZW7 an kleinere Motorbemessungsströme
Die im Hauptkatalog Industrieschaltgeräte angegebenen Einstellbereiche gelten für einmalige Durchführung der Leitungen durch das Relais.

Wird das Wandlerrelais ZW7 für einen kleineren Motorbemessungsstrom als 42 A (kleinster Wert des Einstellbereichs 42 bis 63 A) benötigt, wird dies durch mehrmaliges Durchführen der Leitungen erreicht. Die auf dem Typenschild angegebenen Motorbemessungsströme ändern sich im umgekehrten Verhältnis zur Anzahl der Leitungsdurchführungen.

Beispiel:
ZW7-63 (Einstellbereich 42 bis 63 A) ergibt bei zweimaliger Durchführung der Leitungen eine Herabsetzung auf 21 bis 31,5 A Motorbemessungsstrom.

Anlaufüberbrückung des Motorschützes

Bei kleineren Motoren ist die Anlaufüberbrückung wirtschaftlicher. Das Motorschutzrelais wird wegen des zusätzlichen parallelgeschalteten Schützes während des Anlaufs nicht vom Strom durchflossen. Erst nach dem Hochlauf wird durch Ausschalten des Überbrückungsschützes der volle Motorstrom über das Motorschutzrelais geleitet. Es gewährt bei richtiger Einstellung auf Motorbemessungsstrom vollen Motorschutz während des Betriebs. Der Anlauf muss überwacht werden.

Der zulässigen Trägheit von Wandlerrelais und der Überbrückungszeit sind vom Motor Grenzen gesetzt. Es muss sichergestellt werden, dass der Motor die bei direktem Einschalten sehr hohe Anlaufwärme für die vorgesehene Dauer vertragen kann. Bei Maschinen mit sehr großer Schwungmasse, bei denen dieses Problem bei direktem Einschalten praktisch allein vorkommt, sind Motor und Anlaufverfahren sorgfältig auszuwählen.

Je nach Betriebsbedingungen kann nicht ausgeschlossen werden, dass ein ausreichender Schutz der Motorwicklung durch ein Motorschutzrelais nicht mehr gegeben ist. Dann ist abzuwägen, ob ein elektronisches Motorschutzrelais ZEV, ZEB oder ein Thermistor-Maschinenschutzgerät EMT6 in Verbindung mit einem Motorschutzrelais Z die Anforderungen erfüllt.

Beispielschaltungen → Seite 8-10.

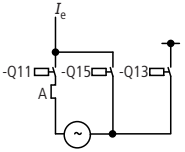
Rund um den Motor
Motorschutz

Stern-Dreieck-Schalter (⅄△)

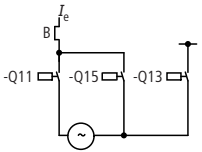
1 Drehrichtung

Umschaltzeit bei Motorschutzrelais in Position

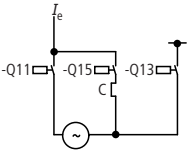
A: < 15 s



B: > 15 < 40 s



C: > 40 s



Einstellung des Motorschutzrelais

0,58 x I_e
In ⅄-Stellung voller Schutz des Motors

1 x I_e
In ⅄-Stellung nur bedingter Motorschutz

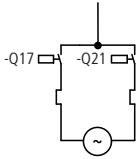
0,58 x I_e
In ⅄-Stellung kein Motorschutz

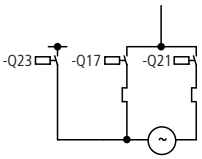
Polumschalter

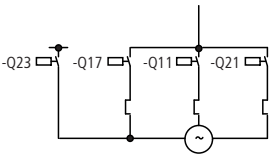
2 Drehzahlen
2 getrennte Wicklungen

Dahlander-Schaltung

3 Drehzahlen
1 x Dahlander
+ 1 Wicklung





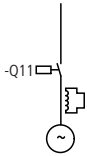


Kurzschlussschutz der Motorschutzrelais ist zu beachten.
Eventuell getrennte Zuleitungen vorsehen.

Rund um den Motor
Motorschutz

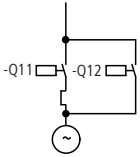
Schweranlauf

Wandlerrelais ZW7



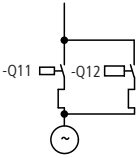
Für mittlere und große Motoren

Anlaufüberbrückung des Motorschutzes



Für kleinere Motoren; kein Schutz während des Anlaufs

Anlaufüberbrückung mit Überbrückungsrelais



Automatische Abschaltung des Überbrückungsschützes

Rund um den Motor
Motorschutz

Einzeln kompensierter Motor

$I_w = I_e \times \cos\varphi [A]$

$I_b = \sqrt{I_e^2 - I_w^2} [A]$

$I_c = U_e \times \sqrt{3} \times 2\pi f \times C \times 10^{-6} [A]$

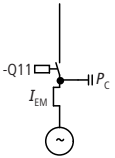
$I_c = \frac{P_c \times 10^3}{\sqrt{3} \times U_e}$

I_e = Motorbemessungsbetriebsstrom [A]
I_w = Wirkstrom
I_b = Blindstrom
} Anteil vom Motorbemessungsbetriebsstrom [A]
I_c = Kondensator-Bemessungsstrom [A]
I_{EM} = Einstellstrom des Motorschutzrelais [A]
cos φ = Leistungsfaktor des Motors
U_e = Bemessungsbetriebsspannung [V]
P_c = Kondensator-Bemessungsleistung [kvar]
C = Kapazität des Kondensators [µF]

8

Kondensator angeschlossen

an Schützklemmen

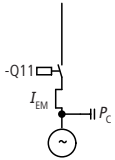


Einstellung I_{EM} des Motorschutzrelais

$I_{EM} = 1 \times I_c$

Kondensator entlastet Leitung vom Schütz zum Motor nicht.

an Motorklemmen



$I_{EM} = \sqrt{I_W^2 + (I_b - I_c)^2}$

Kondensator entlastet Leitungen vom Schütz zum Motor, übliche Anordnung.

Thermistor-Maschinenschutzgeräte

Thermistor-Maschinenschutzgeräte eignen sich in Verbindung mit temperaturabhängigen Halbleiter-Widerständen (Thermistoren) für die Temperaturüberwachung von Motoren, Transformatoren, Heizungen, Gasen, Ölen, Lagern usw.

Je nach Anwendung nimmt man Thermistoren mit positivem (Kaltleiter) oder negativem Temperaturkoeffizienten (Heißleiter). Beim Kaltleiter ist der Widerstand im Bereich niedriger Temperaturen klein. Ab einer bestimmten Temperatur steigt er steil an. Dagegen haben Heißleiter eine fallende Widerstands-Temperatur-Kennlinie, die nicht das ausgeprägte Sprungverhalten der Kaltleiter-Kennlinie aufweist.

Temperaturüberwachung von elektrischen Maschinen

Die Thermistor-Maschinenschutzgeräte EMT6 entsprechen den Kenndaten für das Zusammenwirken von Schutzgeräten und Kaltleiterfühlern nach EN 60947-8. Damit eignen sie sich für die Temperaturüberwachung von Serienmotoren.

Bei der Bemessung eines Motorschutzes ist zwischen ständerkritischen und läuferkritischen Motoren zu unterscheiden:

- **ständerkritisch**
  Motoren, deren Ständerwicklung schneller als der Läufer die zulässige Grenztemperatur erreicht. Der in der Ständerwicklung eingebaute Kaltleiterfühler stellt sicher, dass Ständerwicklung und Läufer selbst bei festgebremstem Läufer hinreichend geschützt sind.
- **läuferkritisch**
  Käfigläufermotoren, deren Läufer im Falle des Blockierens früher die zulässige Grenztemperatur erreicht als die Ständerwicklung. Der verzögerte Temperaturanstieg im Ständer kann zu einer verspäteten Auslösung des Thermistor-Maschinenschutzgerätes führen. Es ist daher ratsam, den Schutz läuferkritischer Motoren durch ein Motorschutzrelais zu ergänzen. Drehstrommotoren größer als 15 kW sind meist läuferkritisch.

Überlastschutz von Motoren nach IEC 204 und EN 60204: Bei Motoren ab 2 kW mit häufigem Anlaufen und Bremsen wird eine auf diese Betriebsart abgestimmte Schutzeinrichtung empfohlen. Hier bietet sich der Einbau von Temperaturfühlern an. Kann der Temperaturfühler einen ausreichenden Schutz bei festgebremstem Läufer nicht sicherstellen, ist zusätzlich ein Überstromrelais vorzusehen.

Generell ist bei häufigem Anlaufen und Bremsen von Motoren, unregelmäßigem Aussetzbetrieb und zu hoher Schalthäufigkeit eine kombinierte Anwendung von Motorschutzrelais und Thermistor-Maschinenschutz zu empfehlen. Um bei diesen Betriebsbedingungen ein vorzeitiges Auslösen des Motorschutzrelais zu vermeiden, wird es höher als der vorgegebene Betriebsstrom eingestellt. Das Motorschutzrelais übernimmt dann den Blokkierschutz; der Thermistorschutz überwacht die Motorwicklung.

Rund um den Motor
Motorschutz

In Verbindung mit jeweils bis zu sechs Kaltleiterfühlern nach DIN 44081 können die Thermistor-Maschinenschutzgeräte zur direkten Temperaturüberwachung von Ex e-Motoren nach ATEX-Richtlinie (94/9 EG) verwendet werden. Eine EG-Baumusterprüfbescheigung liegt vor.

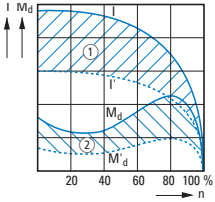
Schutzumfang strom- und temperaturabhängiger Motorschutzeinrichtungen

Schutz des Motors bei	mit Bimetall	mit Kaltleiter	mit Bimetall und Kaltleiter
Überlastung im Dauerbetrieb	+	+	+
langen Anlauf- und Bremsvorgängen	(+)	+	+
Schaltung auf blockierten Läufer (ständerkritischer Motor)	+	+	+
Schaltung auf blockierten Läufer (läuferkritischer Motor)	(+)	(+)	(+)
Einphasenlauf	+	+	+
unregelmäßigem Aussetzbetrieb	–	+	+
zu hoher Schalthäufigkeit	–	+	+
Spannungs- und Frequenzschwankungen	+	+	+
erhöhter Kühlmitteltemperatur	–	+	+
behinderter Kühlung	–	+	+

+ voller Schutz
(+) bedingter Schutz
– kein Schutz

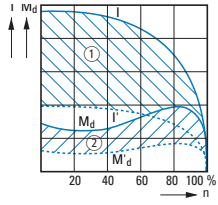
Rund um den Motor
Projektierungshinweise

Drehstrom-Selbstanlasser



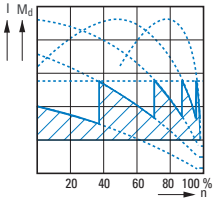
Drehstrom-Ständer-Selbstanlasser mit Anlass-Widerständen

Den Drehstrom-Käfigläufer-Motoren werden zur Verminderung von Einschaltstrom und Anzugsmoment ein- oder mehrstufige Widerstände vorgeschaltet.
Bei einstufigen Anlassern beträgt der Einschaltstrom etwa das 3-fache des Motorbemessungsstroms. Bei mehrstufigen Anlassern können die Widerstände so ausgelegt werden, dass der Einschaltstrom nur das 1,5- bis 2-fache des Motorbemessungsstromes beträgt; das Anzugsmoment wird dann sehr klein.



Drehstrom-Ständer-Selbstanlasser mit Anlass-Transformatoren

Diese Anlassart ist vorteilhaft, wenn bei gleichem Anzugsmoment wie mit Ständer-Vorwiderstand der dem Netz entnommene Einschalt- und Hochlaufstrom noch weiter herabgesetzt werden soll. Dem Motor wird beim Einschalten über den Anlass-Transformator eine verminderte Spannung U_a (etwa 70 % der Bemessungsbetriebsspannung) zugeführt. Dadurch geht der dem Netz entnommene Strom auf etwa die Hälfte des Einschaltstroms bei direktem Einschalten zurück.



Drehstrom-Läufer-Selbstanlasser mit Anlass-Widerständen

Zur Verminderung des Einschaltstroms bei Motoren mit Schleifringläufern werden Widerstände in den Läuferstromkreis des Motors geschaltet. Dadurch verringert sich der dem Netz entnommene Strom. Im Gegensatz zu den Ständeranlassern ist das Drehmoment des Motors praktisch proportional dem Strom, der dem Netz entnommen wird. Die Stufenzahl des Selbstanlassers ist durch den maximal zulässigen Einschaltstrom und durch die Art des Antriebs geregelt.

I: Netzstrom
M_d: Drehmoment
n: Drehzahl
① Verminderung des Netzstromes
② Verminderung des Drehmomentes

Rund um den Motor
Projektierungshinweise

Wichtige Daten und Merkmale von Drehstrom-Selbstanlassern

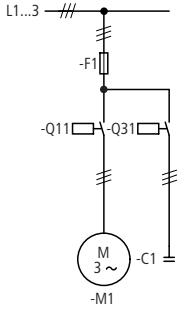
1) Art der Anlasser	Ständeranlasser (für Käfigläufer)			Läuferanlasser (für Schleifringläufer)
2) Typ der Anlasser	Stern-Dreieck-Schalter	mit Anlasswiderständen	mit Anlasstrafo	Läufer-Widerstandsanlasser
3) Anzahl der Anlassstufen	nur 1	normal 1	normal 1	wählbar (bei Festlegung von Strom oder Moment nicht mehr wählbar)
4) Spannungsreduzierung am Motor	0,58 x Bemessungsbetriebsspannung	beliebig wählbar: a x Bemessungsbetriebsspannung (a < 1) z. B. 0,58 wie beim Y△-Schalter	wählbar: 0,6/0,7/0,75 x U_a (Anzapfungen am Trafo)	keine
5) Dem Netz entnommener Einschaltstrom	0,33 x Einschaltstrom bei Bemessungsbetriebsspannung	a x Einschaltstrom bei Bemessungsbetriebsspannung	wählbar (entspr. 4) 0,36/0,49/0,56 x Einschaltstrom bei Bemessungsbetriebsspannung	wählbar: von 0,5 bis etwa 2,5 x Bemessungsstrom
5a) Einschaltstrom am Motor			wählbar (entspr. 4) 0,6/0,7/0,75 x I_e	
6) Anzugsmoment	0,33 x Anzugsmoment bei Bemessungsbetriebsspannung	a^2 x Anzugsmoment bei Bemessungsbetriebsspannung	wählbar (entspr. 4) 0,36/0,49/0,56 x Anzugsmoment bei Bemessungsbetriebsspannung	wählbar (entspr. 5) von 0,5 bis Kippmoment
7) Strom- und Momentverminderung	proportional	Strom schwächer als Moment	proportional	Strom viel stärker als Moment. Von Kippmoment bis Bemessungsdrehzahl etwa proportional
8) Richtpreis (für gleiche Kenndaten). Direkte Einschaltung = 100 (mit Motorschutz, gekapselt)	150 – 300	350 – 500	500 – 1500	500 – 1500

Rund um den Motor
Projektierungshinweise

Schalten von Kondensatoren

Leistungsschütze DIL für Kondensatoren – Einzelschaltung

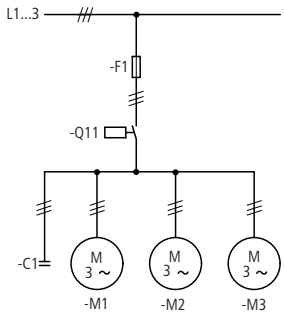
Einzelkompensation



Einschwingvorgänge mit hohen Stromspitzen beanspruchen Schütze beim Einschalten von Kondensatoren stark. Beim Einschalten eines einzelnen Kondensators können Ströme bis zum 30-fachen des Bemessungsstroms auftreten, was allerdings für die Leistungsschütze DIL von Eaton kein Problem ist.

Bei der Installation von Kondensatoren sind u. a. die VDE-Vorschriften 0560-4 zu beachten. Danach sind Kondensatoren, die nicht direkt mit einem elektrischen Gerät verbunden sind, das einen Entladestromkreis bildet, mit einer fest verbundenen Entladevorrichtung zu versehen. Kondensatoren, die parallel zum Motor geschaltet sind, benötigen keine Entladevorrichtung, da die Entladung über die Motorwicklung läuft. Zwischen Entladestromkreis und

Gruppenkompensation



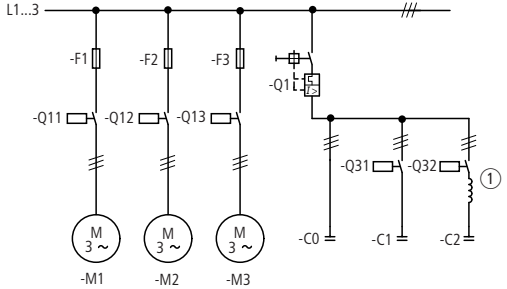
Kondensator dürfen keine Trennschalter und Sicherungen installiert sein.

Entladekreis oder Entladevorrichtung müssen innerhalb von einer Minute nach dem Abschalten des Kondensators die Restspannung am Kondensator auf unter 50 V senken.

Rund um den Motor
Projektierungshinweise

Kondensatorschütz DILK… – Einzel- und Parallelschaltung

Zentralkompensation



① Zusatzinduktivität bei Normalschütz

Bei einer Zentralkompensation mit Parallelschaltung der Kondensatoren ist zu beachten, dass der Ladestrom nicht nur aus dem Netz, sondern zusätzlich aus den parallelgeschalteten Kondensatoren entnommen wird. Das führt zu Einschaltstromspitzen, die über dem 150-fachen Bemessungsstrom liegen können. Ein weiterer Grund für diese Spitzenströme ist die Verwendung verlustarmer Kondensatoren (MKV) sowie der kompakte Aufbau mit kurzen Verbindungselementen zwischen Schütz und Kondensator.

Werden Schütze in Normalausführung eingesetzt, besteht die Gefahr der Verschweißung. Hier sind spezielle Kondensatorschütze einzusetzen, wie sie Eaton in der Ausführung DILK… liefert. Sie beherrschen Einschaltstromspitzen bis zum 180-fachen Bemessungsstrom.

Stehen keine Spezialschütze zur Verfügung, können durch Zusatzinduktivitäten die Einschaltströme gedämpft werden.

Dies erreicht man einmal durch längere Zuleitungen zu den Kondensatoren oder durch Einfügen einer Luftspule mit einer Mindestinduktivität von ewa 6 µH (5 Windungen, Spulendurchmesser etwa 14 cm) zwischen Schütz und Kondensator. Eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung der hohen Einschaltströme besteht im Einsatz von Vorstufenwiderständen.

Verdrosselung

Häufig werden die Kondensatoren in Zentralkompensationsanlagen mit einer Verdrosselung zur Vermeidung von Resonanzen mit Oberschwingungen versehen. Hier wirken die Drosseln auch begrenzend auf den Einschaltstrom und es können normale Schütze verwendet werden.

Rund um den Motor
Schaltungsunterlagen

Allgemein

Schaltungsunterlagen erläutern die Funktion von Schaltungen oder von Leitungsverbindungen. Sie sagen, wie elektrische Einrichtungen gefertigt, errichtet und gewartet werden.

Lieferant und Betreiber müssen vereinbaren, in welcher Form die Schaltungsunterlagen erstellt werden: Papier, Film, Diskette usw. Sie müssen sich auch auf die Sprache einigen, in der die Dokumentation erstellt wird. Bei Maschinen müssen nach ISO 12100 Benutzerinformationen in der Amtssprache des Einsatzlandes verfasst werden.

Schaltungsunterlagen werden in zwei Gruppen unterteilt:

Einteilung nach dem Zweck

Erläuterung der Arbeitsweise, der Verbindungen oder der räumlichen Lage von Betriebsmitteln. Dazu gehören:

- erläuternde Schaltpläne,
- Übersichtsschaltpläne,
- Ersatzschaltpläne,
- erläuternde Tabellen oder Diagramme,
- Ablaufdiagramme, Ablauftabellen,
- Zeitablaufdiagramme, Zeitablauftabellen,
- Verdrahtungspläne,
- Geräteverdrahtungspläne,
- Verbindungspläne,
- Anschlusspläne,
- Anordnungspläne.

Einteilung nach Art der Darstellung

Vereinfacht oder ausführlich:

- 1- oder mehrpolige Darstellung,
- zusammenhängende, halbzusammenhängende oder aufgelöste Darstellung,
- lagerichtige Darstellung.

Eine prozessorientierte Darstellung mit dem Funktionsplan (FUP) kann die Schaltungsunterlagen ergänzen (vgl. vorhergehende Seiten).

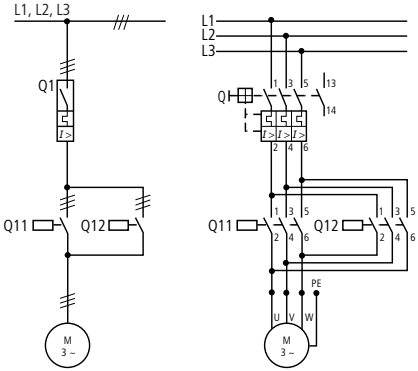
Beispiele für die Erstellung von Schaltungsunterlagen sind in IEC/EN 61082-1 aufgeführt.

Schaltpläne

Schaltpläne (engl. Diagrams) zeigen den spannungs- oder stromlosen Zustand der elektrischen Einrichtung. Man unterscheidet:

- Übersichtsschaltplan (block diagram). Vereinfachte Darstellung einer Schaltung mit ihren wesentlichen Teilen. Zeigt die Arbeitsweise und Gliederung einer elektrischen Einrichtung.
- Stromlaufplan (circuit diagram). Ausführliche Darstellung einer Schaltung mit ihren Einzelheiten. Zeigt die Arbeitsweise einer elektrischen Einrichtung.
- Ersatzschaltplan (equivalent circuit diagram). Besondere Ausführung eines erläuternden Schaltplanes für Analyse und Berechnung von Stromkreiseigenschaften.

Rund um den Motor
Schaltungsunterlagen



Stromlaufplan: 1-polige und 3-polige Darstellung

8

Verdrahtungspläne

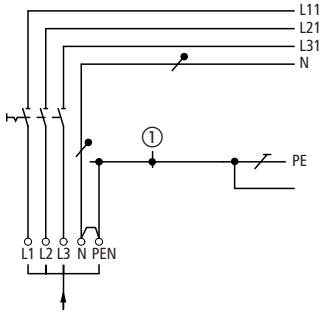
Verdrahtungspläne (wiring diagrams) zeigen die leitenden Verbindungen zwischen elektrischen Betriebsmitteln. Sie zeigen die inneren oder äußeren Verbindungen und geben im allgemeinen keinen Aufschluss über die Wirkungsweise. Anstelle von Verdrahtungsplänen können auch Verdrahtungstabellen verwendet werden.

- Geräteverdrahtungsplan (unit wiring diagram). Darstellung aller Verbindungen innerhalb eines Gerätes oder einer Gerätekombination.
- Verbindungsplan (interconnection diagram). Darstellung der Verbindung zwischen den Geräten oder Gerätekombinationen einer Anlage.
- Anschlussplan (terminal diagram). Darstellung der Anschlusspunkte einer elektrischen Einrichtung und die daran angeschlossenen inneren und äußeren leitenden Verbindungen.
- Anordnungsplan (location diagram). Darstellung der räumlichen Lage der elektrischen Betriebsmittel; muss nicht maßstäblich sein.

Hinweise zur Kennzeichnung der elektrischen Betriebsmittel im Schaltplan sowie zu weiteren Schaltplandetails finden Sie im Kapitel „Normen, Formeln, Tabellen“.

Rund um den Motor
Einspeisung

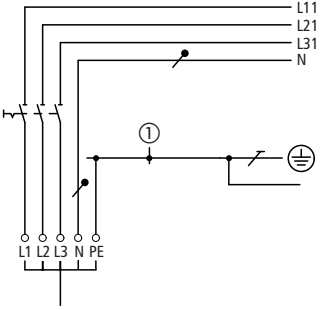
4-Leiter-System, TN-C-S



① Schutzleiterschiene
Schutzleiteranschluss im Gehäuse nicht totalisoliert

Überstromschutzorgan in der Zuleitung erforderlich nach IEC/EN 60204-1

5-Leiter-System, TN-S

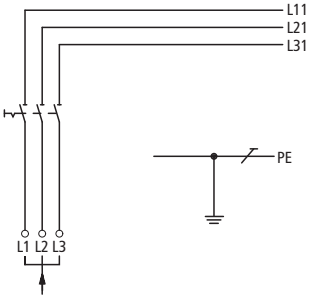


① Schutzleiterschiene
Schutzleiteranschluss im Gehäuse nicht totalisoliert

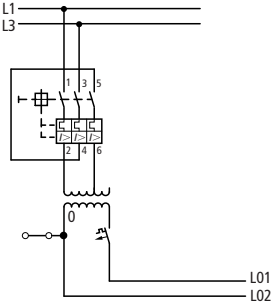
Überstromschutzorgan in der Zuleitung erforderlich nach IEC/EN 60204-1

Rund um den Motor
Einspeisung

3-Leiter-System, IT



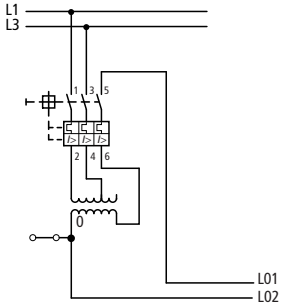
Überstromschutzorgan in der Zuleitung erforderlich nach IEC/EN 60204-1
Für alle Systeme gilt: Benutzung des Neutralleiters N mit Betreiber abstimmen



Primär- und Sekundärschutz getrennt

Geerdeter Stromkreis. Bei ungeerdetem Stromkreis Verbindung entfernen und Isolationsüberwachung vorsehen.

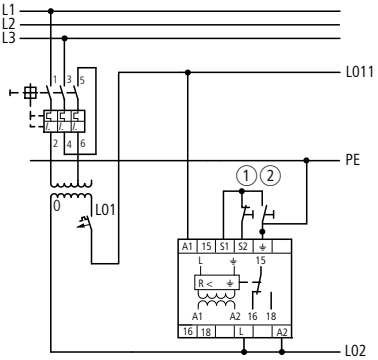
Rund um den Motor
Einspeisung



Primär- und Sekundärschutz kombiniert

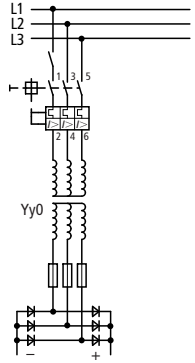
Geerdeter Stromkreis. Bei ungeerdetem Stromkreis Verbindung entfernen und Isolationsüberwachung vorsehen. Verhältnis U1/U2 maximal 1/1.73 Schaltung nicht bei STI/STZ (Sicherheits- bzw. Trenntrafos) verwenden.

Rund um den Motor
Steuerstromversorgung



Primär- und Sekundärschutz getrennt, sekundärseitig mit Isolationsüberwachung

① Löschtaste
② Prüftaste



Gleichstromversorgung mit Drehstrom-Brückengleichrichter

Rund um den Motor
Kennzeichnung bestimmter Motorschütze

Die Motorschütze in den Schützkombinationen haben nach DIN EN 81346-2 für Betriebsmittel und Funktion die Kennbuchstaben Q sowie eine Zählnummer, die gleichzeitig die Aufgabe des Gerätes kennzeichnet, z. B.
Q22 = Netzschütz, Linkslauf, für hohe Drehzahl.

Bei Schützkombinationen, die aus mehreren Grundtypen aufgebaut sind, ist der Grundtyp beibehalten. So setzt sich z. B. der Stromlaufplan eines Wende-Sterndreieck-Schalters aus der Grundschaltung des Wendeschützes und des normalen Sterndreieck-Schalters zusammen.

Weitere Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel:

- für die IEC-Welt → Seite 10-2
- für Nordamerika → Seite 9-14

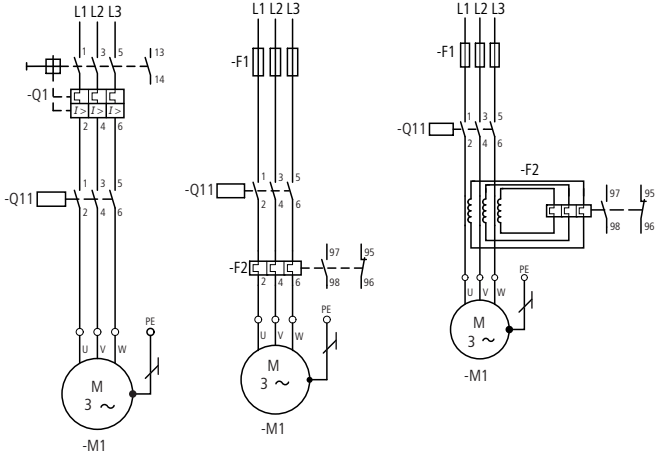
Rund um den Motor
Direktes Einschalten von Drehstrommotoren

Schaltungsbeispiele mit Leistungsschützen DIL

Sicherungslos ohne Motorschutzrelais
Kurzschlussschutz[1] und Überlastschutz durch Motorschutzschalter PKZM, PKE oder Leistungsschalter NZM.

Sicherungen mit Motorschutzrelais
Kurzschlussschutz[2] für Schütz und Motorschutzrelais durch Schmelzsicherungen F1.

Kurzschlussschutz[3] für Schütz durch Schmelzsicherungen F1.



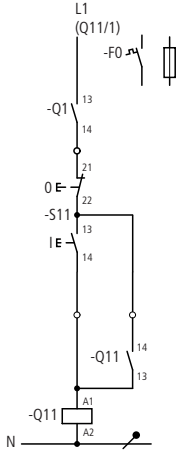
[1] Schutzorgan in der Zuleitung nach Hauptkatalog Industrie-Schaltgeräte oder Montageanweisung.
[2] Sicherungsgröße nach Angabe auf dem Typenschild des Motorschutzrelais.
[3] Sicherungsgröße nach Hauptkatalog Industrie-Schaltgeräte, Technische Daten für Schütze.

Rund um den Motor

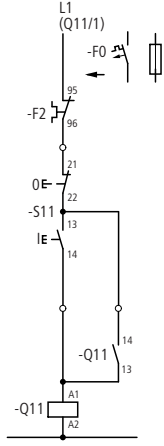
Direktes Einschalten von Drehstrommotoren

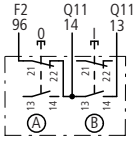
Schaltungsbeispiele mit Anlaufüberbrückung des Motorschutzrelais

ohne Motorschutzrelais



mit Motorschutzrelais





Für die Bemessung von F0 Kurzschlussfestigkeit der Schaltglieder im Stromkreis beachten.
Doppeltaster

Befehlsgerät
I: EIN
0: AUS

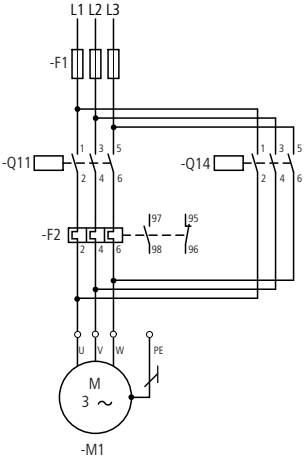
Anschluss weiterer Befehlsgeräte
→ Abschnitt „Impulskontaktgeber", Seite 8-34

Wirkungsweise: Durch Betätigen des Tasters I wird Schützspule Q11 erregt. Das Schütz schaltet den Motor ein und hält sich nach Freigabe des Tasters über den eigenen Hilfsschalter Q11/14-13 und Taster 0 an Spannung (Impulskontakt). Normalerweise schaltet das Betätigen des Tasters 0 das Schütz Q11 aus. Bei Überlast schaltet der Öffner 95-96 am Motorschutzrelais F2 aus. Der Spulenstrom wird unterbrochen, Schütz Q11 schaltet den Motor ab.

Rund um den Motor

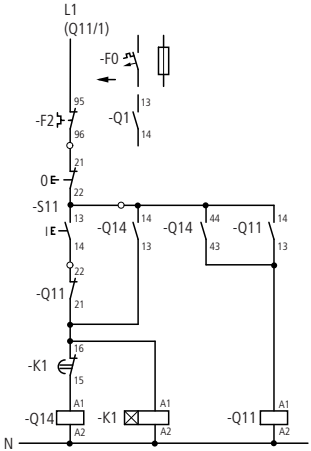
Direktes Einschalten von Drehstrommotoren

Anwendung bei Antrieben mit Schweranlauf

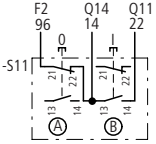


Anschluss bei Motorschutzschalter PKZM…, PKE und Leistungsschalter NZM… → Abschnitt „Sicherungen mit Motorschutzrelais”, Seite 8-30

Rund um den Motor
Direktes Einschalten von Drehstrommotoren



Q14: Überbrückungsschütz
K1: Zeitrelais
Q11: Netzschütz



Befehlsgerät
I: EIN
0: AUS
Anschluss weiterer Befehlsgeräte
→ Abschnitt „Impulskontaktgeber", Seite 8-34

Wirkungsweise

Durch Betätigen des Tasters I wird das Überbrückungsrelais Q14 erregt und hält sich über Q14/13-14. Gleichzeitig bekommt das Zeitrelais K1 Spannung. Durch Q14/44-43 zieht das Netzschütz Q11 an und hält sich über Q11/14-13. Nach Ablauf der eingestellten Zeit, die der Anlaufzeit des Motors entspricht, wird durch K1/16-15 das Überbrückungsschütz Q14 abgeschaltet. K1 wird ebenfalls spannungslos und kann genau wie Q14 erst wieder erregt werden, nachdem durch Taster 0 der Motor ausgeschaltet worden ist. Der Öffner Q11/22-21 verhindert das Einschalten von Q14 und K1 während des Betriebs. Bei Überlast schaltet der Öffner 95-96 am Motorschutzrelais F2 ab.

Rund um den Motor

Direktes Einschalten von Drehstrommotoren

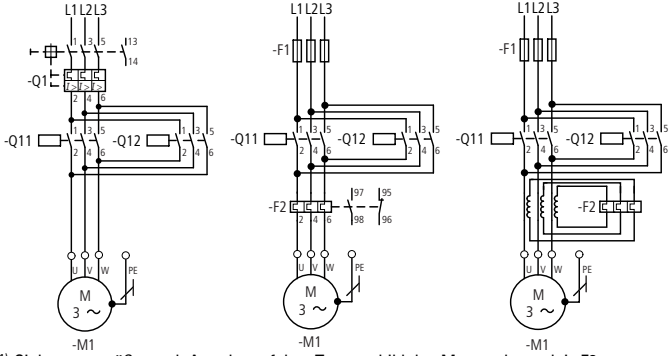
Zwei Drehrichtungen, Wendeschütz DIUL

Sicherungslos ohne Motorschutzrelais
Kurzschlussschutz und Überlastschutz durch Motorschutzschalter PKZM, PKE oder Leistungsschalter NZM.

Sicherungsgröße in der Zuleitung nach Hauptkatalog Industrie-Schaltgeräte oder Montageanweisung.

Sicherungen mit Motorschutzrelais
Kurzschlussschutz[1)] für Schütz und Motorschutzrelais durch Schmelzsicherungen F1.

Kurzschlussschutz[1)] für Schütz durch Schmelzsicherungen F1.

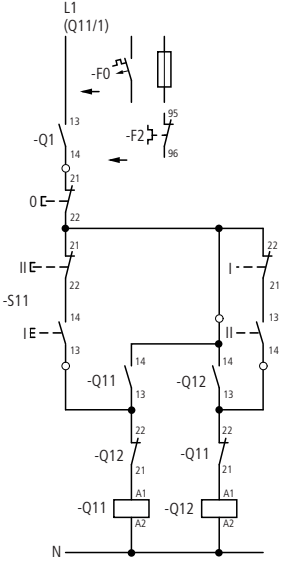


[1)] Sicherungsgröße nach Angabe auf dem Typenschild des Motorschutzrelais F2

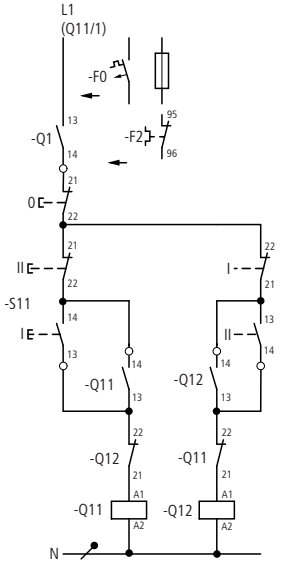
Rund um den Motor

Direktes Einschalten von Drehstrommotoren

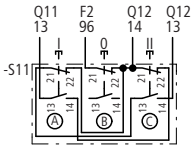
Drehrichtungsänderung **nach** Betätigen des 0-Tasters



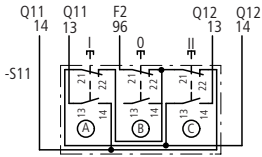
Drehrichtungsänderung **ohne** Betätigen des 0-Tasters



Q11: Netzschütz, Rechtslauf
Q12: Netzschütz, Linkslauf



Befehlsgerät (Dreifachtaster)
I = Rechtslauf
0 = Halt
II = Linkslauf



Rund um den Motor

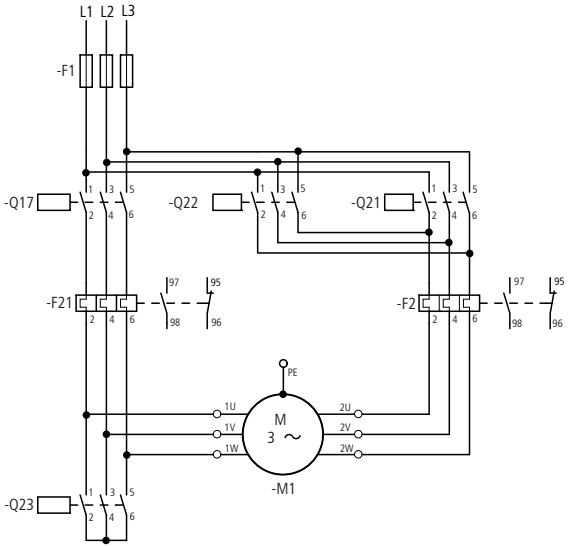
Direktes Einschalten von Drehstrommotoren

Wirkungsweise: Durch Betätigen des Tasters I wird die Spule des Schützes Q11 erregt. Es schaltet den Motor im Rechtslauf ein und hält sich nach Freigabe des Tasters I über seinen Hilfsschalter Q11/14-13 und Taster 0 an Spannung (Impulskontakt). Der Öffner Q11/22-21 sperrt elektrisch das Einschalten von Schütz Q12. Das Betätigen von Taster II schaltet Schütz Q12 (Motor Linkslauf). Zum Umschalten von Rechts- auf Linkslauf muss je nach Schaltung vorher der Taster 0 oder direkt der Taster für die Gegenrichtung betätigt werden. Bei Überlast schalten der Öffner 95-96 am Motorschutzrelais F2 oder der Schließer 13-14 des Motorschutz- oder des Leistungsschalters aus.

Zwei Drehrichtungen und Drehzahländerung (Wendeschütz)

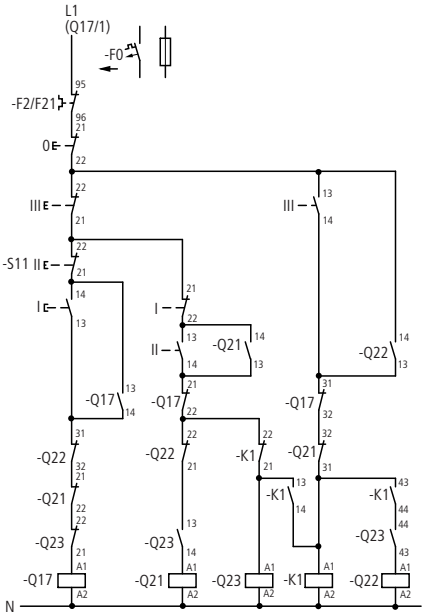
Sonderschaltung (Dahlanderschaltung) für Vorschubantriebe u. ä.

VOR: Vorschub oder Eilgang
ZURÜCK: nur Eilgang
HALT: Dahlanderschaltung



Rund um den Motor

Direktes Einschalten von Drehstrommotoren



0: Halt
I : niedrige Drehzahl – VOR (Q17)
II: hohe Drehzahl – VOR (Q21 + Q23)
III: hohe Drehzahl – ZURÜCK (Q22 + Q23)

Q17: Vorschub vor
Q21: Eilgang vor
Q23: Sternschütz
K1: Hilfsschütz
Q22: Eilgang zurück

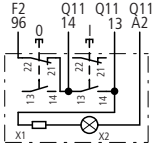
Wirkungsweise: Der Vorlauf wird je nach der gewünschten Geschwindigkeit durch Betätigen der Taster I oder II eingeleitet. Taster I schaltet über Q17 den Vorschub ein. Q17 hält sich über seinen Schließer 13-14. Soll der Vorschub im Eilgang erfolgen, wird durch Taster II das Sternschütz Q23 erregt, das über seinen Schließer Q23/13-14 das Eilgangschütz Q21 einschaltet. Die Selbsthaltung beider Schütze erfolgt über Q21/13-14. Ein direktes Umschalten von Vorschub auf Eilgang während des Vorlaufs ist möglich.

Der Rücklauf im Eilgang wird durch Taster III eingeleitet. Hilfsschütz K1 zieht an und bringt über K1/14-13 das Sternschütz Q23. Eilgangschütz Q22 wird über die Schließer K1/43-44 und Q23/44-43 an Spannung gelegt. Selbsthaltung über Q22/14-13. Der Rücklauf kann nur über den Taster 0 gestoppt werden. Eine direkte Umsteuerung ist nicht möglich.

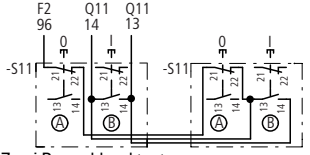
Rund um den Motor
Befehlsgeräte für direktes Einschalten

Schaltungsbeispiele mit Leistungsschützen DILM…

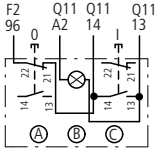
Impulskontaktgeber



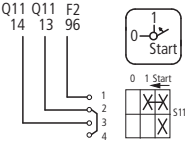
Leuchtdrucktaster



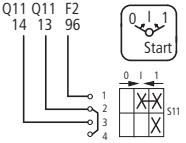
Zwei Doppeldrucktaster



Doppeldrucktaster mit Leuchtmelder

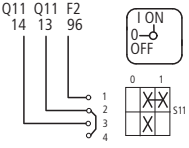


Tastschalter T0-1-15511 mit selbsttätiger Rückrastung zur Stellung 1

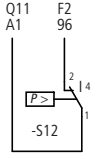


Tastschalter T0-1-15366 mit selbsttätiger Rückrastung zur Ausgangsstellung

Dauerkontaktgeber



Umschalter T0-1-15521 mit Wischkontakt in der Zwischenstellung

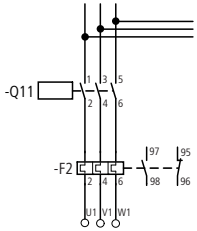


Druckwächter MCS

8

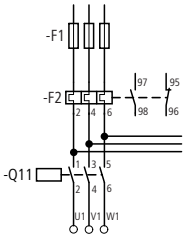
Rund um den Motor
Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

Stern-Dreieck-Schalten mit Motorschutzrelais



Anordnung in der Motorleitung

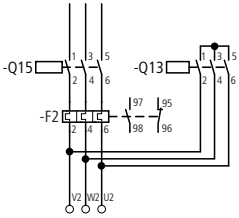
Stern-Dreieck-Schalter mit Motorschutzrelais, also mit thermisch verzögertem Überstromrelais, haben in der normalen Schaltung das Motorschutzrelais in den Ableitungen zu den Motorklemmen U1, V1, W1 oder V2, W2, U2. Das Motorschutzrelais wirkt auch in der Sternschaltung, denn es liegt in Reihe mit der Motorwicklung und wird vom Relaisbemessungsstrom = Motorbemessungsstrom x 0,58 durchflossen. Vollständiges Schaltbild → Abschnitt „Automatische Stern-Dreieck-Schalter SDAINL", Seite 8-37.



Anordnung in der Netzzuleitung

Abweichend von seiner Anordnung in der Motorleitung kann das Motorschutzrelais auch in der **Netzzuleitung liegen.** Der hier gezeigte Ausschnitt zeigt das abgewandelte Schaltbild vom → Abschnitt „Automatische Stern-Dreieck-Schalter SDAINL", Seite 8-37. Für Antriebe, bei denen während des Anlaufs in der Sternschaltung des Motors das Relais F2 bereits auslöst, kann das für den **Motorbemessungsstrom bemessene Relais F2 in die Netzzuleitung** geschaltet werden. Die Auslösezeit verlängert sich dann etwa auf das 4- bis 6-fache. In der Sternschaltung wird zwar auch das Relais vom Strom durchflossen, bietet aber in dieser Schaltung keinen vollwertigen Schutz, da sein Strom auf den 1,73-fachen Phasenstrom verschoben ist. Es bietet aber Schutz gegen Nichtanlauf.

Rund um den Motor
Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

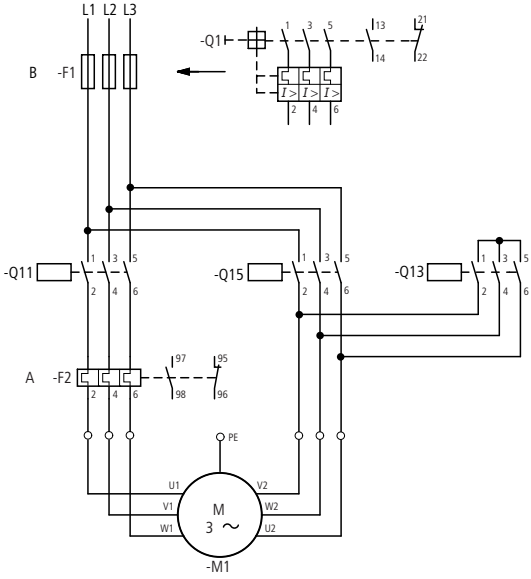


Anordnung in der Dreieck-Schaltung

Abweichend von der Anordnung in Motorleitung oder Netzzuleitung kann das Motorschutzrelais in der Dreieck-Schaltung liegen. Der gezeigte Ausschnitt zeigt das abgewandelte Schaltbild vom → Abschnitt „Automatische Stern-Dreieck-Schalter SDAINL", Seite 8-37. Bei sehr schweren, langandauernden Anläufen (z. B. in Zentrifugen) kann das für den Relaisbemessungsstrom = Motorbemessungsstrom x 0,58 bemessene Relais F2 auch in die Verbindungsleitungen Dreieckschütz Q15 – Sternschütz Q13 geschaltet werden. In der Sternschaltung wird dann das Relais F2 nicht vom Strom durchflossen. Beim Anlauf ist also kein Motorschutz vorhanden. Diese Schaltung wird immer dann angewendet, wenn ausgesprochener Schwer- oder Langzeitanlauf vorliegt und wenn Sättigungswandler-Relais noch zu schnell ansprechen.

Rund um den Motor
Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

Automatische Stern-Dreieck-Schalter SDAINL



Anordnung und Dimensionierung der Schutzeinrichtungen

Position A	Position B
F2 = 0,58 x I_e mit F1 in Position B $t_a \leqq 15$ s	Q1 = I_e $t_a > 15 – 40$ s
Motorschutz in Y- und △-Stellung	Motorschutz in Y-Stellung nur bedingt

Dimensionierung der Schaltgeräte

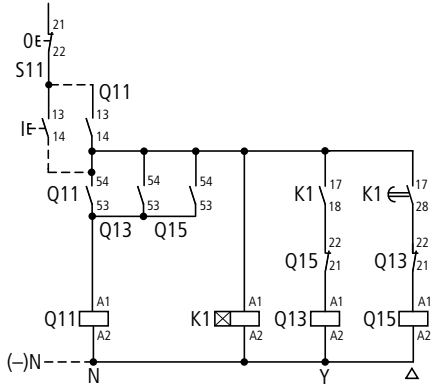
Q11, Q15 = 0,58 x I_e

Q13 = 0,33 x I_e

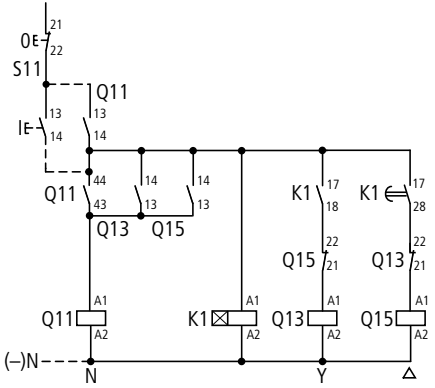
Rund um den Motor
Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

Weitere Hinweise zur Anordnung des Motorschutzrelais → Abschnitt „Automatische Stern-Dreieck-Schalter SDAINL", Seite 8-37.

SDAINLM12 bis SDAINLM55



SDAINLM70 bis SDAINLM260



Drucktaster

K1: Zeitrelais ca. 10 s
Q11: Netzschütz
Q13: Sternschütz
Q15: Dreieckschütz
Doppeltaster

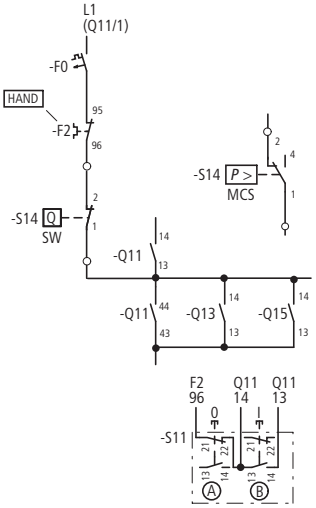
Wirkungsweise

Taster I betätigt Zeitrelais K1. Dessen als Sofortkontakt ausgebildeter Schließer K1/17-18 gibt Spannung an Sternschütz Q13. Q13 zieht an und legt über Schließer Q13/14-13 Spannung an Netzschütz Q11.

Q11 und Q13 gehen über die Schließer Q11/14-13 und Q11/44-43 in Selbsthaltung. Q11 bringt den Motor M1 in Sternschaltung an Netzspannung.

Rund um den Motor
Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

SDAINLM12 bis SDAINLM260
Dauerkontaktgeber



Doppeltaster
Befehlsgerät
I = EIN
0 = AUS

Anschluss weiterer Befehlsgeräte
→ Abschnitt „Befehlsgeräte für Stern-Dreieck-Einschalten", Seite 8-45

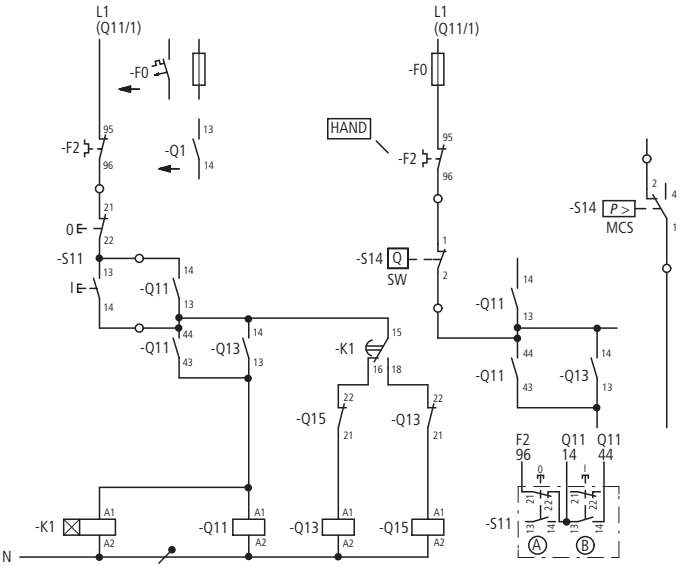
Entsprechend der eingestellten Umschaltzeit öffnet K1/17-18 Stromkreis Q13. Nach 50 ms wird über K1/17-28 Stromkreis Q15 geschlossen. Sternschütz Q13 fällt ab. Dreieckschütz Q15 zieht an und legt Motor M1 an volle Netzspannung. Gleichzeitig unterbricht Öffner Q15/22-21 den Stromkreis Q13 und verriegelt damit gegen erneutes Einschalten während des Betriebszustandes. Ein neuer Anlauf ist nur möglich, wenn vorher mit Taster 0 oder bei Überlast durch den Öffner 95-96 am Motorschutzrelais F2 oder über den Schließer 13-14 des Motorschutz- oder Leistungsschalters ausgeschaltet worden ist.

Rund um den Motor
Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

Automatische Stern-Dreieck-Schalter SDAINL EM

Drucktaster

Dauerkontaktgeber



K1: Zeitrelais ca. 10 s
Q11: Netzschütz
Q13: Sternschütz
Q15: Dreieckschütz

Doppeltaster
Befehlsgerät
I = EIN
0 = AUS

8

Rund um den Motor
Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

Anschluss weiterer Befehlsgeräte
→ Abschnitt „Befehlsgeräte für Stern-Dreieck-Einschalten”, Seite 8-45

Wirkungsweise
Taster I betätigt Sternschütz Q13. Dessen Schließer Q13/14-13 gibt Spannung an Netzschütz Q11. Q11 zieht an und legt Motor M1 in Sternschaltung an Netzspannung. Q11 und Q13 halten sich selbst über Schließer Q11/14-13 und Q11 noch über Q11/44-43 und Taster 0 an Spannung. Mit Netzschütz Q11 erhält gleichzeitig Zeitrelais K1 Spannung. Entsprechend der eingestellten Umschaltzeit öffnet K1 über den Wechsler 15-16 Stromkreis Q13 und schließt über 15-18 Stromkreis Q15. Sternschütz Q13 fällt ab.

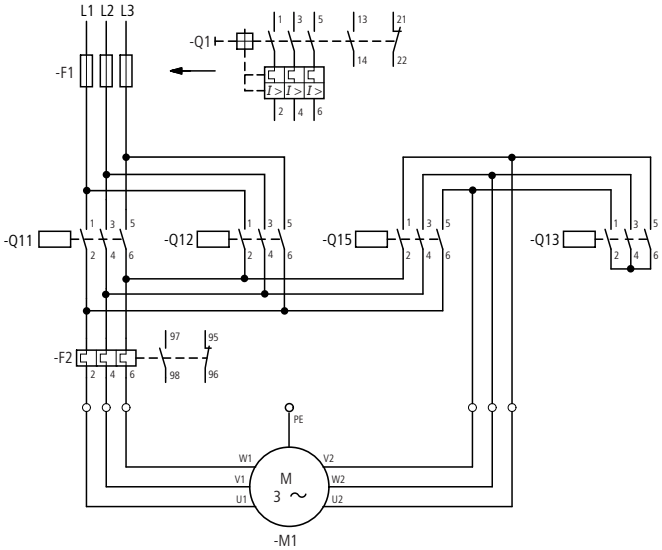
Dreieckschütz Q15 zieht an und bringt Motor M1 an volle Netzspannung. Gleichzeitig unterbricht Öffner Q15/22-21 den Stromkreis Q13 und verriegelt damit gegen erneutes Einschalten während des Betriebszustandes.

Ein neuer Anlauf ist nur möglich, wenn vorher mit Taste 0 oder bei Überlast durch den Öffner 95-96 Motorschutzrelais F2 oder über den Schließer 13-14 des Motorschutz- oder Leistungsschalters ausgeschaltet worden ist.

Rund um den Motor
Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

Automatischer Wende-Stern-Dreieck-Schalter

Zwei Drehrichtungen



Dimensionierung der Schaltgeräte

Q11, Q12: I_e

F2, Q15 : 0,58 x I_e

Q13 : 0,33 x I_e

Die maximale Motorleistung ist durch das vorgeschaltete Wendeschütz begrenzt und niedriger als bei automatischen Stern-Dreieck-Schaltern für eine Drehrichtung.

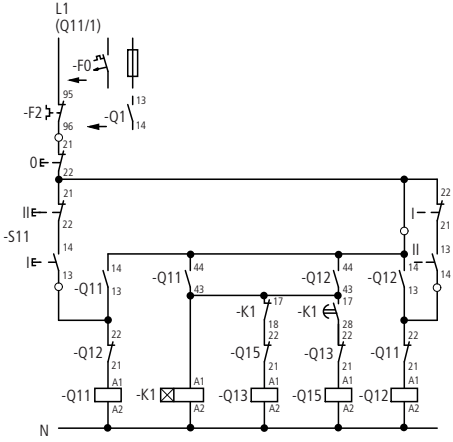
Normalausführung: Relaisstrom = Motorbemessungsstrom x 0,58

Andere Lagen des Motorschutzrelais
→ Abschnitt „Stern-Dreieck-Schalten mit Motorschutzrelais", Seite 8-35

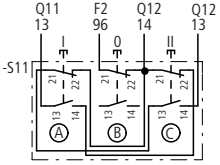
Rund um den Motor

Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

Drehrichtungsänderung nach Betätigen des 0-Tasters



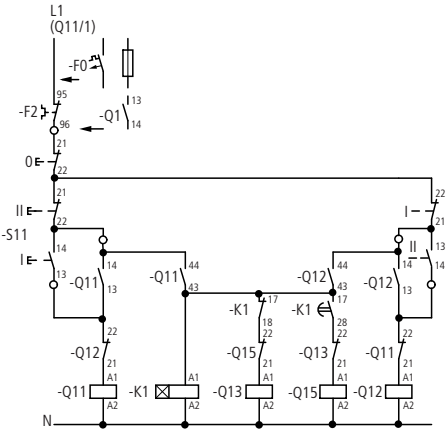
Dreifachtaster
Befehlsgeräte
I = Rechtslauf
0 = Halt
II = Linkslauf



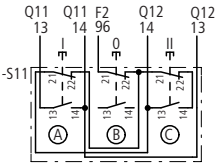
8

Rund um den Motor
Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

Drehrichtungsänderung ohne Betätigen des 0-Tasters



Dreifachtaster
Befehlsgeräte
I = Rechtslauf
0 = Halt
II = Linkslauf



Anschluss weiterer Befehlsgeräte
→ Abschnitt „Befehlsgeräte für Stern-Dreieck-Einschalten”, Seite 8-45

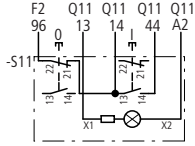
Wirkungsweise
Drucktaster I betätigt Schütz Q11 (z. B. Rechtslauf). Drucktaster II betätigt Schütz Q12 (z. B. Linkslauf). Das zuerst eingeschaltete Schütz legt die Motorwicklung an Spannung und hält sich selbst über den eigenen Hilfsschalter 14-13 und Drucktaster 0 an Spannung. Der jedem Netzschütz zugeordnete Schließer 44-43 gibt die Spannung an Sternschütz Q13. Q13 zieht an und schaltet den Motor M1 in Sternschaltung ein. Gleichzeitig spricht auch Zeitrelais K1 an. Entsprechend der eingestellten Umschaltzeit öffnet K1/17-18 den Stromkreis Q13. Q13 fällt ab. K1/17-28 schließt den Stromkreis von Q15.

Dreieckschütz Q15 zieht an und schaltet Motor M1 auf Dreieck um, also an volle Netzspannung. Gleichzeitig unterbricht Öffner Q15/22-21 den Stromkreis Q13 und verriegelt damit gegen erneutes Einschalten während des Betriebszustandes. Zum Umschalten zwischen Rechts- und Linkslauf muss je nach Schaltung vorher der Drucktaster 0 oder direkt der Drucktaster für die Gegenrichtung betätigt werden. Bei Überlast schaltet Öffner 95-96 am Motorschutzrelais F2 aus.

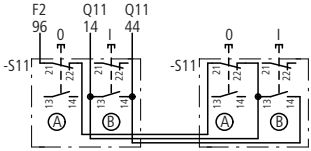
Rund um den Motor
Befehlsgeräte für Stern-Dreieck-Einschalten

Automatischer Stern-Dreieck-Schalter

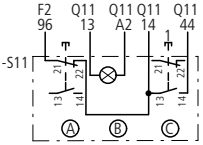
Impulskontaktgeber



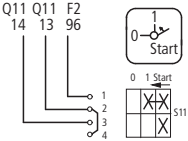
Leuchtdrucktaster



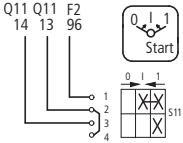
Zwei Doppeldrucktaster



Doppeldrucktaster mit Leuchtmelder

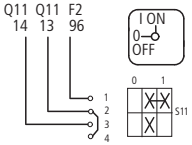


Tastschalter T0-1-15511 mit selbsttätiger Rückrastung zur Stellung 1.

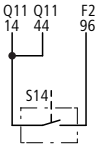


Tastschalter T0-1-15366 mit selbsttätiger Rückrastung zur Ausgangsstellung.

Dauerkontaktgeber



Umschalter T0-1-15521 mit Wischkontakt in der Zwischenstellung

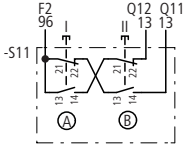


z. B. Wahltaster
Nockenschalter T
Positionsschalter LS
Druckwächter MCS

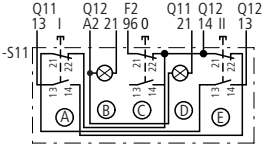
8

Rund um den Motor
Befehlsgeräte für Stern-Dreieck-Einschalten

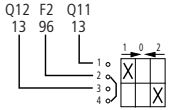
Drehstrom-Wendeschütz
Wende-Stern-Dreieck-Schalter



Doppeldrucktaster[1] ohne Halteleitung (Tippen) Anwendung nur für Wendeschütze



Dreifachtaster mit Leuchtmelder Drehrichtungsänderung nach Betätigen des 0-Tasters





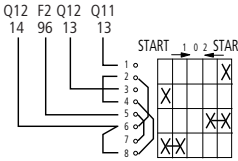
FS 4011

Tastschalter[1] T0-1-8214, ohne Halteleitung (Tippen) selbsttätige Rückstellung zur Nullstellung
Anwendung nur für Wendeschütze



FS 684

Umschalter[1] T0-1-8210 Schalter bleibt in Stellung 1 oder 2 stehen

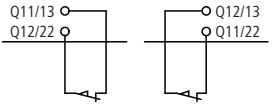




FS 140660

Tastschalter T0-2-8177 mit selbsttätiger Rückrastung zur Stellung 1 oder 2

Grenztaster
Zum Anschluss der Grenztaster sind die Verbindungen zwischen den Schützklemmen Q11/13 und Q12/22 sowie Q12/13 und Q11/22 zu entfernen, die Grenztaster zwischenzuschalten.



[1] Motorschutzrelais stets mit Wiedereinschaltsperre

Rund um den Motor
Polumschaltbare Motoren

Bei Asynchronmotoren bestimmt die Polzahl die Drehzahl. Durch Änderung der Polzahl lassen sich mehrere Drehzahlen erreichen. Übliche Ausführungsformen sind:

zwei Drehzahlen 1:2	eine umschaltbare Wicklung in Dahlanderschaltung
zwei Drehzahlen beliebig	zwei getrennte Wicklungen
drei Drehzahlen	eine umschaltbare Wicklung 1:2, eine getrennte Wicklung
vier Drehzahlen	zwei umschaltbare Wicklungen 1:2
zwei Drehzahlen	Dahlanderschaltung

Die verschiedenen Möglichkeiten der Dahlanderschaltung ergeben unterschiedliche Leistungsverhältnisse für die beiden Drehzahlen.

Schaltungsart	△/Y	Y/Y
Leistungsverhältnis	1/1,5–1,8	0,3/1

Die △/Y-Schaltung kommt der meistens gewünschten Forderung nach konstantem Drehmoment am nächsten. Sie hat außerdem den Vorteil, dass der Motor zum Sanftanlauf oder zur Reduzierung des Einschaltstroms für die niedrige Drehzahl in Y/△-Schaltung angelassen werden kann, wenn neun Klemmen vorhanden sind (→ Abschnitt „Motorwicklungen", Seite 8-50).

Die Y/YY-Schaltung eignet sich am besten für die Anpassung des Motors an Maschinen mit quadratisch zunehmendem Drehmoment (Pumpen, Lüfter, Kreiselverdichter). Alle Polumschalter eignen sich für beide Schaltungsarten.

Zwei Drehzahlen – getrennte Wicklungen

Motoren mit getrennten Wicklungen erlauben theoretisch jede Drehzahlkombination und jedes Leistungsverhältnis. Die beiden Wicklungen sind im Y geschaltet und völlig unabhängig voneinander.

Bevorzugte Drehzahlkombinationen sind für:

Motoren mit Dahlanderschaltung	1500/3000	–	750/1500	500/1000
Motoren mit getrennten Wicklungen	–	1000/1500	–	–
Polzahlen	4/2	6/4	8/4	12/6
Kennziffer niedrig/hoch	1/2	1/2	1/2	1/2

Die Kennziffern werden im Sinne steigender Drehzahlen den Kennbuchstaben vorangesetzt.

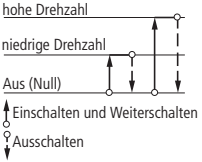
Beispiel: 1U, 1V, 1W, 2U, 2V, 2W. Vgl. DIN EN 60034-8.

Rund um den Motor
Polumschaltbare Motoren

Motorschaltung

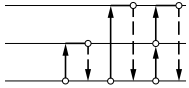
Schaltung A

Einschalten der niederen und hohen Drehzahl nur von Null aus. Kein Rückschalten auf die niedere Drehzahl, nur auf Null.



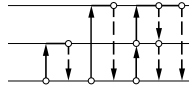
Schaltung B

Einschalten jeder Drehzahl von Null aus. Schalten von der niederen auf höhere Drehzahl möglich. Rückschalten nur auf Null.



Schaltung C

Einschalten jede Drehzahl von Null aus. Hin- und Herschalten zwischen niederer und höherer Drehzahl (hohe Bremsmomente). Rückschalten auch auf Null.



Drei Drehzahlen

Drei Drehzahlen 1:2 – Dahlanderschaltung, ergänzt durch die Drehzahl der getrennten Wicklung. Diese kann unter, zwischen oder über den beiden Dahlander-Drehzahlen liegen. Die Schaltung muss das berücksichtigen (→ Abbildung, Seite 8-78).

Bevorzugte Drehzahlkombinationen sind:

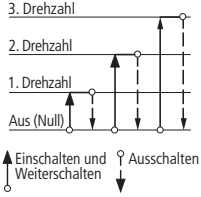
Drehzahlen	1000/1500/3000	750/1000/1500	750/1500/3000	= getrennte Wicklung (in den Schaltbildern)
Polzahlen	6/4/2	8/6/4	8/4/2	
Schaltung	X	Y	Z	

Rund um den Motor
Polumschaltbare Motoren

Motorschaltung

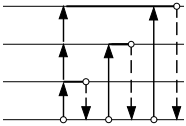
Schaltung A

Einschalten jeder Drehzahl nur von Null aus. Rückschalten nur auf Null.



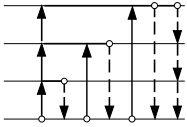
Schaltung B

Einschalten jeder Drehzahl von Null und von einer niederen Drehzahl aus. Rückschalten nur auf Null.



Schaltung C

Einschalten jeder Drehzahl von Null und von einer niederen Drehzahl aus. Rückschalten auf eine niedrigere Drehzahl (hohe Bremsmomente) oder auf Null.



Vier Drehzahlen

Die Drehzahlen 1:2 – Dahlanderschaltung können aufeinander folgen oder sich überschneiden, wie folgende Beispiele zeigen:

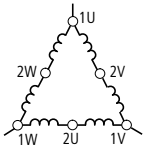
1. Wicklung	500/1000	2. Wicklung	1500/3000 = 500/1000/1500/3000
oder			
1. Wicklung	500/1000	2. Wicklung	750/1500 = 500/750/1000/1500

Bei Motoren mit drei oder vier Drehzahlen ist bei gewissen Polzahlverhältnissen die nicht angeschlossene Wicklung zur Vermeidung von Induktionsströmen über Zusatzklemmen am Motor zu öffnen. Eine Reihe von Nockenschaltern ist mit diesem Anschluss ausgerüstet (→ Abschnitt „Polumschalter”, Seite 4-7).

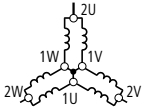
Rund um den Motor
Motorwicklungen

Dahlanderschaltung
2 Drehzahlen

niedrige Drehzahl △

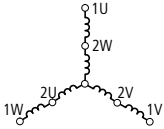


hohe Drehzahl ⋎⋎

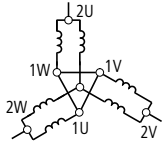


→ Abbildung, Seite 8-55

niedrige Drehzahl ⋎



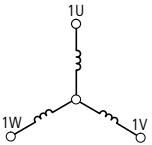
hohe Drehzahl ⋎⋎



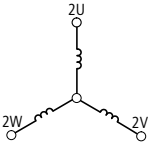
→ Abbildung, Seite 8-55

Motorschaltung
2 Drehzahlen
2 getrennte Wicklungen

niedrige Drehzahl



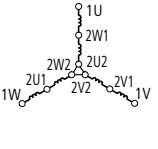
hohe Drehzahl



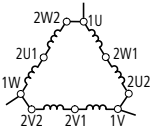
→ Abbildung, Seite 8-59

Dahlanderschaltung
mit ⋎△-Anlauf auf der niedrigen Drehzahl

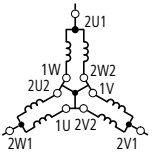
niedrige Drehzahl ⋎



niedrige Drehzahl △



hohe Drehzahl ⋎⋎



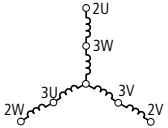
→ Abbildung, Seite 8-68

Rund um den Motor
Motorwicklungen

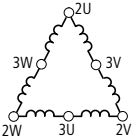
Dahlanderschaltung
3 Drehzahlen

Motorschaltung X
2 Wicklungen, mittlere und hohe Drehzahl
Dahlanderwicklung

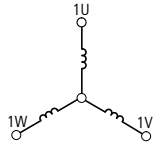
2



oder 2



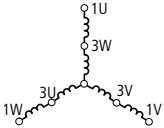
niedrige Drehzahl
getrennte Wicklung
1



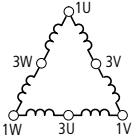
→ Abbildung, Seite 8-77

Motorschaltung Y
2 Wicklungen, niedrige und hohe Drehzahl
Dahlanderwicklung

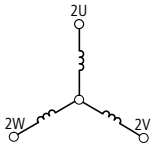
2



oder 2



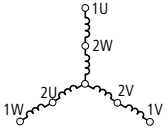
mittlere Drehzahl
getrennte Wicklung
1



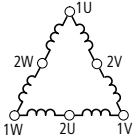
→ Abbildung, Seite 8-79

Motorschaltung Z
2 Wicklungen, niedrige und mittlere Drehzahl
Dahlanderwicklung

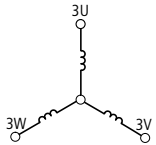
2



oder 2



hohe Drehzahl
getrennte Wicklung
1



→ Abbildung, Seite 8-81

Notizen

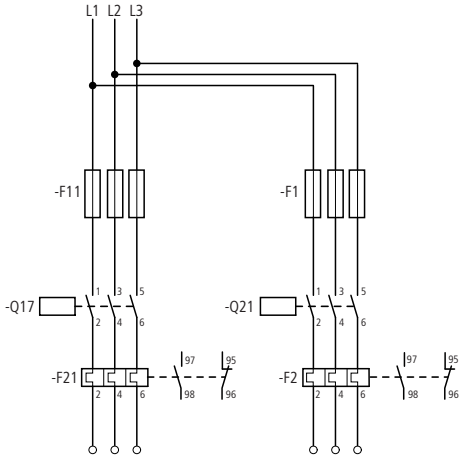
Rund um den Motor
Polumschaltschütze

Mit Rücksicht auf die Eigenart eines Antriebes können gewisse Schaltfolgen bei polumschaltbaren Motoren notwendig oder unerwünscht sein. Soll z. B. die Anlaufwärme herabgesetzt oder eine große Schwungmasse beschleunigt werden, ist es ratsam, die höhere Drehzahl nur über die niedere schaltbar zu machen.

Zur Vermeidung der übersynchronen Bremsung kann eine Verhinderung des Rückschaltens von der hohen auf die niedere Drehzahl erforderlich sein. In anderen Fällen wiederum soll das direkte Ein- und Ausschalten jeder Drehzahl möglich sein. Nockenschalter bieten dazu Möglichkeiten über Schaltstellungsfolge und Rastung. Schütz-Polumschalter können solche Schaltungen durch Verriegelung im Zusammenwirken mit geeigneten Befehlsgeräten erzielen.

Absicherung des Motorschutzrelais

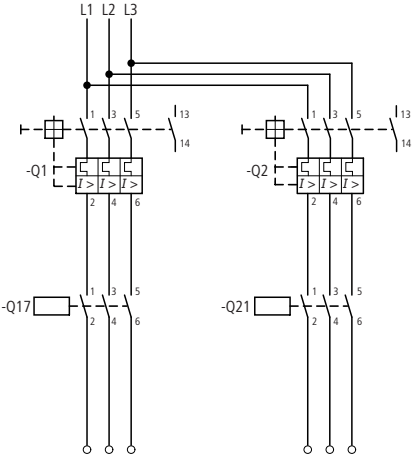
Wenn die gemeinsame Sicherung in der Zuleitung größer ist als die auf dem Typenschild eines Motorschutzrelais angegebene Vorsicherung, muss jedes Motorschutzrelais mit seiner größtmöglichen Vorsicherung abgesichert werden.



Rund um den Motor
Polumschaltschütze

Sicherungsloser Aufbau

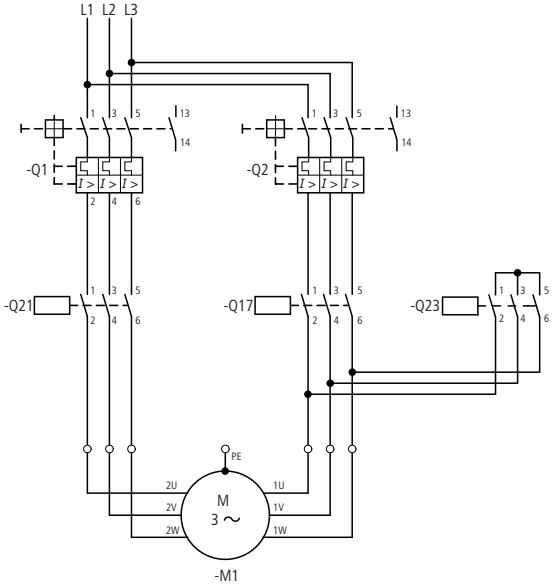
Polumschaltbare Motoren lassen sich gegen Kurzschluss und Überlast durch Motorschutzschalter PKZ/PKE oder Leistungsschalter NZM schützen. Diese Schalter bieten alle Vorteile des sicherungslosen Aufbaus. Als Vorsicherung zum Schutz gegen Verschweißen der Schalter dient im Normalfall die Sicherung in der Zuleitung.



Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

Dahlanderschaltung, eine Drehrichtung, zwei Drehzahlen

Polumschaltschütze
Sicherungslos ohne Motorschutzrelais mit Motorschutzschalter oder Leistungsschalter.



→ Abschnitt „Motorwicklungen”, Seite 8-50

Snychrone Drehzahlen
Eine Wicklung polumschaltbar

Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

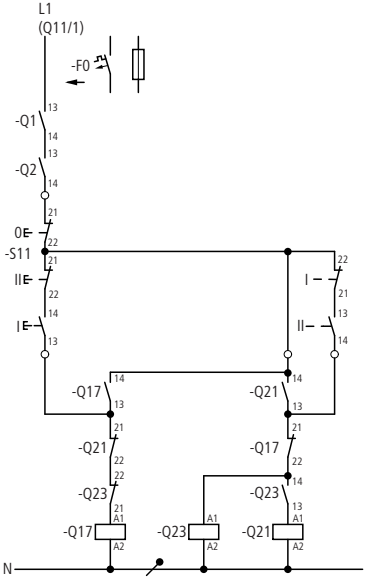
Motorklemmen	1 U, 1 V, 1 W	2 U, 2 V, 2 W
Polzahl	12	6
U/min.	500	1000
Polzahl	8	4
U/min.	750	1500
Polzahl	4	2
U/min.	1500	3000
Schütze	Q17	Q21, Q23

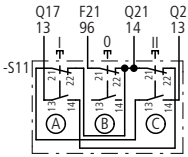
Dimensionierung der Schaltgeräte

Q2, Q17: I_1 (niedrige Drehzahl)
Q1, Q21: I_2 (hohe Drehzahl)
Q23: 0,5 x I_2

Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

Schaltung A (→ Abbildung, Seite 8-49)
1 Dreifachtaster





Dreifachtaster
I: niedrige Drehzahl (Q17)
0: Halt
II: hohe Drehzahl (Q21 + Q23)
Q17: Netzschütz, niedrige Drehzahl
Q23: Sternschütz
Q21: Netzschütz, hohe Drehzahl

Anschluss weiterer Befehlsgeräte
→ Abbildung, Seite 8-63, → Abbildung, Seite 8-64, → Abbildung, Seite 8-65

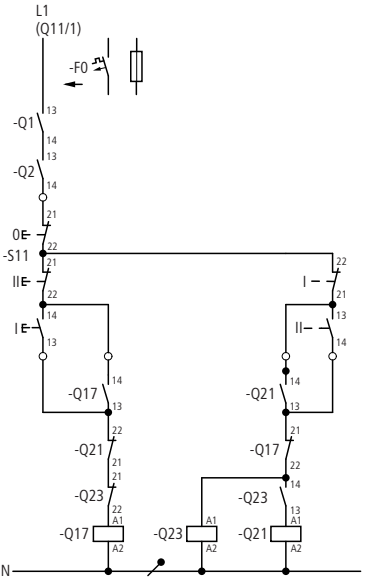
Wirkungsweise
Taster I betätigt Netzschütz Q17 (niedrige Drehzahl). Q17 hält sich selbst über Schließer 13-14. Taster II betätigt Sternschütz Q23 und über dessen Schließer 13-14 Netzschütz Q21. Q21 und Q23 halten sich selbst über Schließer 13-14 von Q21.

Zum Umschalten von einer Drehzahl auf die andere muss je nach Schaltung vorher der Taster 0 (Schaltung A) oder direkt der Taster für die andere Drehzahl (Schaltung C) betätigt werden. Außer mit Taster 0 kann auch bei Überlast durch die Schließer 13-14 des Motorschalters oder des Leistungsschalters abgeschaltet werden.

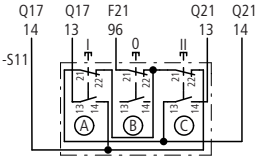
Rund um den Motor

Polumschalten von Drehstrommotoren

Schaltung C (→ Abbildung, Seite 8-49)
Ein Dreifachtaster



Dreifachtaster
I: niedrige Drehzahl (Q17)
0: Halt
II: hohe Drehzahl (Q21 + Q23)



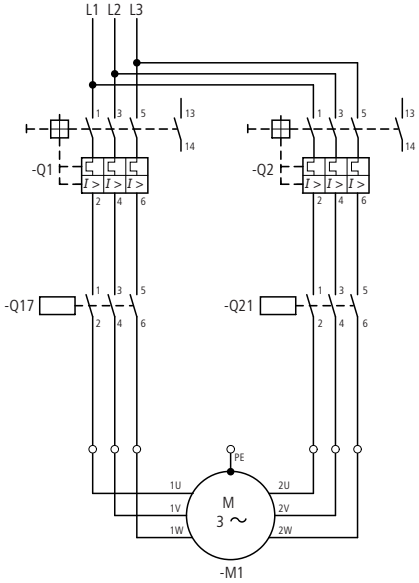
Q17: Netzschütz, niedrige Drehzahl
Q23: Sternschütz
Q21: Netzschütz, hohe Drehzahl

Anschluss weiterer Befehlsgeräte
→ Abbildung, Seite 8-66

Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

Zwei getrennte Wicklungen, eine Drehrichtung, zwei Drehzahlen

Polumschaltschütz , sicherungslos ohne Motorschutzrelais



Dimensionierung der Schaltgeräte

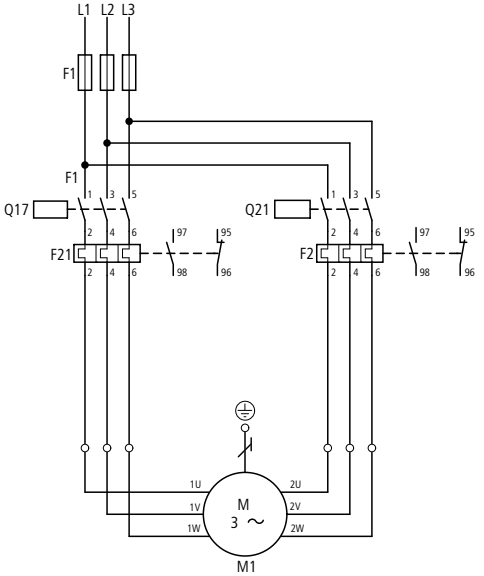
Q1, Q17 = I_1 (niedrige Drehzahl)
Q2, Q21 = I_2 (hohe Drehzahl)

Motorwicklungen → Abschnitt „Motorwicklungen", Seite 8-50.

Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

Zwei getrennte Wicklungen, eine Drehrichtung, zwei Drehzahlen

Polumschaltschütz , mit Sicherungen und Motorschutzrelais

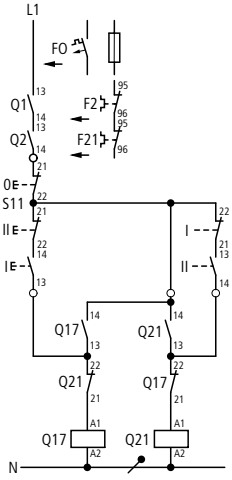


Sicherungsgröße nach Angabe auf dem Typenschild der Motorschutzrelais F2 und F21. Können die Motorschutzrelais F2 und F21 nicht durch eine gemeinsame Sicherung geschützt werden, Schaltung → Abbildung, Seite 8-53 anwenden.

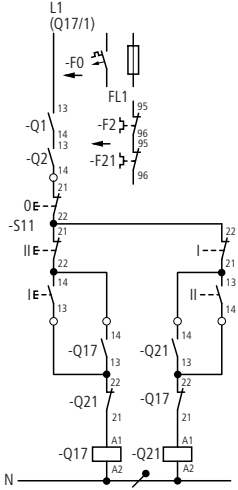
Motorwicklungen → Abschnitt „Motorwicklungen”, Seite 8-50.

Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

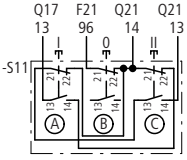
Schaltung A (→ Abbildung, Seite 8-49)
1 Dreifachtaster



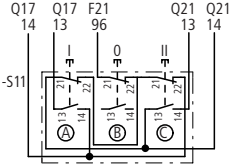
Schaltung C (→ Abbildung, Seite 8-49)
1 Dreifachtaster



Q17: Netzschütz, niedrige Drehzahl
Q21: Netzschütz, hohe Drehzahl



Dreifachtaster
I: niedrige Drehzahl (Q17)
0: Halt
II: hohe Drehzahl (Q21 + Q23)



Anschluss weiterer Befehlsgeräte
→ Abbildung, Seite 8-67.

Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

Wirkungsweise
Betätigen des Tasters I erregt die Spule von Schütz Q17. Q17 schaltet die niedrige Drehzahl des Motors ein und hält sich nach Freigabe des Tasters I über seinen Hilfsschalter 13-14 und Taster 0 an Spannung.

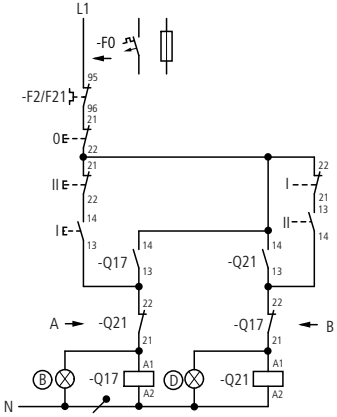
Zum Umschalten zwischen den Drehzahlen muss je nach Schaltung zunächst der Taster 0 oder direkt der Taster für die andere Drehzahl betätigt werden. Außer mit Taster 0 kann auch bei Überlast durch die Öffner 95-96 der Motorschutzrelais F2 und F21 ausgeschaltet werden.

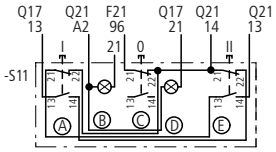
Rund um den Motor
Befehlsgeräte für Polumschaltschütze

Zwei getrennte Wicklungen, eine Drehrichtung, zwei Drehzahlen

Schaltung A (→ Abbildung, Seite 8-49)

Ein Dreifachtaster mit Meldeleuchten





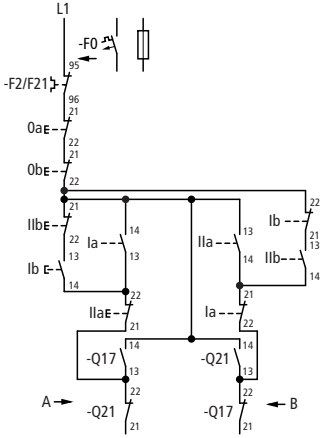
Befehlsgeräte

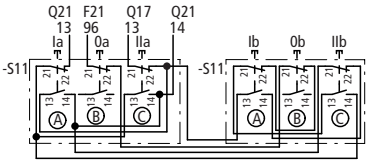
I : niedrige Drehzahl (Q17)
0: Halt
II : hohe Drehzahl (Q21)

Rund um den Motor
Befehlsgeräte für Polumschaltschütze

Schaltung A (→ Abbildung, Seite 8-49)

Zwei Dreifachtaster





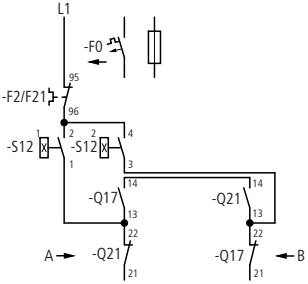
Befehlsgeräte

I: niedrige Drehzahl (Q17)
0: Halt
II: hohe Drehzahl (Q21)

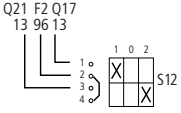
Vorhandene Verbindungen entfernen und neu verdrahten

Rund um den Motor
Befehlsgeräte für Polumschaltschütze

Schaltung A (→ Abbildung, Seite 8-49)

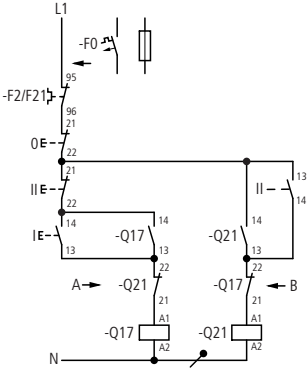


Umschalter T0-1-8210
Motorschutzrelais stets auf Wiedereinschaltsperre stellen



Schaltung B (→ Abbildung, Seite 8-49)

Ein Dreifachtaster

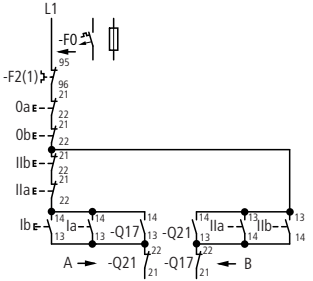


8

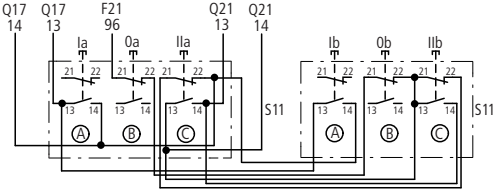
Rund um den Motor
Befehlsgeräte für Polumschaltschütze

Schaltung B (→ Abbildung, Seite 8-49)

Zwei Dreifachtaster



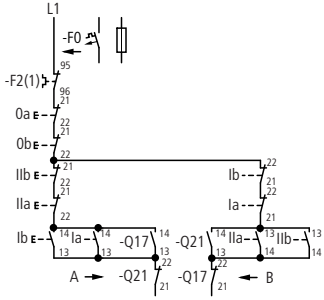
Befehlsgerät zu Schaltung B



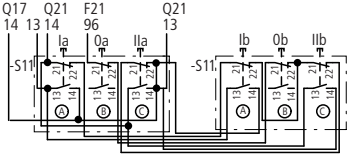
Rund um den Motor
Befehlsgeräte für Polumschaltschütze

Schaltung C (→ Abbildung, Seite 8-49)

Zwei Dreifachtaster



Befehlsgerät zu Schaltung C



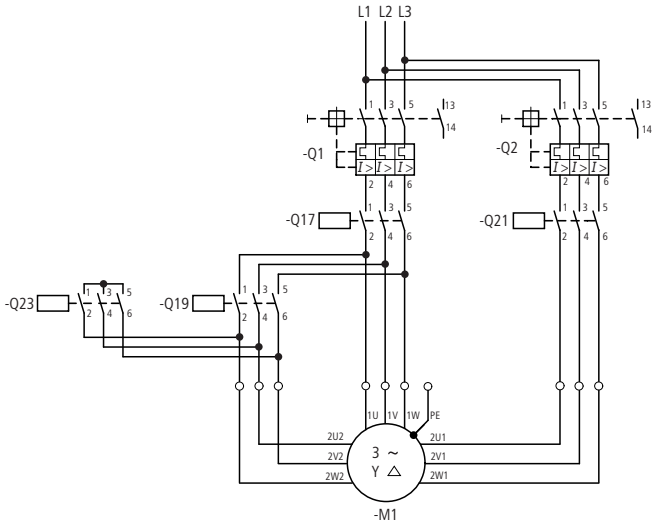
8

Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

Dahlanderschaltung, eine Drehrichtung, zwei Drehzahlen

Polumschaltschütze
Stern-Dreieck-Anlauf auf der niedrigen Drehzahl

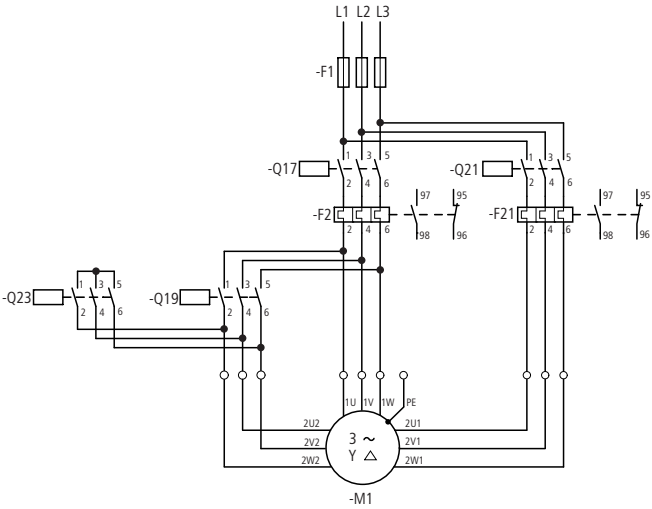
Sicherungslos
ohne Motorschutzrelais



Dimensionierung der Schaltgeräte
Q1, Q17 = I_1
(niedrige Drehzahl)
Q2, Q21 = I_2
(hohe Drehzahl)
Q19, Q23 = 0,5 x I_2

Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

Mit **Sicherungen** und Motorschutzrelais



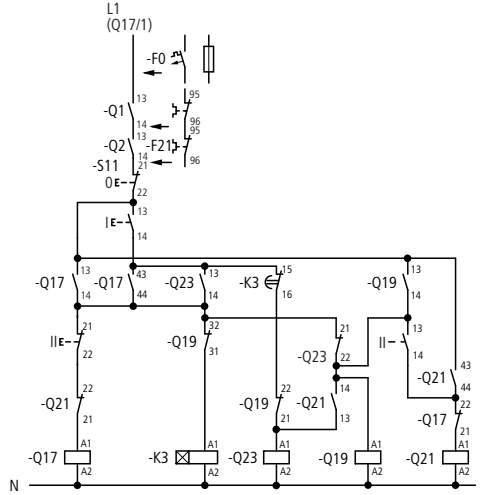
Dimensionierung der Schaltgeräte
F2, Q17 = I_1
(niedrige Drehzahl)
F21, Q21 = I_2
(hohe Drehzahl)
Q19, Q23 = 0,5 x I_2
F1 = I_2

Bei Polumschaltschützen ohne Motorschutz entfallen die Motorschutzrelais F2 und F21. Können F2 und F21 nicht durch eine gemeinsame Sicherung geschützt werden, Schaltung → Abbildung, Seite 8-53 anwenden.

Motorwicklungen → Abschnitt „Motorwicklungen", Seite 8-50.

Rund um den Motor

Polumschalten von Drehstrommotoren

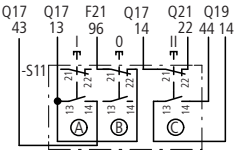


Q17: Netzschütz, niedrige Drehzahl
K3: Zeitrelais
Q23: Sternschütz
Q19: Dreieckschütz
Q21: Netzschütz, hohe Drehzahl

Schaltung

Niedrige Drehzahl nur aus der Nullstellung einschaltbar, hohe Drehzahl nur über niedrige Drehzahl ohne Betätigung der Halt-Taste einschaltbar.

Dreifachtaster
I: niedrige Drehzahl (Q17, Q19)
0: Halt
II: hohe Drehzahl (Q21, Q19, Q23)



Wirkungsweise

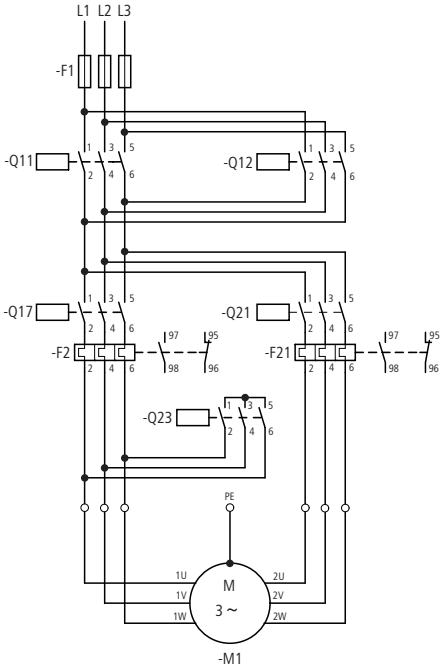
Betätigen des Tasters I erregt die Spule des Sternschützes Q23. Dessen Schließer 13-14 erregt die Spule von Schütz Q17. Der Motor läuft im Stern in der niedrigen Drehzahl. Die Schütze halten sich über Hilfsschalter Q17/13-14. Gleichzeitig läuft das Zeitrelais K3 an. Nach der Ablaufzeit öffnet K3/15-16 den Stromkreis von Q23. Q23 fällt ab, die Spule von Dreieckschütz Q19 wird erregt und hält sich über Q19/13-14. Das Zeitrelais wird über Öffner Q19/32-31 abgeschaltet.

Der Motor läuft im Dreieck auf der niedrigen Drehzahl. Wird jetzt Taster II betätigt, wird die Spule von Q17 entregt, und über Q17/22-21 die Spule von Q21 erregt. Selbsthaltung über Q21/43-44: Über Schließer Q21/14-13 wird wieder die Spule von Sternschütz Q23 an Spannung gelegt. Der Motor läuft in hoher Drehzahl weiter.
Taster 0 (= Halt) schaltet ab.

Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

Dahlanderschaltung, zwei Drehrichtungen, zwei Drehzahlen (Vorwahl der Drehrichtung)

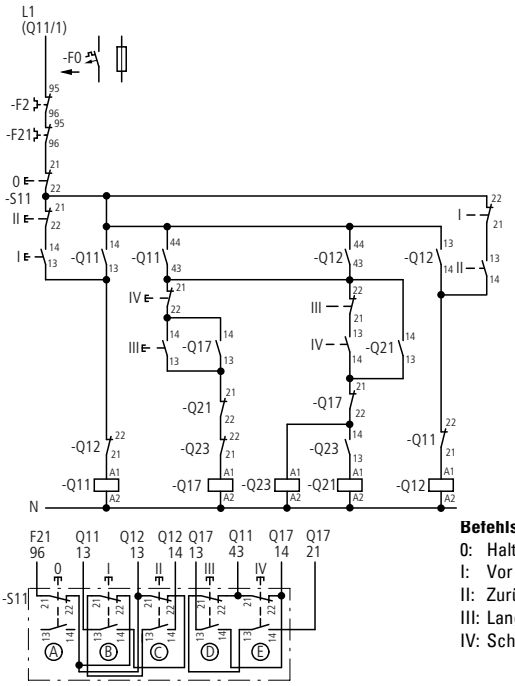
Polumschaltschütze
Bei Polumschaltschützen ohne Motorschutz entfallen die Motorschutzrelais F2 und F21.



Dimensionierung der Schaltgeräte
Q11, Q12 = I_2
(niedrige und hohe Drehzahl)
F2, Q17 = I_1
(niedrige Drehzahl)
F1, Q21 = I_2
Q23 = 0,5 x I_2
(hohe Drehzahl)

Rund um den Motor

Polumschalten von Drehstrommotoren



Fünfachtaster

Schaltung
Drehrichtungsänderung VOR–ZURÜCK über Haltbetätigung, dann wahlweise LANGSAM–SCHNELL ohne Rückschaltmöglichkeit auf niedrige Drehzahl.

Befehlsgerät
0: Halt
I: Vor (Q11)
II: Zurück (Q12)
III: Langsam (Q17)
IV: Schnell (Q21 + Q23)

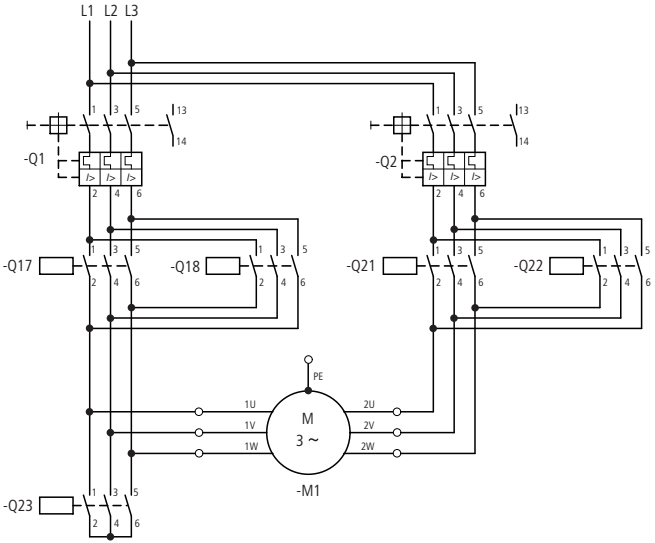
Wirkungsweise
Durch Betätigen des Tasters I wird das Schütz Q11 erregt. Schütz Q11 wählt die Drehrichtung vor und hält sich nach Freigabe des Tasters I über seinen Hilfsschalter 14-13 und Taster 0 an Spannung. Durch Q11/44-43 werden die Taster III und IV für die Drehzahlen wirksam.

Taster III erregt Q17, das sich über seinen Kontakt 14-13 hält. Taster IV betätigt die Schütze Q23 und Q21 für die hohe Drehzahl. Der Hilfsschalter Q21/21-22 macht den Taster III für die niedrige Drehzahl unwirksam. Für einen Drehzahl- oder Richtungswechsel muss wieder der Taster 0 betätigt werden.

Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

Dahlanderschaltung, zwei Drehrichtungen, zwei Drehzahlen (Schalten von Drehrichtung und Drehzahl gleichzeitig)

Polumschaltschütz **Sicherungslos** ohne Motorschutzrelais



Dimensionierung der Schaltgeräte

Q1, Q17, Q18 = I_1
(niedrige Drehzahl)

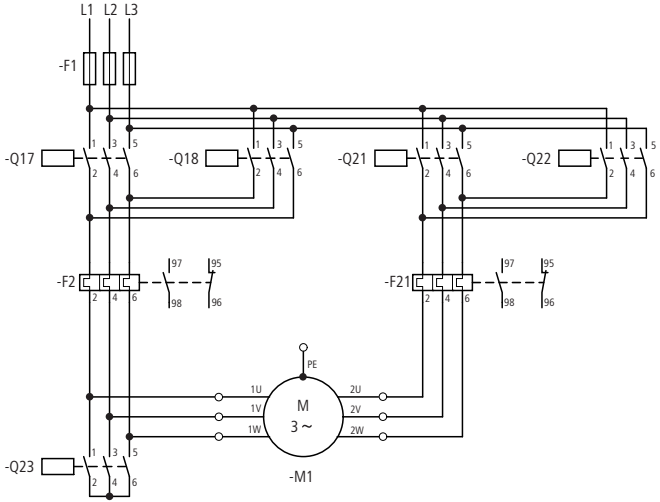
Q2, Q21, Q22 = I_2

Q23 = 0,5 x I_2
(hohe Drehzahl)

Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

Polumschaltschütz

Mit **Sicherungen** und Motorschutzrelais



Dimensionierung der Schaltgeräte

F2, Q17, Q18 = I_1
(niedrige Drehzahl)

F21, Q21, Q22 = I_2

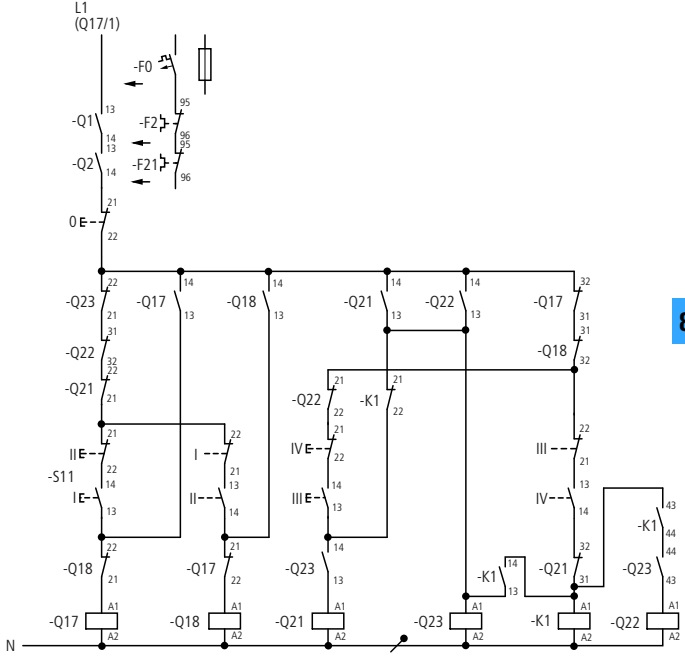
Q23 = 0,5 x I_2
(hohe Drehzahl)

Bei Polumschaltschützen ohne Motorschutz entfallen die Motorschutzrelais F2 und F21

Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

Schaltung

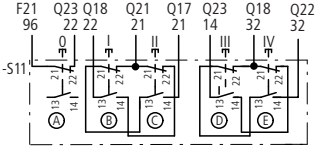
Gleichzeitges Einschalten von Drehrichtung und Drehzahl über einen Drucktaster, Umschalten immer über HALT.



Q17: vor langsam
Q18: zurück langsam
Q21: vor schnell
Q23: Sternschütz
K1: Hilfsschütz
Q22: zurück schnell

Rund um den Motor

Polumschalten von Drehstrommotoren



Fünffachtaster
Befehlsgerät
0: Halt
I: Vor-Langsam (Q17)
II: Zurück-Langsam (Q18)
III: Vor-Schnell (Q21 + Q23)
IV: Zurück-Schnell (Q22 + Q23)

Wirkungsweise

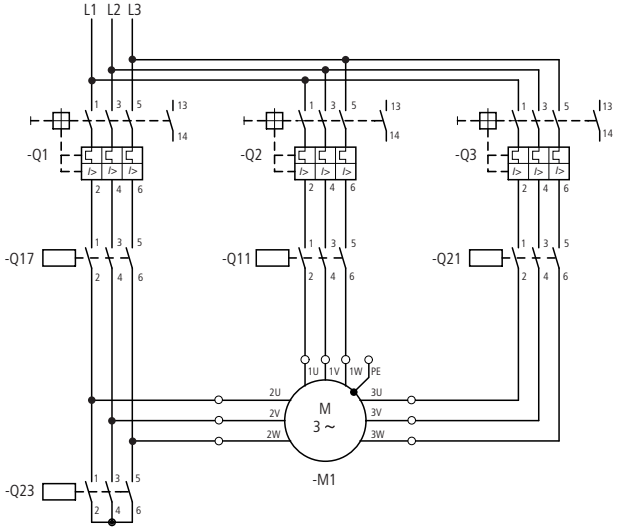
Gewünschte Drehzahl und Drehrichtung lassen sich durch Betätigen eines der vier Taster einschalten. Die Schütze Q17, Q18, Q21 und Q23 halten sich über ihre Kontakte 14-13 und können nur ausgeschaltet werden, wenn der Taster 0 betätigt wird. Selbsthaltung der Schütze Q21 und Q22 ist nur möglich, wenn Q23 angezogen hat und der Kontakt Q23/13-14 oder 44-43 geschlossen ist.

Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

Dahlanderschaltung, mittlere und hohe Drehzahl, Eine Drehrichtung, drei Drehzahlen, zwei Wicklungen

Polumschaltschütz
Polumschaltschütze **mit** Motorschutzrelais
→ Abbildung, Seite 8-79

Motorschaltung X → Abschnitt „Motorschaltung X", Seite 8-51



Synchrone Drehzahlen

Wicklung	**1**	**2**	**2**
Motorklemmen	1U, 1V, 1W	2U, 2V, 2W	3U, 3V, 3W
Polzahl	12	8	4
U/min	500	750	1500
Polzahl	8	4	2
U/min	750	1500	3000

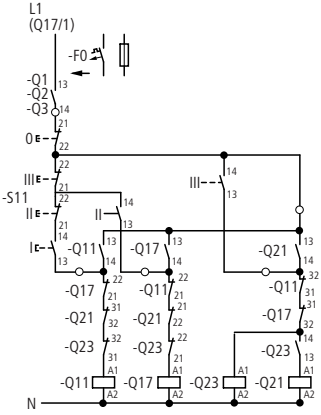
Polzahl	6	4	2
U/min	1000	1500	3000
Schütze	Q11	Q17	Q21, Q23

Dimensionierung der Schaltgeräte

Q2, Q11 : I_1 (niedrige Drehzahl)
Q1, Q17 : I_2 (mittlere Drehzahl)
Q3, Q21 : I_3 (hohe Drehzahl)
Q23 : 0,5 x I_3

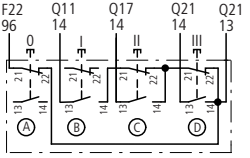
Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

Schaltung der Motorwicklung: X
Schaltung A

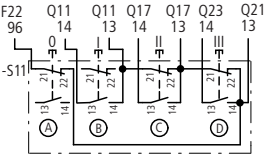


Q11: niedrige Drehzahl Wicklung 1
Q17: mittlere Drehzahl Wicklung 2
Q23: hohe Drehzahl Wicklung 2
Q21: hohe Drehzahl Wicklung 2

Schaltung A
Einschalten jeder Drehzahl nur von Null aus, kein Rückschalten auf eine niedrige Drehzahl, nur auf Null.



Schaltung B
Einschalten jeder Drehzahl von Null oder von einer niedrigen Drehzahl aus. Rückschalten nur auf Null.



Vierfachtaster
0: Halt
I: niedrige Drehzahl (Q11)
II: mittlere Drehzahl (Q17)
III: hohe Drehzahl (Q21 + Q23)

Wirkungsweise
Taster I betätigt Netzschütz Q11 (niedrige Drehzahl), Taster II Netzschütz Q17 (mittlere Drehzahl), Taster III Sternschütz Q23 und über dessen Schließer Q23/14-13 Netzschütz Q21 (hohe Drehzahl). Alle Schütze halten sich selbst mit ihren Hilfsschaltern 13-14 an Spannung.

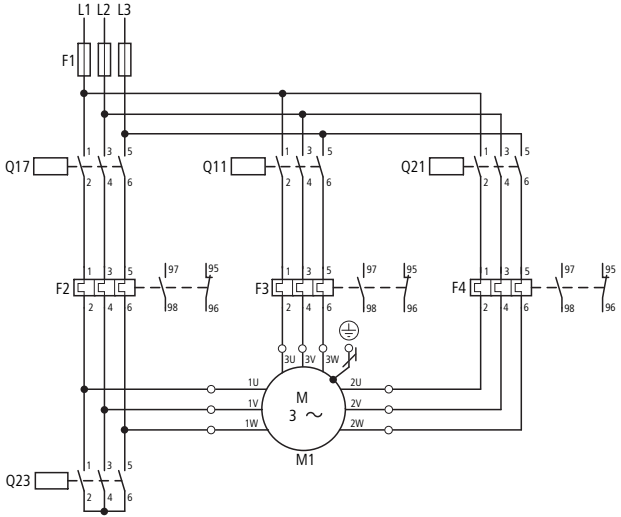
Die Reihenfolge der Drehzahl von niedriger auf hohe Drehzahl ist beliebig. Stufenweise Rückschaltung von hoher auf mittlere oder niedrige Drehzahl ist nicht möglich. Ausschalten jeweils mit Taster 0. Bei Überlast kann außerdem der Schließer 13-14 von Motorschutzschalter oder Leistungsschalter ausschalten.

Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

Dahlanderschaltung, niedrige und hohe Drehzahl, Eine Drehrichtung, drei Drehzahlen, zwei Wicklungen

Polumschaltschütz
Polumschaltschütze **ohne** Motorschutzrelais → Abbildung, Seite 8-77

Motorschaltung Y → Abschnitt „Motorschaltung Y", Seite 8-51



Synchrone Drehzahlen

Wicklung	2	1	2
Motorklemmen	1U, 1V, 1W	2U, 2V, 2W	3U, 3V, 3W
Polzahl	12	8	6
U/min	500	750	1000
Polzahl	8	6	4

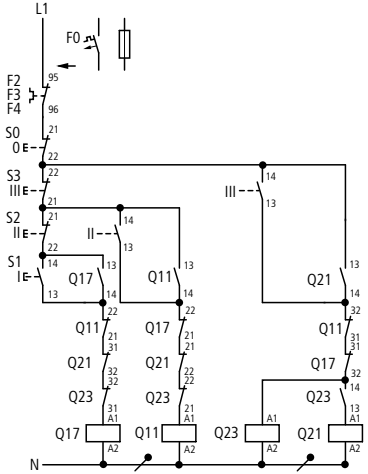
U/min	750	1000	1500
Schütze	Q17	Q11	Q21, Q23

Dimensionierung der Schaltgeräte

F2, Q17: I_1 (niedrige Drehzahl)
F3, Q11: I_2 (mittlere Drehzahl)
F4, Q21: I_3 (hohe Drehzahl)
Q23: 0,5 x I_3

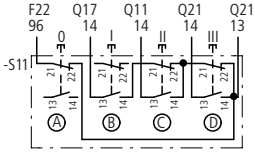
Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

Schaltung der Motorwicklung Y:
Schaltung A

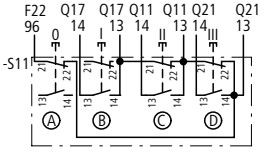


Q17: niedrige Drehzahl Wicklung 1
Q11: mittlere Drehzahl Wicklung 1
Q23: hohe Drehzahl Wicklung 2
Q21: hohe Drehzahl Wicklung 2

Schaltung A
Einschalten jeder Drehzahl nur von Null aus, kein Rückschalten auf eine niedrige Drehzahl, nur auf Null.



Schaltung B
Einschalten jeder Drehzahl von Null oder von einer niedrigen Drehzahl aus. Rückschalten nur auf Null.
Vierfachtaster
0: Halt
I: niedrige Drehzahl (Q17)
II: mittlere Drehzahl (Q11)
III: hohe Drehzahl (Q21 + Q22)



Wirkungsweise
Taster I betätigt Netzschütz Q17 (niedrige Drehzahl), Taster II Netzschütz Q11 (mittlere Drehzahl), Taster III Sternschütz Q23 und über dessen Schließer Q23/14-13 Netzschütz Q21 (hohe Drehzahl). Alle Schütze halten sich selbst mit ihren Hilfsschaltern 13-14 an Spannung.

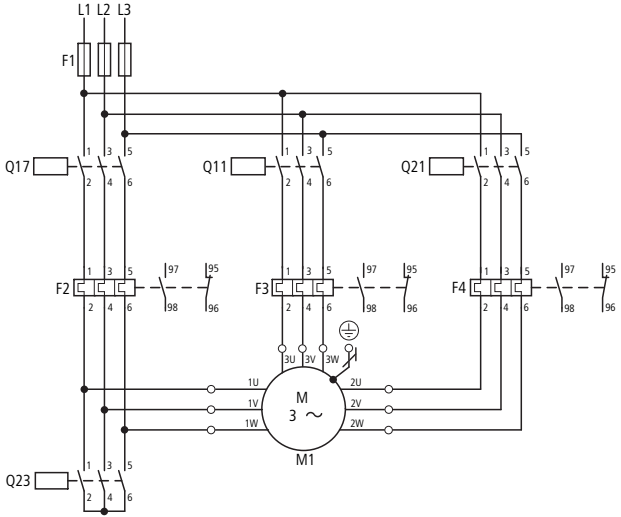
Die Reihenfolge der Drehzahl von niedriger auf hohe Drehzahl ist beliebig. Stufenweise Rückschaltung von hoher auf mittlere oder niedrige Drehzahl ist nicht möglich. Ausschalten jeweils mit Taster 0. Bei Überlast kann außerdem der Öffner 95-96 der Motorschutzrelais F2, F21 und F22 ausschalten.

Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

Dahlanderschaltung, niedrige und mittlere Drehzahl, Eine Drehrichtung, drei Drehzahlen, zwei Wicklungen

Polumschaltschütz
Polumschaltschütze **ohne** Motorschutzrelais → Abbildung, Seite 8-53

Motorschaltung Z → Abschnitt „Motorschaltung Z", Seite 8-51



Synchrone Drehzahlen

Wicklung	2	2	1
Motorklemmen	1U, 1V, 1W	2U, 2V, 2W	3U, 3V, 3W
Polzahl	12	6	4
U/min	500	1000	1500
Polzahl	12	6	2
U/min	500	1000	3000

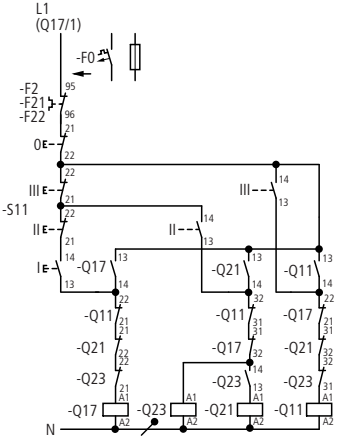
Polzahl	8	4	2
U/min	750	1500	3000
Schütze	Q17	Q21, Q23	Q11

Dimensionierung der Schaltgeräte

F2, Q17: I_1 (niedrige Drehzahl)
F4, Q21: I_2 (mittlere Drehzahl)
F3, Q11: I_3 (hohe Drehzahl)
Q23: 0,5 x I_3

Rund um den Motor
Polumschalten von Drehstrommotoren

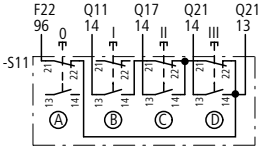
Schaltung der Motorwicklung: Z
Schaltung A



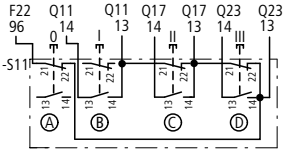
Q17: niedrige Drehzahl Wicklung 1
Q23: mittlere Drehzahl Wicklung 2
Q21: mittlere Drehzahl Wicklung 2
Q11: hohe Drehzahl Wicklung 1

Wirkungsweise
Taster I betätigt Netzschütz Q17 (niedrige Drehzahl), Taster II Netzschütz Q23 und über dessen Schließer Q23/14-13 Netzschütz Q21 (hohe Drehzahl), Taster III Netzschütz Q11. Alle Schütze halten sich selbst mit ihren Hilfsschaltern 13-14 an Spannung.

Schaltung A
Einschalten jeder Drehzahl nur von Null aus, kein Rückschalten auf eine niedrige Drehzahl, nur auf Null.



Schaltung B
Einschalten jeder Drehzahl von Null oder von einer niedrigen Drehzahl aus. Rückschalten nur auf Null.

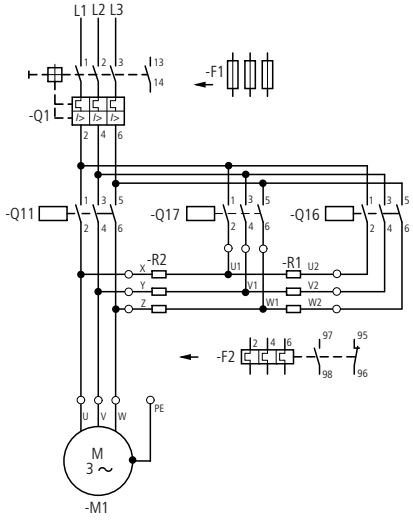


Vierfachtaster
0: Halt
I: niedrige Drehzahl (Q17)
II: mittlere Drehzahl (Q21 + Q23)
III: hohe Drehzahl (Q11)

Die Reihenfolge der Drehzahl von niedriger auf hohe Drehzahl ist beliebig. Stufenweise Rückschaltung von hoher auf mittlere oder niedrige Drehzahl ist nicht möglich. Ausschalten jeweils mit Taster 0. Bei Überlast kann außerdem der Öffner 95-96 der Motorschutzrelais F2, F21 und F22 ausschalten.

Rund um den Motor
Drehstrom-Ständer-Selbstanlasser

Drehstrom-Ständer-Selbstanlasser mit Netzschütz und Widerständen Ausführung 2-stufig, 3-phasig



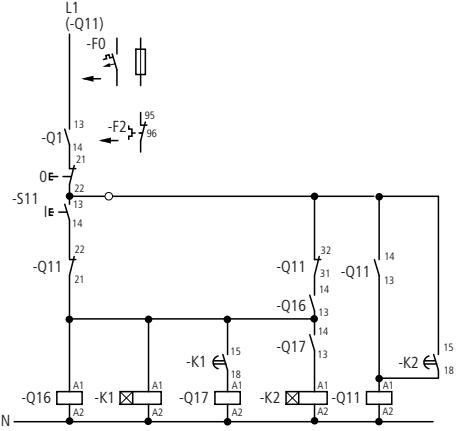
F2 einsetzen, wenn F1 statt Q1 verwendet wird.

Dimensionierung der Schaltgeräte:

Anlassspannung:	0,6 x U_e
Einschaltstrom:	0,6 x Direkteinschaltung
Anzugsdrehmoment:	0,36 x Direkteinschaltung
Q1, Q11:	I_e
Q16, Q17:	0,6 x I_e

Rund um den Motor
Drehstrom-Ständer-Selbstanlasser

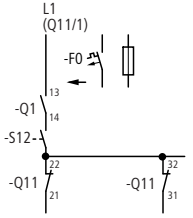
Drehstrom-Ständer-Selbstanlasser mit Netzschütz und Widerständen, Ausführung 2-stufig, 3-phasig



Q16: Stufenschütz
K1: Zeitrelais
Q17: Stufenschütz
K2: Zeitrelais
Q11: Netzschütz

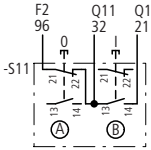
Dauerkontaktgeber

Motorschutzrelais stets auf HAND = Wiedereinschaltsperre stellen

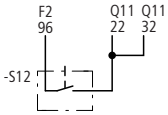


Rund um den Motor
Drehstrom-Ständer-Selbstanlasser

Impuls-kontaktgeber
Doppeltaster
I = EIN
0 = AUS



Dauer-kontaktgeber

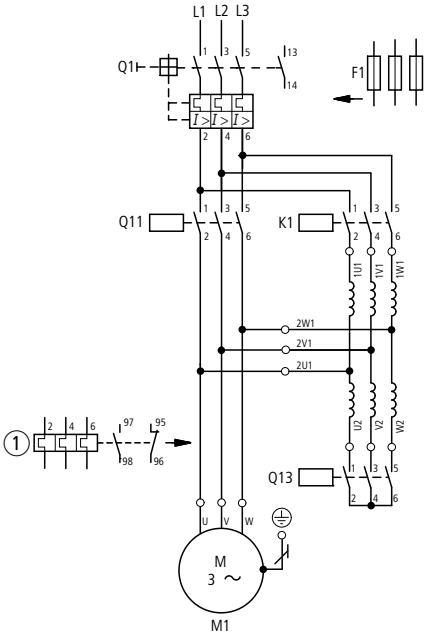


Wirkungsweise
Taster I betätigt Stufenschütz Q16 und Zeitrelais K1. Q16/14-13 – Selbsthaltung über Q11, Q11/32-31 und Taster 0. Der Motor liegt mit vorgeschaltetem Widerstand R1 + R2 am Netz. Entsprechend der eingestellten Anlasszeit leitet Schließer K1/15-18 die Spannung an Q17. Stufenschütz Q17 überbrückt die Anlaßstufe R1. Gleichzeitig schaltet Schließer Q17/14-13 Zeitrelais K2 ein. Entsprechend der eingestellten Anlasszeit leitet K2/15-18 die Spannung an Netzschütz Q11. Damit wird die zweite Anlassstufe R2 überbrückt, und der Motor läuft mit Bemessungsdrehzahl. Q11 hält sich selbst über Q11/14-13. Q16, Q17, K1 und K2 werden durch die Öffner Q11/22-21 und Q11/32-31 spannungslos. Drucktaster 0 schaltet aus. Bei Überlast schaltet Öffner 95-96 am Motorschutzrelais F2 oder Schließer 13-14 des Motorschutzschalters oder des Leistungsschaltes aus.

Bei 1-stufiger Anlassschaltung entfallen Stufenschütz Q17, Widerstand R2 und Zeitrelais K1. Zeitrelais K2 wird direkt an Q16/13 und Widerstand R2 mit seinen Klemmen U1, V1 und W1 an Q11/2, 4, 6 angeschlossen.

Rund um den Motor
Drehstrom-Ständer-Selbstanlasser

Drehstrom-Ständer-Selbstanlasser mit Netzschütz und Anlasstransformator, 1-stufig, 3-phasig

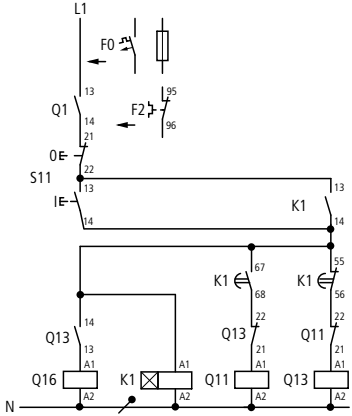


F2 einsetzen, wenn F1 statt Q1 verwendet wird.

Dimensionierung der Schaltgeräte

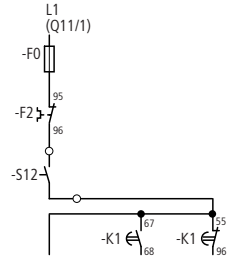
Anlassspannung	= 0,7 x U_e (üblicher Wert)	Anzugsdrehmoment	= 0,49 x Direkteinschaltung
Einschaltstrom	= 0,49 x Direkteinschaltung	Q1, Q11	= I_e
I_A/I_e	= 6	Q16	= 0,6 x I_e
t_A	= 10 s	Q13	= 0,25 x I_e
S/h	= 30		

Rund um den Motor
Drehstrom-Ständer-Selbstanlasser



Dauerkontaktgeber

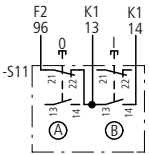
Motorschutzrelais stets auf HAND stellen (Wiedereinschaltsperre



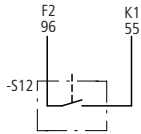
Q16: Stufenschütz
K1: Zeitrelais
Q11: Netzschütz
Q13: Sternschütz

Impulskontaktgeber

I: EIN
0: AUS



Dauer-kontaktgeber



Wirkungsweise

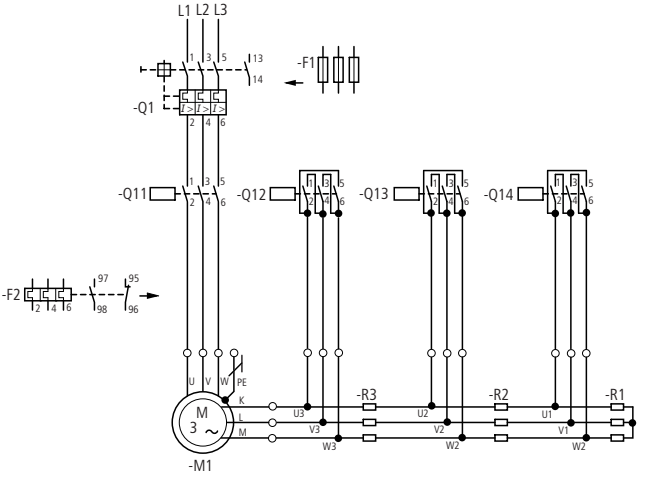
Betätigen von Taster I schaltet gleichzeitig Sternschütz Q13, Zeitrelais K1 und – über Schließer Q13/13-14 – Stufenschütz Q16 ein. Selbsthaltung über K1/13-14. Nach Ablauf von K1 schaltet Öffner K1/55-56 Sternschütz Q13 und – über Schließer Q13/13-14 – Q16 ab: Der Anlaßtransformator ist außer Betrieb, der Motor läuft mit Bemessungsdrehzahl.

Ein neuer Anlauf ist nur möglich, wenn vorher Taster 0 betätigt wird, oder bei Überlast Öffner 95-96 am Motorschutzrelais F2 ausgeschaltet hat. Bei Dauerkontaktgeber muss das Motorschutzrelais F2 immer auf Wiedereinschaltsperre gestellt werden. Hat F2 den Motor ausgeschaltet, kann der Motor erst wieder anlaufen, wenn die Wiedereinschaltsperre gelöst wird.

Rund um den Motor
Drehstrom-Läufer-Selbstanlasser

Drehstrom-Läufer-Selbstanlasser

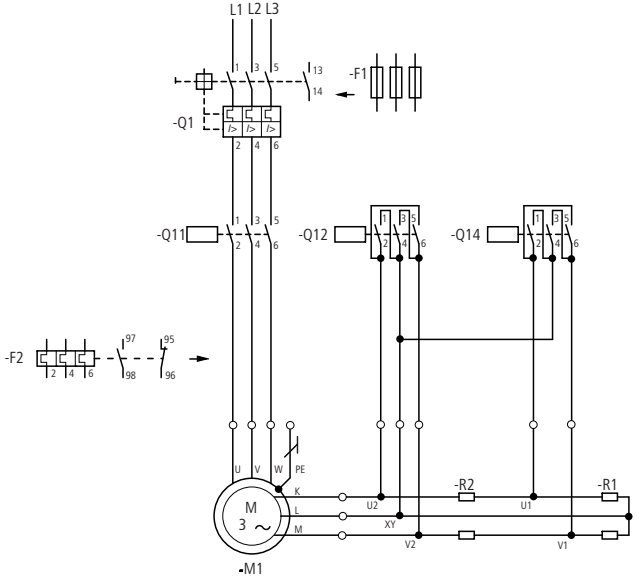
3-stufig, Läufer 3-phasig



F2 einsetzen, wenn F1 statt Q1 verwendet wird.

Rund um den Motor
Drehstrom-Läufer-Selbstanlasser

2-stufig, Läufer 2-phasig



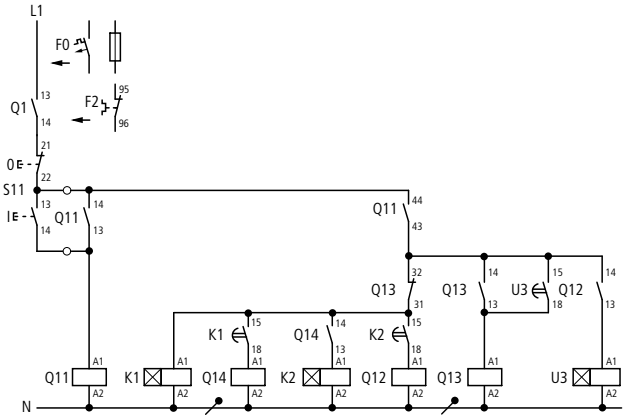
F2 einsetzen, wenn F1 statt Q1 verwendet wird.

Dimensionierung der Schaltgeräte

Einschaltstrom	= 0,5 – 2,5 x I_e
Anzugsmoment	= 0,5 bis Kippmoment
Q1, Q11	= I_e
Stufenschütze	= 0,35 x $I_{Läufer}$
Endstufenschütze	= 0,58 x $I_{Läufer}$

Rund um den Motor
Drehstrom-Läufer-Selbstanlasser

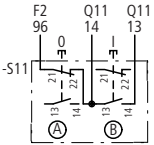
mit Netzschütz, Ausführung 3-stufig, Läufer 3-phasig



Q11: Netzschütz
K1: Zeitrelais
Q14: Stufenschütz
K2: Zeitrelais

Q12: Stufenschütz
Q13: Endstufenschütz
K3: Zeitrelais

Doppeltaster
I: EIN
0: AUS



Anschluss weiterer Befehlsgeräte:
→ Abschnitt „Befehlsgeräte für Stern-Dreieck-Einschalten", Seite 8-45

Rund um den Motor
Drehstrom-Läufer-Selbstanlasser

Wirkungsweise

Taster I betätigt Netzschütz Q11: Schließer Q11/14-13 übernimmt die Spannung, Q11/44-43 schaltet Zeitrelais K1 ein. Der Motor liegt mit vorgeschaltetem Läuferwiderstand R1 + R2 + R3 am Netz. Entsprechend der eingestellten Anlasszeit leitet Schließer K1/15-18 die Spannung an Q14. Stufenschütz Q14 schaltet Anlassstufe R1 ab und über Q14/14-13 Zeitrelais K2 ein. Entsprechend der eingestellten Anlasszeit leitet K2/15-18 die Spannung an Stufenschütz Q12, welches Anlassstufe R2 abschaltet und über Q12/14-13 Zeitrelais K3 einschaltet. Entsprechend der eingestellten Anlasszeit wird über K3/15-18 Endstufenschütz Q13 eingeschaltet, das sich über Q13/14-13 selbst hält und über Q13 die Stufenschütze Q14 und Q12 sowie die Zeitrelais K1, K2 und K3 abschaltet. Endstufenschütz Q13 schließt die Schleifringe des Läufers kurz: der Motor läuft mit Bemessungsdrehzahl.

Taster 0 schaltet aus; bei Überlast schaltet Öffner 95-96 am Motorschutzrelais F2 oder der Schließer 13-14 von Motorschutzschalter oder Leistungsschalter ab.

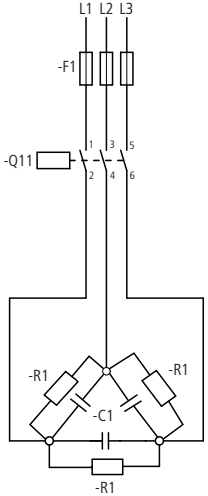
Bei 2- oder 1-stufiger Anlassschaltung entfallen Stufenschütze Q13 und auch Q12 mit ihren Widerständen R3, R2 und Zeitrelais K3, K2. Der Läufer ist dann an die Widerstandklemmen U, V, W2 oder U, V, W1 angeschlossen. Im Stromlaufplan ändern sich sinngemäß die Bezeichnungen der Stufenschütze und Zeitrelais Q13, Q12 in Q12, Q11 oder Q13, Q11.

Bei mehr als drei Stufen werden die zusätzlichen Stufenschütze, Zeitrelais und Widerstände durch entsprechend steigende Kennziffern bezeichnet.

Rund um den Motor
Schalten von Kondensatoren

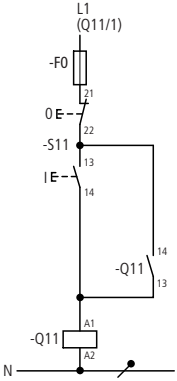
Leistungsschütze DIL für Kondensatoren

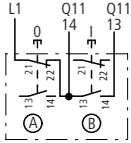
Einzelschaltung ohne Schnell-entladewiderstände



Entladewiderstände R1 im Kondensator eingebaut

Rund um den Motor
Schalten von Kondensatoren





Doppeltaster

Anschluss weiterer Befehlsgeräte:

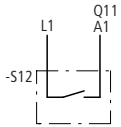
→ Abschnitt „Befehlsgeräte für Stern-Dreieck-Einschalten", Seite 8-45

Dauerkontaktgeber

Bei Betätigung durch Blindleistungsbegrenzer ist zu überprüfen, ob dessen Schaltleistung zur Betätigung der Schützspule ausreicht. Gegebenenfalls Hilfsschütz zwischenschalten.

Wirkungsweise

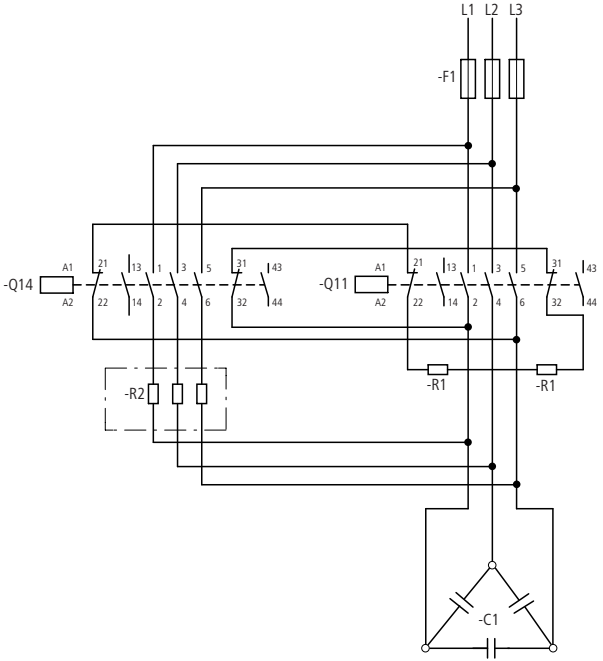
Durcktaster I betätigt Schütz Q11. Q11 zieht an und hält sich über den eigenen Haltekontakt 14-13 und Drucktaster 0 an Spannung. Kondensator C1 ist damit eingeschaltet. Entladewiderstände R1 sind bei eingeschaltetem Schütz Q11 nicht wirksam. Ausschalten durch Betätigen des Drucktasters 0. Öffner Q11/21-22 schalten dann die Entladewiderstände R1 auf den Kondensator C1.



Rund um den Motor
Schalten von Kondensatoren

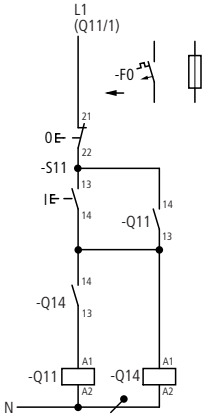
Kondensatorschützkombination

Kondensatorschütz mit Vorstufenschütz und Vorwiderständen. Einzel- und Parallelschaltung ohne/mit Entlade- und Vorstufenwiderständen.



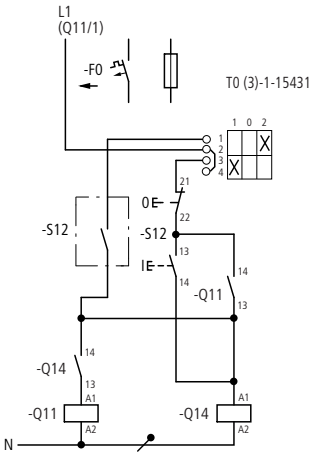
Bei Ausführung ohne Entladewiderstände entfallen die Widerstände R1 und die Schaltverbindungen zu den Hilfsschaltern 21-22 und 31-32.

Rund um den Motor
Schalten von Kondensatoren



Q11: Netzschütz
Q14: Vorstufenschütz
Betätigung durch Doppeltaster S11

Wirkungsweise
Betätigen durch Doppeltaster S11: Drucktaster I betätigt Vorstufenschütz Q14. Q14 schaltet Kondensator C1 mit Vorstufenwiderständen R2 ein. Schließer Q14/14-13 betätigt Netzschütz Q11. Kondensator C1 ist mit überbrückten Vorwiderständen R2 eingeschaltet. Selbsthaltung von Q14 über Q11/14-13, wenn Q11 angezogen hat.



Betätigung durch Wahlschalter S13, Dauerkontaktgeber S12 (Blindleistungsbegrenzer) und Doppeltaster S11

Entladewiderstände R1 sind bei eingeschalteten Q11 und Q14 nicht wirksam. Ausschalten über Drucktaster 0. Öffner Q11/21-22 und 31-32 schalten die Entladewiderstände R1 auf Kondensator C1.

Rund um den Motor
Zwei-Pumpen-Steuerung

Vollautomatische Steuerung für zwei Pumpen

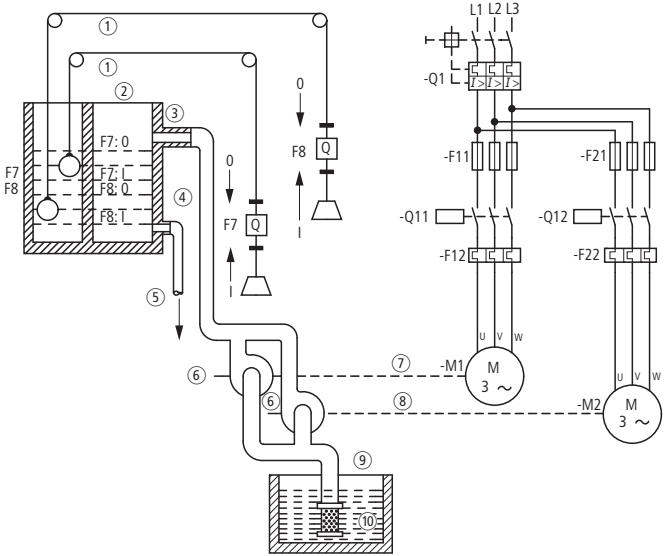
Einschaltfolge der Pumpen 1 und 2 durch Steuerschalter S12 wählbar

Steuerstromschaltung mit 2 Schwimmerschaltern für Grund- und Spitzenlast (auch Betrieb mit 2 Druckwächtern möglich)

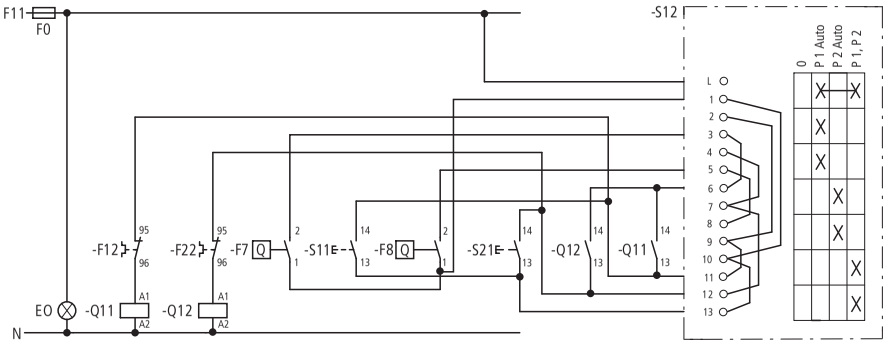
P1 Auto = Pumpe 1 Grundlast, Pumpe 2 Spitzenlast

P2 Auto = Pumpe 2 Grundlast, Pumpe 1 Spitzenlast

P1 + P2 = Direktbetätigung unabhängig von den Schwimmerschaltern (oder ggf. Druckwächtern)



① Seil mit Schwimmer, Gegengewicht, Umlenkrollen, Mitnehmern
② Hochbehälter
③ Zulauf
④ Druckrohr
⑤ Entnahme
⑥ Kreisel- oder Kolbenpumpe
⑦ Pumpe 1
⑧ Pumpe 2
⑨ Saugrohr mit Korb
⑩ Brunnen



T0(3)-4-15833

Schwimmerschalter F7 schließt eher als F8

Wirkungsweise
Die Zwei-Pumpen-Steuerung ist vorgesehen für den Betrieb von zwei Pumpenmotoren M1 und M2. Steuerung über Schwimmerschalter F7 und F8.
Betriebsartenwahlschalter S12 in Stellung P1 Auto. Die Anlage arbeitet wie folgt:
Bei fallendem/steigendem Wasserspiegel im Hochbehälter schaltet F7 Pumpe 1 ein oder aus (Grundlast). Fällt der Wasserspiegel unter

Q11: Netzschütz Pumpe 1

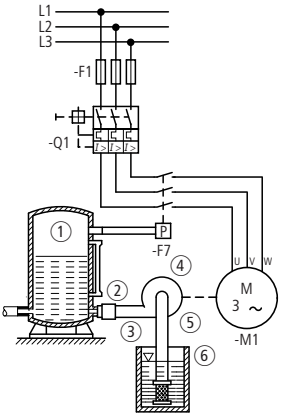
den Bereich von F7 (Entnahme größer als Zulauf) schaltet F8 Pumpe 2 zu (Spitzenlast). Steigt der Wasserspiegel wieder, schaltet F8 aus. Pumpe 2 läuft aber weiter, bis F7 beide Pumpen abschaltet.
Die Folge der Pumpen 1 und 2 kann über den Betriebsartenwahlschalter S12 bestimmt werden: Stellungen P1 Auto oder P2 Auto.

Q12: Netzschütz Pumpe 2

In Stellung P1 + P2 sind beide Pumpen in Betrieb, unabhängig von den Schwimmerschaltern (Achtung! Überlaufen des Hochbehälters möglich).
Bei Ausführung der Zwei-Pumpen-Steuerung mit zyklischer Vertauschung (T0(3)-4-15915) hat S12 eine weitere Schaltstellung: nach jedem Schaltvorgang wird automatisch die Schaltfolge gewechselt.

Rund um den Motor
Vollautomatische Pumpensteuerung

Mit Druckwächter für Windkessel und Hauswasserversorgungsanlage ohne Wassermangelsicherung

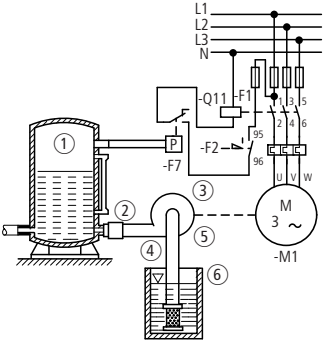


Mit 3-poligem Druckwächter MCSN (Hauptstromschaltung)

F1: Schmelzsicherungen (falls erforderlich)
Q1: Motorschutzschalter handbetätigt (z. B. PKZ)
F7: Druckwächter MCSN 3-polig
M1: Pumpenmotor
① Wind- oder Druckkessel (Hydrophor)
② Rückschlagventil
③ Druckrohr
④ Kreisel- (oder Kolben-) Pumpe
⑤ Saugrohr mit Korb
⑥ Brunnen

Rund um den Motor
Vollautomatische Pumpensteuerung

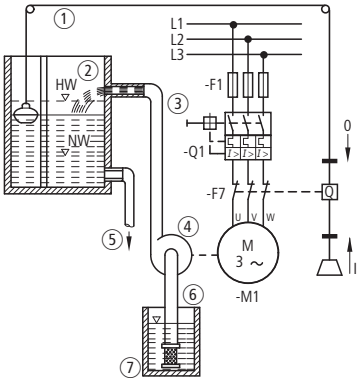
Mit 1-poligem Druckwächter MCS
(Steuerstromschaltung)



F1: Schmelzsicherungen
Q11: Schütz oder selbsttätiger Stern-Dreieck-Schalter
F2: Motorschutzrelais mit Wiedereinschaltsperre
F7: Druckwächter MCS 1-polig
M1:Pumpenmotor
① Wind- oder Druckkessel (Hydrophor)
② Rückschlagventil
③ Kreisel- (oder Kolben-) Pumpe
④ Druckrohr
⑤ Saugrohr mit Korb
⑥ Brunnen

Rund um den Motor
Vollautomatische Pumpensteuerung

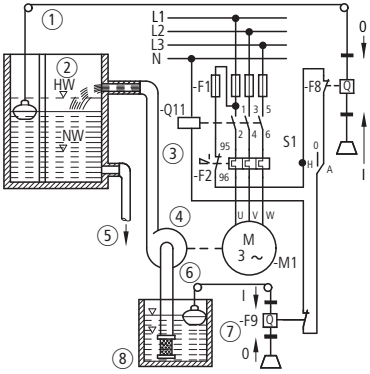
Mit 3-poligem Schwimmerschalter
(Hauptstromschaltung)



F1: Schmelzsicherungen (falls erforderlich)
Q1: Motorschutzschalter handbetätigt (z. B. PKZ)
F7: Schwimmerschalter 3-polig (Schaltung: Vollpumpen)
M1:Pumpenmotor
HW:Höchstwert
NW:Niedrigstwert
① Seil mit Schwimmer, Gegengewicht, Umlenkrollen und Mitnehmern
② Hochbehälter
③ Druckrohr
④ Kreisel- (oder Kolben-) Pumpe
⑤ Entnahme
⑥ Saugrohr mit Korb
⑦ Brunnen

Rund um den Motor
Vollautomatische Pumpensteuerung

Mit 1-poligem Schwimmerschalter
(Steuerstromschaltung)



F1: Schmelzsicherungen
Q11: Schütz oder selbsttätiger Stern-Dreieck-Schalter
F2: Motorschutzrelais mit Wiedereinschaltsperre
F8: Schwimmerschalter 1-polig (Schaltung: Vollpumpen)
S1: Umschalter HAND-AUS-AUTOMATIK
F9: Schwimmerschalter 1-polig (Schaltung: Leerpumpen)
M1: Pumpenmotor
① Seil mit Schwimmer, Gegengewicht, Umlenkrollen und Mitnehmern
② Hochbehälter
③ Druckrohr
④ Kreisel- (oder Kolben-) Pumpe
⑤ Entnahme
⑥ Saugrohr mit Korb
⑦ Wassermangelsicherung durch einen Schwimmerschalter
⑧ Brunnen

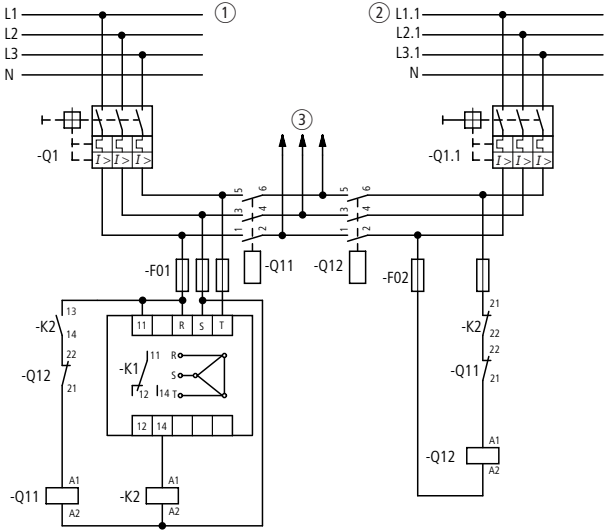
Rund um den Motor

Vollautomatischer Netzumschalter mit automatischer Rückstellung

Umschalteinrichtung nach DIN VDE 0100-718 – Errichten von Niederspannungsanlagen –…– Bauliche Anlagen für Menschenansammlungen

Automatische Rückschaltung, der Phasenwächter ist eingestellt auf:

Ansprechspannung $U_{an} = 0{,}95 \times U_n$
Rückfallspannung $U_b = 0{,}85 \times U_{an}$



① Hauptnetz
② Hilfsnetz
③ zum Verbraucher

Wirkungsweise

Zuerst wird Hauptschalter Q1, dann Hauptschalter Q1.1 (Hilfsnetz) eingeschaltet.

Der Phasenwächter K1 erhält über das Hauptnetz Spannung und schaltet sofort Hilfsschütz K2 ein. Öffner K2/21-22 sperrt den Stromkreis. Schütz Q12 (Hilfsnetz) und Schließer K2/13-14 schließt den Stromkreis Q11. Schütz Q11 zieht an und schaltet das Hauptnetz an den Verbraucher. Schütz Q12 wird zusätzlich über Öffner Q11/22-21 gegen das Hauptnetzschütz Q11 verriegelt.

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

	Seite
Approbationen und Zulassungen	9-2
Sicherungen für Stromkreise in Nordamerika	9-4
Zulassungsstellen	9-7
Prüfstellen und Prüfzeichen	9-12
Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika	9-14
Schaltzeichen Europa – Nordamerika	9-23
Schaltplanbeispiele nach nordamerikanischen Vorschriften	9-35
Nordamerikanische Klasseneinteilung für Hilfstromschalter	9-38
Motorbemessungsströme für nordamerikanische Motoren	9-40
Schutzarten elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika	9-41
Nordamerikanische Leitungsquerschnitte	9-44

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika
Approbationen und Zulassungen



Approbationen für Schalt- und Schutzgeräte oder für Schaltanlagen sind landesspezifische, regionale oder anwendungsspezifische Zulassungen für den Einsatz dieser Produkte.

- Häufig sind zusätzliche Prüfungen durch unabhängige, national zugelassene Prüfstellen vorgeschrieben und bei manchen Zulassungen ist eine regelmäßige Fertigungsüberwachung durch die Approbationsstelle Bedingung.
- Häufig sind die Approbationen mit einer Kennzeichnungspflicht auf den approbierten Produkten verbunden.
- Bei einigen Approbationen werden die zulässigen technischen Daten der Produkte zulassungsspezifisch verändert.
- Zum Teil gelten eingeschränkte Anwendungsmöglichkeiten für die approbierten Produkte.
- Der Handlungsspielraum des Herstellers wird dadurch eingeschränkt, dass jede Produktänderung zunächst zugelassen werden muss.

Informationen finden Sie im Hauptkatalog Industrie, im Kapitel 23.

www.eaton.com/moeller/support (Kataloge)

Approbierte Produkte allein reichen nicht immer aus, um erfolgreich zu exportieren.

Neben approbierten Produkten sind gute Kenntnisse der zutreffenden Normen und der marktüblichen Besonderheiten bei der Anwendung zu berücksichtigen.

Eine Checkliste kann helfen, wichtige Fragen zu klären und schon im Angebot zu berücksichtigen. Die bei der Projektierung nicht berücksichtigten Besonderheiten können nach dem Bau einer Anlage oft nur mit sehr hohen Kosten und Zeitverlust nachgerüstet werden.

Besonderheiten für den Export nach Nordamerika (USA, Kanada)

Was sich auf der ganzen Welt bewährt hat, wird nicht automatisch auch in Nordamerika akzeptiert. Für den Export nach Nordamerika sind besonders zu beachten:

- nordamerikanische Approbationen,
- nordamerikanische Produkt- und Errichtungsnormen,
- spezielle Marktgewohnheiten,
- Abnahme durch örtliche Inspektoren (AHJ = **A**uthority **H**aving **J**urisdiction).

Nordamerikanische Besonderheiten, die man in der IEC-Welt nicht kennt:

- Gerätearten und Hauptanwendungen,
- produktspezifische Unterschiede beim Approbationsumfang,
- unterschiedliche Hauptstromkreise (Feeder Circuits, Branch Circuits),
- Einschränkungen in Abhängigkeit von den Netzformen,
- applikationsbezogene Unterschiede bei der Geräteauswahl.

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika
Approbationen und Zulassungen

Geräteart en in Nordamerika

In Nordamerika wird zunächst unterschieden, zwischen Geräten für die Energieverteilung z. B. nach UL 489 und Industrieschaltgeräten nach UL 508.

Die UL 489 und die CSA-C22.2 No. 5-09 sehen wesentlich größere Luft- und Kriechstrecken vor, als die IEC-Normen und die damit harmonisierten europäischen Normen.

Betroffen war z. B. der europäische Motorschutzschalter, der mittlerweile durch Zusatzklemmen auf der Eingangsseite über die geforderten Luft- und Kriechstrecken verfügen kann.

Geräte für die Energieverteilung

- Leistungsschalter
  UL 489, CSA-C22.2 No. 5-09
- Trennschalter
  UL 489, CSA-C22.2 No. 5-09
- Lasttrennschalter
  UL 98, CSA-C22.2 No. 4
- Sicherungslasttrenner
  UL 98, CSA-C22.2 No. 4
- Sicherungen
  UL 248, CSA-C22.2 No. 248

Industrieschaltgeräte

UL 508 und CSA-C22.2 No. 14

- Leistungsschütze
- Hilfsschütze
- Motorschutzrelais
- Nockenschalter
- Befehlsgeräte, Positionsschalter
- Elektronische Geräte/Systeme
- Freiprogrammierbare Steuerungen

Beispiele für eine besondere Geräteauswahl für Nordamerika

- Die Art der Last, die zu einem Stromkreis gehört, ist für die Auswahl der Schalt- und Schutzgeräte wichtig. Motorstarter dürfen ausschließlich Motoren schalten und schützen.
- Motorstarter auf Sammelschienenadapter im Feeder Circuit nur mit großen Luft- und Kriechstrecken[1)].
- Für Motorstarter auf Sammelschienenadapter im Branch Circuit reichen kleine Luft- und Kriechstrecken[1)].
- Zusatzgriffe für Türkupplungs-Drehgriffe zum Einsatz in Nordamerika notwendig.

[1)] Beispielschaltung → Abbildung, Seite 9-35

Ausführliche Informationen und Tipps zum Export von Niederspannungs-Schaltgeräten und -Anlagen nach Nordamerika stehen Ihnen im Internet als kostenloses Download zur Verfügung.

www.eaton.com/moeller (News/Presse, Veröffentlichungen)



Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Sicherungen für Stromkreise in Nordamerika

Hinweise zur Tabelle → Seite 9-6.

Typ bzw. Bauform in: USA	Kanada	Vorschriften UL, CSA	Auslöse-charakteristik	SCCR	Übliche Werte in A
Class **H**, "Code"	Class **H**, No. 59 "Code"	UL 248-6/7, C22.2 248-6/7	flink	10 kA, 250 V AC 10 kA, 600 V AC	0…600
Class **CC**	Class **CC**	UL 248-4, C22.2 248-4	flink träge	200 kA, 600 V AC	0,5…30
Class **G**	Class **G**	UL 248-5, C22.2 248-5	flink träge	100 kA, 480 V AC 100 kA, 600 V AC	21…60 0,5…20
Class **J**	Class **J** HRCI-J	UL 248-8, C22.2 248-8	flink träge	200 kA, 600 V AC	1…600
Class **K** K1, K5	Class **K** K1, K5	UL 248-9, C22.2 248-9	flink träge	50 kA/100 kA/ 200 kA, 600 V AC	0…600
Class **L**	Class **L**	UL 248-10, C22.2 248-10	flink träge	200 kA, 600 V AC	601…6000
Class **R** RK1, RK5	Class **R** HRCI-R RK1, RK5	UL 248-12, C22.2 248-12	flink träge	50 kA/100 kA/ 200 kA, 600 V AC	0…600
Class **T**	Class **T**	UL 248-15, C22.2 248-15	flink	200 kA, 300 V AC 200 kA, 600 V AC	0…1200

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Sicherungen für Stromkreise in Nordamerika

Anwendungsgebiete		Hinweise
Vorwiegend im Haushalt		Typen H, K und No. 59 "Code" passen in die gleichen Unterteile. Daher besteht die Gefahr einer Verwechselung! Siehe auch Hinweise zu Class K.
flink: Schutz von ohmschen und induktiven Lasten. Stromkreise für Heizung, Beleuchtung, Einspeisungen und Abgänge für gemischte Lasten.	**träge**: Schutz von induktiven und stark induktiven Lasten. Stromkreise für Motoren, Transformatoren, Beleuchtung, usw.	Extrem kompakte Bauweise. **Strombegrenzend** nach UL/CSA.
		Kompakte Bauweise. **Strombegrenzend** nach UL/CSA. Alle anderen Typen passen nicht in diese Unterteile.
		Kompakte Bauweise. **Strombegrenzend** nach UL/CSA. Alle anderen Typen passen nicht in diese Unterteile.
		Nicht-strombegrenzend nach UL/CSA. In NA werden deshalb die Typen K mehr und mehr von den Typen RK abgelöst.
		Strombegrenzend nach UL/CSA. Alle anderen Typen passen nicht in diese Unterteile.
		Strombegrenzend nach UL/CSA. Typen RK1, RK5 und HRCI-R passen in die gleichen Unterteile. Alle anderen Sicherungstypen passen nicht in diese Unterteile. Sicherungen RK1 haben geringere Durchlasswerte als RK5.
	–	Extrem kompakte Bauweise. **Strombegrenzend** nach UL/CSA. Alle anderen Typen passen nicht in diese Unterteile.

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika
Sicherungen für Stromkreise in Nordamerika

Auswahl und Anwendung von Sicherungen, die für Stromkreise (Feeder und Branch Circuits) in Nordamerika geeignet sind.

Die Angaben der Auslösecharakteristiken und die ihnen zugeordneten Anwendungsgebiete stellen eine grobe Übersicht dar.

Die NA-Sicherungstypen sind zum großen Teil ebenfalls für DC-Stromkreise nach UL und CSA geprüft und geeignet.

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika
Zulassungsstellen

Kürzel	Vollständige Bezeichnung	Land
ABS	**A**merican **B**ureau of **S**hipping Schiffsklassifikationsgesellschaft	USA
AEI	**A**ssoziazione **E**lettrotechnica ed Elettronica **I**taliana Verband der italienischen elektrotechnischen Industrie	Italien
AENOR	**A**sociacion **E**spañola de **Nor**malización y Certificación, Spanischer Verband für Normierung und Zertifizierung	Spanien
ALPHA	Gesellschaft zur Prüfung und Zertifizierung von Niederspannungsgeräten, Deutsche Prüfstellenvereinigung	Deutschland
ANSI	**A**merican **N**ational **S**tandards **I**nstitute	USA
AS	**A**ustralian **S**tandard	Australien
ASA	**A**merican **S**tandards **A**ssociation Amerikanische Normenvereinigung	USA
ASTA	**A**ssociation of **S**hort-Circuit **T**esting **A**uthorities Vereinigung der Prüfstellen	Großbritannien
BS	**B**ritish **S**tandard	Großbritannien
BV	**B**ureau **V**eritas, Schiffsklassifizierungsgesellschaft	Frankreich
CEBEC	**C**omité **E**lectrotechnique **Be**lge, Belgisches Gütezeichen für elektrotechnische Erzeugnisse	Belgien
CEC	**C**anadian **E**lectrical **C**ode	Kanada
CEI	**C**omitato **E**lettrotecnico **I**taliano Italienische Normungsorganisation	Italien
CEI	**C**ommission **E**lectrotechnique **I**nternationale Internationale Elektrotechnische Komission	Schweiz
EEMAC (CEMA)	**E**lectrical **E**quipment **M**anufacturers **A**ssociation of **C**anada Verband der Kanadischen Elektroindustrie	Kanada
CEN	**C**omité **E**uropéen de **N**ormalisation Europäisches Normenkomitee	Europa

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika
Zulassungsstellen

Kürzel	Vollständige Bezeichnung	Land
CENELEC	**C**omité **E**uropéen de coordination de **N**ormalisation **Élec**trotechnique, Europäisches Komitee zur elektrotechnischen Normung	Europa
CSA	**C**anadian **S**tandards **A**ssociation Kanadische Normenvereinigung, Kanadische Norm	Kanada
DEMKO	**D**anmarks **E**lektriske **M**aterie**ko**ntrol Dänische Materialkontrolle für elektrotechnische Erzeugnisse	Dänemark
DIN	**D**eutsches **I**nstitut für **N**ormung	Deutschland
DNA	**D**eutscher **N**ormen**a**usschuss	Deutschland
DNV	**D**et **N**orsk **V**eritas Schiffsklassifikationsgesellschaft	Norwegen
EN	**E**uropäische **N**orm	Europa
ECQAC	**E**lectronic **C**omponents **Q**uality **A**ssurance **C**ommittee Komitee für Bauelemente mit bestätigter Beschaffenheit	Europa
ELOT	Hellenic Organization for Standardization Griechische Normungsorganisation	Griechenland
EOTC	**E**uropean **O**rganization for **T**esting and **C**ertification Europäische Organisation für Konformitätsbewertung	Europa
ETCI	**E**lectro**t**echnical **C**ouncil of **I**reland Irische Normungsorganisation	Irland
GL	**G**ermanischer **L**loyd Schiffsklassifikationsgesellschaft	Deutschland
HD	Harmonisierungsdokument	Europa
IEC	**I**nternational **E**lectrotechnical **C**ommission Internationale Elektrotechnische Kommission	–
IEEE	**I**nstitute of **E**lectrical and **E**lectronics **E**ngineers Verein der Elektro- und Elektronik-Ingenieure	USA

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika
Zulassungsstellen

Kürzel	Vollständige Bezeichnung	Land
IPQ	**I**nstituto **P**ortoguês da **Q**ualidade Portugiesisches Qualitäts-Institut	Portugal
ISO	**I**nternational **O**rganization for **S**tandardization Internationale Organisation für Normung	–
JEM	**J**apanese **E**lectrical **M**anufacturers Association Verband der Elektroindustrie	Japan
JIC	**J**oint **I**ndustry **C**onference Gesamtverband der Industrie	USA
JIS	**J**apanese **I**ndustrial **S**tandard	Japan
KEMA	**K**euring van **E**lektrotechnische **M**aterialen Prüfinstitut für elektrotechnische Erzeugnisse	Niederlande
LOVAG	**L**ow **V**oltage Agreement Group	–
LRS	**L**loyd's **R**egister of **S**hipping Schiffsklassifikationsgesellschaft	Großbritannien
MITI	**M**inistry of **I**nternational **T**rade and **I**ndustry Ministerium für Außenhandel und Industrie	Japan
NBN	**N**orme **B**elge, Belgische Norm	Belgien
NEC	**N**ational **E**lectrical **C**ode Nationaler Code für Elektrotechnik	USA
NEMA	**N**ational **E**lectrical **M**anufacturers **A**ssociation Verband der Elektroindustrie	USA
NEMKO	**N**orges **E**lektrische **M**ateriell**ko**ntroll Norwegisches Prüfinstitut für elektrotechnische Erzeugnisse	Norwegen
NEN	**Ne**derlands **N**orm, Niederländische Norm	Niederlande
NFPA	**N**ational **F**ire **P**rotection **A**ssociation US-amerikanische Gesellschaft für Brandverhütung	USA
NKK	**N**ippon **K**aiji **K**yakai Japanische Gesellschaft für Klassifikation	Japan

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika
Zulassungsstellen

Kürzel	Vollständige Bezeichnung	Land
OSHA	**O**ccupational **S**afety and **H**ealth **A**dministration Amt für Arbeitsschutz und Arbeitshygiene	USA
ÖVE	**Ö**sterreichischer **V**erband für **E**lektrotechnik	Österreich
PEHLA	**P**rüfstelle **e**lektrischer **H**och**l**eistungs**a**pparate der Gesellschaft für elektrische Hochleistungsprüfungen	Deutschland
PRS	**P**olski **R**ejestr **S**tatków Schiffsklassifikationsgesellschaft	Polen
PTB	**P**hysikalisch-**T**echnische **B**undesanstalt	Deutschland
RINA	**R**egistro **I**taliano **Na**vale Italienische Schiffsklassifikationsgesellschaft	Italien
SAA	**S**tandards **A**ssociation of **A**ustralia	Australien
SABS	**S**outh **A**frican **B**ureau of **S**tandards	Südafrika
SEE	**S**ervice de l'**E**nergie de l'**E**tat Luxemburgische Behörde für Normung, Prüfung und Zertifizierung	Luxemburg
SEMKO	**S**venska **E**lektriska **M**ateriel**ko**ntrollanstalten Schwedische Prüfanstalten für elektrotechnische Erzeugnisse	Schweden
SEV	**S**chweizerischer **E**lektrotechnischer **V**erein	Schweiz
SFS	Suomen Standardisoimisliitlo r.y. Finnischer Normenverband, Finnische Norm	Finnland
SUVA	**S**chweizerische **U**nfall**v**ersicherungs-**A**nstalt	Schweiz
TÜV	**T**echnischer **Ü**berwachungs**v**erein	Deutschland
UL	**U**nderwriters' **L**aboratories Inc. Vereinigte Versicherungslaboratorien	USA
UTE	**U**nion **T**echnique de l'**E**lectricité Elektrotechnische Vereinigung	Frankreich

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika
Zulassungsstellen

Kürzel	Vollständige Bezeichnung	Land
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik (früher **V**erband **D**eutscher **E**lektrotechniker)	Deutschland
ZVEI	**Z**entral**v**erband **E**lektrotechnik- und Elektronik-**i**ndustrie	Deutschland

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika
Prüfstellen und Prüfzeichen

Prüfstellen und Prüfzeichen in Europa und Nordamerika

Fast alle Eaton Geräte der Moeller series haben in ihrer Grundausstattung alle weltweit erforderlichen Approbationen einschließlich der für die USA und Kanada.

Einige Geräte, wie z. B. Leistungsschalter, sind in ihrer Grundausführung weltweit einsetzbar, mit Ausnahme von USA und Kanada. Für den Export nach Nordamerika werden die Geräte in einer besonderen UL- und CSA-approbierten Ausführung angeboten.

Den aktuellen Stand der verfügbaren Approbationen finden Sie im Internet: http://www.moeller.net/eaton-approbationen/de

In einigen Fällen müssen die besonderen landesspezifischen Errichtungs- und Betriebsvorschriften, Installationsmaterialien und Installationsarten, sowie besondere Umstände berücksichtigt werden, wie z. B. erschwerte Klimabedingungen.

Seit Januar 1997 müssen alle Geräte, die der europäischen Niederspannungsrichtlinie entsprechen und für den Verkauf in der Europäischen Union bestimmt sind, mit dem CE-Zeichen versehen werden.

Die CE-Kennzeichnung besagt, dass das gekennzeichnete Gerät allen maßgeblichen Anforderungen und Vorschriften entspricht. Die Kennzeichnungspflicht ermöglicht somit einen unbegrenzten Einsatz dieser Geräte im europäischen Wirtschaftsraum.

Da die mit der CE-Kennzeichnung versehenen Geräte den harmonisierten Normen entsprechen, ist eine Approbation in den Ländern der Europäischen Gemeinschaft nicht notwendig.

Eine Ausnahme bildet das Installationsmaterial. Dort wird für die Gerätegruppe der Leitungs- und Fehlerstromschutzschalter oftmals eine zusätzliche Kennzeichnung mit einem nationalen Prüfzeichen erwartet. In der nachfolgenden Tabelle ist eine Auswahl der Prüfzeichen dargestellt.

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Prüfstellen und Prüfzeichen

Land	Prüfstelle	Zeichen
Belgien	Comité Electrotechnique Belge Belgisch Elektrotechnisch Comité (CEBEC)	
China	China Compulsory Certification (CCC)	
Dänemark	Danmarks Elektriske Materielkontrol (DEMKO)	
Deutschland	Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik	
Finnland	FIMKO	
Frankreich	Union Technique de l'Electricité (UTE)	
Niederlande	Naamloze Vennootschap tot Keuring van Electrotechnische Materialien (KEMA)	
Norwegen	Norges Elektriske Materiellkontrol (NEMKO)	
Österreich	Österreichischer Verband für Elektrotechnik (ÖVE)	
Russland	Goststandart(GOST-)R	
Schweden	Svenska Elektriska Materielkontrollanstalten (SEMKO)	
Schweiz	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (SEV)	
USA	Underwriters Laboratories Listing Recognition	
Kanada	Canadian Standards Association (CSA)	

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

Gerätekennzeichnung in USA und Kanada nach NEMA ICS 19-2002 (R 2007), ANSI Y32.2/IEEE 315/315 A

Zur Unterscheidung von Geräten mit ähnlichen Funktionen können zusätzlich zu den Gerätekennbuchstaben der folgenden Tabelle drei Zahlen oder Buchstaben hinzugefügt werden. Bei Verwendung von zwei oder mehreren Kennbuchstaben wird üblicherweise der Funktionskennbuchstabe an die erste Stelle gesetzt.

Beispiel:
Das Hilfsschütz, das die erste Tippfunktion einleitet, wird gekennzeichnet mit „1 JCR". Hier bedeuten:

1 = Zählnummer

J = Jog (Tippen) – Funktion des Betriebsmittels

CR = Control relay (Hilfsschütz) – Art des Betriebsmittels

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

Geräte- oder Funktionskennbuchstaben nach NEMA ICS 19-2002 (R 2007)

Kennbuch-stabe	Device or Function	Gerät oder Funktion
A	Accelerating	Beschleunigen
AM	Ammeter	Amperemeter
B	Braking	Bremsen
C oder CAP	Capacitor, capacitance	Kondensator, Kapazität
CB	Circuit-breaker	Leistungsschalter
CR	Control relay	Hilfsschütz, Steuerschütz
CT	Current transformer	Stromwandler
DM	Demand meter	Verbrauchszähler
D	Diode	Diode
DS oder DISC	Disconnect switch	Trennschalter
DB	Dynamic braking	Dynamisches Bremsen
FA	Field accelerating	Feld-Beschleunigung
FC	Field contactor	Feld-Schütz
FD	Field decelerating	Feld-Abnahme (Verzögerung)
FL	Field-loss	Feld-Ausfall
F oder FWD	Forward	Vorwärts
FM	Frequency meter	Frequenzmesser
FU	Fuse	(Schmelz-)Sicherung
GP	Ground protective	Schutzerdung
H	Hoist	Heben
J	Jog	Tippen
LS	Limit switch	Grenztaster, Endlagenschalter
L	Lower	Niedriger, vermindert
M	Main contactor	Hauptschütz
MCR	Master control relay	Hauptsteuerschütz

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

Kennbuch-stabe	Device or Function	Gerät oder Funktion
MS	Master switch	Meisterschalter
OC	Overcurrent	Überlaststrom
OL	Overload	Überlast
P	Plugging, potentiometer	Potentiometer oder Steckvor-richtung
PFM	Power factor meter	Leistungsfaktormesser
PB	Pushbutton	Drucktaster
PS	Pressure switch	Druckwächter, Druckschalter
REC	Rectifier	Gleichrichter
R oder RES	Resistor, resistance	Widerstand, Resistor
REV	Reverse	Rückwärtslauf
RH	Rheostat	Stellwiderstand, Rheostat
SS	Selector switch	Wahlschalter
SCR	Silicon controlled rectifier	Thyristor
SV	Solenoid valve	Magnetventil
SC	Squirrel cage	Käfigläufer
S	Starting contactor	Anlassschütz
SU	Suppressor	Sperre, Unterdrücker
TACH	Tachometer generator	Tachogenerator
TB	Terminal block, board	Klemmenblock, Klemmenleiste
TR	Time-delay relay	Zeitrelais
Q	Transistor	Transistor
UV	Undervoltage	Unterspannung
VM	Voltmeter	Voltmeter
WHM	Watthour meter	Wattstundenzähler
WM	Wattmeter	Wattmeter
X	Reactor, reactance	Drosselspule, Reaktanz

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

Als Alternative zur Gerätekennzeichnung mit Kennbuchstaben (device designation) nach NEMA ICS 19-2002 (R 2007) ist die Kennzeichnung nach Geräteklassen (class designation) zulässig. Die Kennzeichnung mit der „class designation" soll die Harmonisierung mit internationalen Standards erleichtern. Die hier verwendeten Kennbuchstaben sind zum Teil denen der IEC 61346-1 (1996-03) angenähert.

Geräteklassen-Kennbuchstaben nach ANSI Y32.2/IEEE 315, 315 A

Kennbuchstabe	Device or Function	Gerät oder Funktion
A	Separate Assembly	Einzelaufstellung
B	Induction Machine, Squirrel Cage Induction Motor Synchro, General • Control transformer • Control transmitter • Control Receiver • Differential Receiver • Differential Transmitter • Receiver • Torque Receiver • Torque Transmitter Synchronous Motor Wound-Rotor Induction Motor or Induction Frequency Convertor	Asynchronmaschine, Käfigläufer Asynchronmotor Drehmelder, allgemein • Steuertransformator • Steuergeber • Steuerempfänger • Differentialempfänger • Differentialgeber • Empfänger • Momentempfänger • Momentgeber Synchronmotor Induktionsmotor mit gewickeltem Läufer oder Induktions-Frequenz-umformer
BT	Battery	Batterie
C	Capacitor • Capacitor, General • Polarized Capacitor Shielded Capacitor	Kondensator • Kondensator, allgemein • Gepolter Kondensator Abgeschirmter Kondensator
CB	Circuit-Breaker (all)	Leistungsschalter (alle)

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

Kennbuch-stabe	Device or Function	Gerät oder Funktion
D, CR	Diode • Bidirectional Breakdown Diode • Full Wave Bridge Rectifier • Metallic Rectifier • Semiconductor Photosensitive Cell • Semiconductor Rectifier • Tunnel Diode • Unidirectional Breakdown Diode	Diode • Zweirichtungs-Zenerdiode • Vollweggleichrichter • Trockengleichrichter • Halbleiterfotozelle • Halbleitergleichrichter • Tunneldiode • Einweg-Zenerdiode
D, VR	Zener Diode	Zenerdiode
DS	Annunciator Light Emitting Diode Lamp • Fluorescent Lamp • Incandescent Lamp • Indicating Lamp	Melder Leuchtdiode Lampe • Leuchtstofflampe • Glühlampe • Leuchtmelder
E	Armature (Commutor and Brushes) Lightning Arrester Contact • Electrical Contact • Fixed Contact • Momentary Contact Core • Magnetic Core Horn Gap Permanent Magnet Terminal Not Connected Conductor	Magnetanker (Kommutator und Bürsten) Blitzschutz Kontakt, Schaltstück • Elektrokontakt • Festes Schaftstück • Wischkontakt Ader, Kern • Magnetkern Kontaktabstand Dauermagnet Klemme Nicht angeschlossene Leitung

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

Kennbuch-stabe	Device or Function	Gerät oder Funktion
F	Fuse	Sicherung
G	Rotary Amplifier (all) A.C. Generator Induction Machine, Squirrel Cage Induction Generator	Verstärkermaschine (alle) Wechselstromgenerator Asynchronmaschine, Käfigläufer Asynchrongenerator
HR	Thermal Element Actuating Device	Bimetall-Schalter
J	Female Disconnecting Device Female Receptacle	Abschaltbuchse Buchse, Steckdose
K	Contactor, Relay	Schütz, Hilfsschütz
L	Coil • Blowout Coil • Brake Coil • Operating Coil Field • Commutating Field • Compensating Field • Generator or Motor Field • Separately Excited Field • Series Field • Shunt Field Inductor Saturable Core Reactor Winding, General	Spule • Löschspule • Bremsspule • Erregerspule Feld • Wendefeld • Ausgleichsfeld • Generator- oder Motorfeld • Fremderregtes Feld • Hauptfeld • Nebenschlussfeld Induktor Sättigungsdrossel Windung, allgemein
LS	Audible Signal Device • Bell • Buzzer • Horn	Akustischer Signalgeber • Glocke • Summer • Hupe
M	Meter, Instrument	Messinstrument

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

Kennbuch-stabe	Device or Function	Gerät oder Funktion
P	• Male Disconnecting Device • Male Receptable	• Abschaltstecker • Stecker
Q	Thyristor • NPN Transistor • PNP Transistor	Thyristor • NPN Transistor • PNP Transistor
R	Resistor • Adjustable Resistor • Heating Resistor • Tapped Resistor • Rheostat Shunt • Instrumental Shunt • Relay Shunt	Widerstand • Einstellbarer Widerstand • Heizwiderstand • Widerstand mit Anzapfung • Stellwiderstand Nebenschluss • Nebenschlusswiderstand für Messgeräte • Nebenschlusswiderstand für Relais
S	Contact • Time Closing Contact • Time Opening Contact • Time Sequence Contact • Transfer Contact • Basic Contact Assembly • Flasher	Kontakt, Schaltstück • Einschaltverzögerter Kontakt • Ausschaltverzögerter Kontakt • Zeitfolgekontakt • Umschaltkontakt • Kontaktsatz • Blinksignal

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

Kennbuch-stabe	Device or Function	Gerät oder Funktion
S	Switch • Combination Locking and Nonlokking Switch • Disconnect Switch • Double Throw Switch • Drum Switch • Flow-Actuated Switch • Foot Operated Switch • Key-Type Switch • Knife Switch • Limit Switch • Liquid-Level Actuated Switch • Locking Switch • Master Switch • Mushroom Head • Operated Switch • Pressure or Vacuum • Operated Switch • Pushbutton Switch • Pushbutton Illuminated Switch, Rotary Switch • Selector Switch • Single-Throw Switch • Speed Switch Stepping Switch • Temperature-Actuated Switch • Time Delay Switch • Toggle Switch • Transfer Switch • Wobble Stick Switch Thermostat	Schalter • Schalterkombination, verriegelt und nicht verriegelt • Abschalter • Doppelhebelschalter • Walzenschalter • Durchflussschalter • Fußschalter • Schlüsselschalter • Messerschalter • Grenzschalter • Schwimmerschalter • Verriegelungsschalter • Meisterschalter • Pilzschalter/-druckschalter • Druck-/Vakuumwächter • Drucktaster • Leuchtdrucktaster • Drehschalter, Nockenschalter • Wahlschalter • Einhebelschalter • Polumschalter • Stufenschalter • Temperaturwächter • Zeitschalter • Kippschalter • Umschalter • Knüppelschalter Thermostat

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

Kennbuch-stabe	Device or Function	Gerät oder Funktion
T	Transformer • Current Transformer • Transformer, General • Polyphase Transformer • Potential Transformer	Transformator • Stromwandler • Wandler, allgemein • Mehrphasenwandler • Spannungswandler
TB	Terminal Board	Klemmentafel
TC	Thermocouple	Thermoelement
U	Inseparable Assembly	Fest eingebaut, feste Verbindung
V	Pentode, Equipotential Cathode Phototube, Single Unit, Vacuum Type Triode Tube, Mercury Pool	Pentode, Äquipotentialkathode Photorröhre, einteilig, Vakuumtyp Triode Röhre, Kathodensumpf
W	Conductor • Associated • Multiconductor • Shielded Conductor, General	Leiter, Kabel • Normkabel • Mehradrig • Abgeschirmt Leiter, allgemein
X	Tube Socket	Röhrenfassung

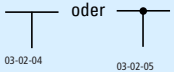
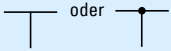
Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Schaltzeichen Europa – Nordamerika

Schaltzeichen nach DIN EN, NEMA ICS/ANSI/IEEE/CSA

Der nachfolgende Schaltzeichenvergleich basiert auf folgenden nationalen/internationalen Vorschriften:

- IEC 60617-Schaltzeichen-Datenbank (DIN EN 60617-2 bis DIN EN 60617-12)
- NEMA ICS 19-2002 (R 2007), ANSI Y32.2/ IEEE 315/315 A, CSA Z99

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
Leitungen, Verbindungen		
Abzweig von Leitern		
Verbindung von Leitern		
Anschluss (z. B. Klemme)		
Anschlussleiste		
Leiter		

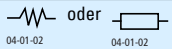
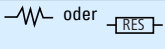
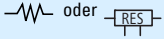
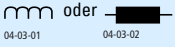
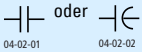
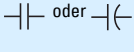
Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Schaltzeichen Europa – Nordamerika

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
Leitung, geplant	 103-01-01	
Wirkverbindung allgemein	 02-12-01	
Wirkverbindung wahlweise bei kleinem Abstand	 02-12-04	
Begrenzungslinie, Trennlinie, z. B. zwischen zwei Schaltfeldern	02-01-06	
Begrenzungslinie, z. B. zur Abgrenzung von Schaltungsteilen	 02-01-06	
Abschirmung	02-01-07	
Erde, allgemein	 02-15-01	 GRD
Schutzerde	 02-15-03	
Buchse und Stecker, Steckverbindung	 03-03-05 oder 03-03-06	
Trennstelle, Lasche, geschlossen	 03-03-18	

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Schaltzeichen Europa – Nordamerika

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
Passive Bauelemente		
Widerstand, allgemein		
Widerstand mit festen Anzapfungen		
Widerstand, veränderbar, allgemein		
Widerstand, einstellbar		
Widerstand mit Schleifkontakt, Potentiometer		
Wicklung, Induktivität, allgemein		
Wicklung mit fester Anzapfung		
Kondensator, allgemein		
Kondensator mit Anzapfung		

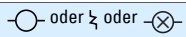
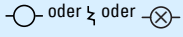
Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Schaltzeichen Europa – Nordamerika

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
Meldegeräte		
Sichtmelder, allgemein		 *mit Farbangabe
Leuchtmelder, allgemein	 08-10-01	 oder  oder  *mit Farbangabe
Summer	 08-10-11 oder  08-10-10	 ABU
Hupe, Horn	 08-10-05	 HN
Antriebe		
Handantrieb, allgemein	 02-13-01	
Betätigung durch Drücken	 02-13-05	
Betätigung durch Ziehen	 02-13-03	
Betätigung durch Drehen	 02-13-04	
Betätigung durch Schlüssel	 02-13-13	
Betätigung durch Rolle, Fühler	 02-13-15	

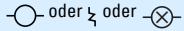
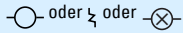
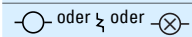
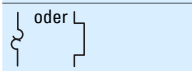
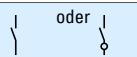
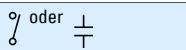
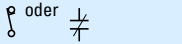
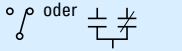
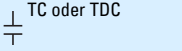
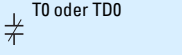
Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Schaltzeichen Europa – Nordamerika

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
Kraftantrieb, allgemein	 02-13-20	
Schaltschloss mit mechanischer Freigabe	 102-05-04	
Betätigung durch Motor	 02-13-26	
Notschalter	 02-13-08	
Betätigung durch elektromagnetischen Überstromschutz	 02-13-24	
Betätigung durch thermischen Überstromschutz	 02-13-25	
Betätigung durch elektromagnetischen Antrieb	 02-13-23	
Betätigung durch Flüssigkeitspegel	 02-14-01	
Antriebe elektromechanisch, elektromagnetisch		
Elektromechanischer Antrieb, allgemein, Relaisspule, allgemein	 07-15-01	 x Gerätekennbuchstabe → Tabelle, Seite 9-15
Antrieb mit besonderen Eigenschaften, allgemein		 x Gerätekennbuchstabe → Tabelle, Seite 9-15

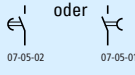
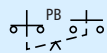
Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Schaltzeichen Europa – Nordamerika

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
Elektromechanischer Antrieb mit Ansprechverzögerung	 07-15-08	 oder oder x Gerätekennbuchstabe → Tabelle, Seite 9-15
Elektromechanischer Antrieb mit Rückfallverzögerung	 07-15-07	 oder oder x Gerätekennbuchstabe → Tabelle, Seite 9-15
Elektromechanischer Antrieb mit Ansprech- und Rückfallverzögerung	 07-15-09	 oder oder x Gerätekennbuchstabe → Tabelle, Seite 9-15
Elektromechanischer Antrieb eines Thermorelais	 07-15-21	 oder
Schaltglieder		
Schließer	 oder 07-02-01 07-02-02	 oder
Öffner	 07-02-03	 oder
Wechsler mit Unterbrechung	 07-02-04	 oder
Voreilender Schließer eines Kontaktsatzes	 07-04-01	 TC oder TDC
Nacheilender Öffner eines Kontaktsatzes	 07-04-03	 T0 oder TD0

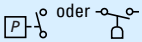
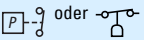
Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Schaltzeichen Europa – Nordamerika

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
Schließer, schließt verzögert bei Betätigung		
Öffner, schließt verzögert bei Rückfall		
Steuergeräte		
Druckschalter (nicht rastend)		
Tastschalter mit Öffner, handbetätigt durch Drücken, z. B. Taster		
Tastschalter mit Schließer und Öffner, handbetätigt durch Drücken		
Tastschalter mit Raststellung und 1 Schließer, handbetätigt durch Drücken		
Tastschalter mit Raststellung und 1 Öffner, handbetätigt durch Schlagen (z. B. Pilzdrucktaster)		
Grenzschalter (Schließer) Endschalter (Schließer)		
Grenzschalter (Öffner) Endschalter (Öffner)		
Tastschalter mit Schließer, mechanisch betätigt, Schließer geschlossen		

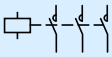
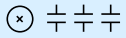
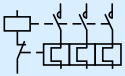
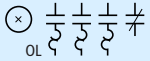
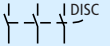
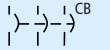
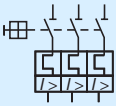
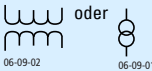
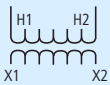
Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Schaltzeichen Europa – Nordamerika

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
Tastschalter mit Öffner mechanisch betätigt, Öffner geöffnet		
Näherungsempfindlicher Schalter (Öffner), betätigt durch Näherung von Eisen	 07-20-04	
Näherungsschalter, induktiv, Schließerverhalten		
Näherungsempfindliche Einrichtung, Blocksymbol	 07-19-02	
Minimalwirkleistungsrelais, Druckwächter, schließend	 07-17-03	
Druckwächter, öffnend		
Schwimmerschalter, schließend		
Schwimmerschalter, öffnend		

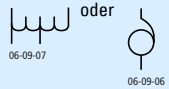
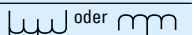
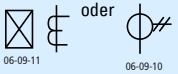
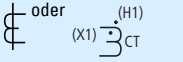
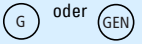
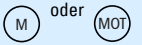
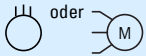
Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Schaltzeichen Europa – Nordamerika

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
Schaltgeräte		
Schütz (Schließer)	 07-13-02	 x Kennbuchstabe
3-poliges Schütz mit drei elektrothermischen Überstromauslösern		 x Kennbuchstabe
3-poliger Trennschalter	 07-13-06	
3-poliger Leistungsschalter	 07-13-05	
3-poliger Schalter mit Schaltschloss mit drei elektrothermischen Überstromauslösern, drei elektromagnetischen Überstromschutzauslösern, Motorschutzschalter	 107-05-01	
Sicherung, allgemein	 07-21-01	
Transformatoren, Stromwandler		
Transformatoren mit zwei Wicklungen	 06-09-02 06-09-01	

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Schaltzeichen Europa – Nordamerika

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
Spartransformator		
Stromwandler		
Maschinen		
Generator		
Motor, allgemein		
Gleichstrommotor, allgemein		
Wechselstrommotor, allgemein		
Drehstrom-Asynchronmotor mit Käfigläufer		
Drehstrom-Asynchronmotor mit Schleifringläufer		

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Schaltzeichen Europa – Nordamerika

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
Halbleiterbauelemente		
Statischer Eingang		
Statischer Ausgang		
Negation, dargestellt an einem Eingang	 12-07-01	
Negation, dargestellt an einem Ausgang	 12-07-02	
Dynamischer Eingang, Zustandsänderung von 0 auf 1 (L/H)	 12-07-07	
Dynamischer Eingang mit Negation, Zustandsänderung von 1 auf 0 (H/L)	 12-07-08	
UND-Element, allgemein	 12-27-02	
ODER-Element, allgemein	 12-27-01	
NICHT-Element, Inverter	 12-27-11	
UND mit negiertem Ausgang, NAND	 12-28-01	
ODER mit negiertem Ausgang, NOR	 12-28-02	

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

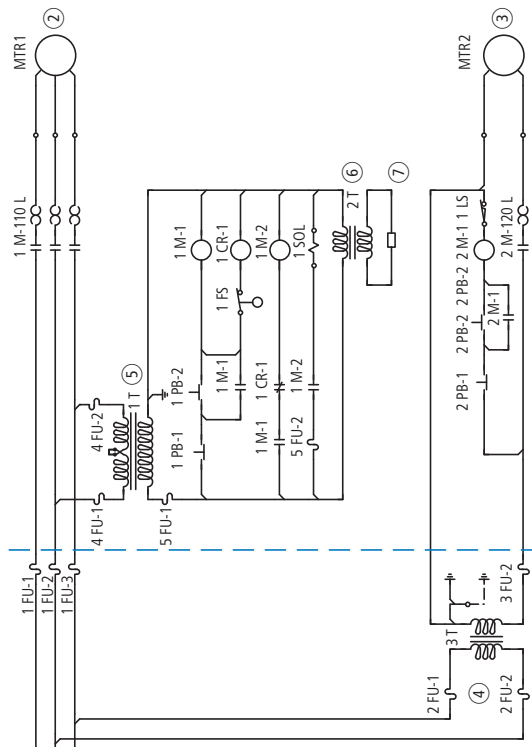
Schaltzeichen Europa – Nordamerika

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
Exklusiv-ODER-Element, allgemein	 12-27-09	
RS-Flipflop	 12-42-01	
Monostabiles Element, nicht triggerbar während des Ausgangsimpulses, allgemein	 12-44-02	
Verzögerung, variabel mit Angabe der Verzögerungswerte	 02-08-05	
Halbleiter-Diode, allgemein	 05-03-01	
Diode für Betrieb im Durchbruch, Z-Diode	 05-03-06	
Leuchtdiode, allgemein	 05-03-02	
Zweirichtungsdiode, Diac	 05-03-09	
Thyristor, allgemein	 05-04-04	
PNP-Transistor	 05-05-01	
NPN-Tansistor, bei dem der Kollektor mit dem Gehäuse verbunden ist	 05-05-02	

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Schaltplanbeispiele nach nordamerikanischen Vorschriften

Beispiel für einen amerikanischen Schaltplan mit ANSI-Symbolen

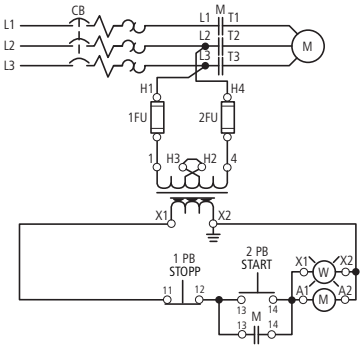


Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

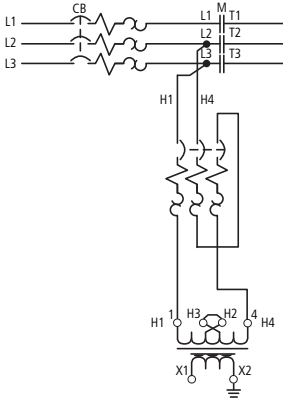
Schaltplanbeispiele nach nordamerikanischen Vorschriften

Direkt-Motorstarter, Sicherungslos mit Leistungsschalter

Steuerstromkreis mit Schmelzsicherung



Steuerstromkreis schmelzsicherungslos



Notizen

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Nordamerikanische Klasseneinteilung für Hilfstromschalter

Einteilung	Kurzzeichen bei Nennspannung von maximal			Thermischer Dauerstrom
Wechselspannung	600 V	300 V	150 V	A
Heavy Duty	A600	A300	A150	10
	A600	A300	–	10
	A600	–	–	10
	A600	–	–	10
Standard Duty	B600	B300	B150	5
	B600	B300	–	5
	B600	–	–	5
	B600	–	–	5
	C600	C300	C150	2,5
	C600	C300	–	2,5
	C600	–	–	2,5
	C600	–	–	2,5
	–	D300	D150	1
	–	D300	–	1
Gleichspannung				
Heavy Duty	N600	N300	N150	10
	N600	N300	–	10
	N600	–	–	10
Standard Duty	P600	P300	P150	5
	P600	P300	–	5
	P600	–	–	5
	Q600	Q300	Q150	2,5
	Q600	Q300	–	2,5
	Q600	–	–	2,5
	–	R300	R150	1,0
	–	R300	–	1,0
	–	–	–	–

nach UL 508, CSA C 22.2-14 und NEMA ICS 5

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Nordamerikanische Klasseneinteilung für Hilfstromschalter

Schaltvermögen				
Nennspannung V	Einschalten A	Ausschalten A	Einschalten VA	Ausschalten VA
120 240 480 600	60 30 15 12	6 3 1,5 1,2	7200 7200 7200 7200	720 720 720 720
120 240 480 600	30 15 7,5 6	3 1,5 0,75 0,6	3600 3600 3600 3600	360 360 360 360
120 240 480 600	15 7,5 3,75 3	1,5 0,75 0,375 0,3	1800 1800 1800 1800	180 180 180 180
120 240	3,6 1,8	0,6 0,3	432 432	72 72
125 250 301 – 600	2,2 1,1 0,4	2,2 1,1 0,4	275 275 275	275 275 275
125 250 301 – 600	1,1 0,55 0,2	1,1 0,55 0,2	138 138 138	138 138 138
125 250 301 – 600	0,55 0,27 0,10	0,55 0,27 0,10	69 69 69	69 69 69
125 250 301 – 600	0,22 0,11 –	0,22 0,11 –	28 28 –	28 28 –

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Motorbemessungsströme für nordamerikanische Motoren

Motorbemessungsströme nordamerikanischer Drehstrommotoren[1)]

Motorleistung	Motorbemessungsstrom in Ampere[2)]			
HP	115 V 120 V	230 V 240 V	460 V 480 V	575 V 600 V
1/2	4,4	2,2	1,1	0,9
3/4	6,4	3,2	1,6	1,3
1	8,4	4,2	2,1	1,7
1 1/2	12	6,0	3,0	2,4
2	13,6	6,8	3,4	2,7
3		9,6	4,8	3,9
5		15,2	7,6	6,1
7 1/2		22	11	9
10		28	14	11
15		42	21	17
20		54	27	22
25		68	34	27
30		80	40	32
40		104	52	41
50		130	65	52
60		154	77	62
75		192	96	77
100		248	124	99
125		312	156	125
150		360	180	144
200		480	240	192
250			302	242
300			361	289
350			414	336
400			477	382
450			515	412
500			590	472

1) Quelle: NEC, Tabelle 430-250 und weitere Motorbemessungsströme von 208-V-Motoren/200-V-Motoren

2) Die angegebenen Motorbemessungsströme sind als Richtwerte zu betrachten. Genaue Werte sind den Herstellerangaben bzw. den Leistungsschildern der Motoren zu entnehmen.

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Schutzarten elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

Vergleich der Schutzarten elektrischer Betriebsmittel für USA und Kanada zu IEC/EN

IP-Schutzarten nach IEC/EN können nordamerikanische Schutzarten nicht ersetzen. **Die Angabe der IP-Schutzarten stellt einen groben Vergleich dar.** Ein genauer Vergleich ist nicht möglich, da die Schutzartprüfungen und die Beurteilungskriterien unterschiedlich sind.

Die UL/CSA-Types waren früher als NEMA-Types bekannt. UL/CSA-Types unterscheiden sich von den NEMA-Types dadurch, dass sie geprüfte und approbierte, nordamerikanische Schutzarten sind (mit Third Party Zulassung).

Die nordamerikanischen Schutzarten entsprechen:

- NEC (National Electrical Code; NFPA 70),
- CEC (Canadian Electrical Code),
- UL 50E, UL 508A,
- CSA-C22.2 No. 94-M91 (2006),
- NEMA 250 -2008 (National Electrical Manufacturers Association).

Nordamerikanische Schutzart	Einsatz	Vergleichbare Schutzart nach IEC/EN 60529, DIN 40050
UL/CSA Type 1 allgemeine Verwendung	Indoor use	IP20
UL/CSA Type 2 tropfdicht	Indoor use	IP22
UL/CSA Type 3 staubdicht, regendicht, beständig gegen Hagel und Eis	Outdoor use	IP55
UL/CSA Type 3 R regensicher, beständig gegen Hagel und Eis	Outdoor use	IP24
UL/CSA Type 3 S staubdicht, regendicht, sicher gegen Hagel und Eis	Outdoor use	IP55
UL/CSA Type 3 X, 3 RX, 3 SX gleich wie 3, 3 R, 3 S aber korrosionsbeständig	Outdoor use	IP55
UL/CSA Type 4 staubdicht, wasserdicht, regendicht	Indoor or Outdoor use[1)]	IP66

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Schutzarten elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

Nordamerikanische Schutzart	Einsatz	Vergleichbare Schutzart nach IEC/EN 60529, DIN 40050
UL/CSA Type 4 X staubdicht, wasserdicht, regensicher, wettersicher	Indoor or Outdoor use[1)]	IP66
UL/CSA Type 5 tropfdicht, staubdicht	Indoor use	IP53
UL/CSA Type 6 regendicht, wasserdicht, eintauchbar, beständig gegen Hagel und Eis	Indoor or Outdoor use[1)]	IP67
UL/CSA Type 12 Verwendung in der Industrie, tropfdicht, staubdicht	Indoor use	IP54
UL/CSA Type 13 staubdicht, öldicht, tropfdicht	Indoor use	IP54

[1)] Herstellerangaben beachten!

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Schutzarten elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

Begriffe deutsch/englisch:	
allgemeine Verwendung:	general purpose
tropfdicht:	drip-tight
staubdicht:	dust-tight
regendicht:	rain-tight
regensicher:	rain-proof
wettersicher:	weather-proof
wasserdicht:	water-tight
eintauchbar:	submersible
eisbeständig:	ice resistant
hagelbeständig:	sleet resistant
korrosionsbeständig:	corrosion resistant
öldicht:	oil-tight

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Nordamerikanische Leitungsquerschnitte

Umrechnung nordamerikanischer Leitungsquerschnitte in mm²

USA/Kanada	Europa	
AWG	mm² (exakt)	mm² (nächster Normwert)
22	0,324	0,4
20	0,519	0,5
18	0,823	0,75
16	1,31	1,5
14	2,08	
12	3,31	4
10	5,261	6
8	8,367	10
6	13,30	16
4	21,15	25
3	26,67	
2	33,62	35
1	42,41	
1/0 (0)	53,49	50
2/0 (00)	67,43	70
3/0 (000)	85,01	
4/0 (0000)	107,2	95

Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

Nordamerikanische Leitungsquerschnitte

USA/Kanada	Europa	
kcmil	mm^2 (exakt)	mm^2 (nächster Normwert)
250	127	120
300	152	150
350	177	185
400	203	
450	228	
500	253	240
550	279	
600	304	300
650	329	
700	355	
750	380	
800	405	
900	456	
1.000	507	500

Neben Querschnittsangaben in „kcmil“ findet man häufig auch Angaben in „MCM“:
250 kcmil = 250 MCM

Notizen

Normen, Formeln, Tabellen

	Seite
Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel	10-2
Schutzmaßnahmen	10-4
Überstromschutz von Kabeln und Leitungen	10-12
Elektrische Ausrüstung von Maschinen	10-21
Maßnahmen zur Risikoverminderung	10-27
Schutzarten elektrischer Betriebsmittel	10-29
Gebrauchskategorien für Schaltelemente	10-34
Gebrauchskategorien für Schütze und Motorstarter	10-36
Gebrauchskategorien für Lasttrennschalter	10-40
Motorbemessungsströme	10-43
Leitungen	10-46
Formeln	10-54
Internationales Einheitensystem	10-58

Normen, Formeln, Tabellen
Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel

Allgemein

„Auszüge aus DIN-Normen mit VDE-Klassifikation (kurz: DIN-VDE-Normen) sind für die angemeldete limitierte Auflage wiedergegeben mit Genehmigung 212.011 des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. und des VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. Für weitere Wiedergaben oder Auflagen ist eine gesonderte Genehmigung erforderlich. Maßgebend für das Anwenden der Normen sind deren Fassungen mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der VDE VERLAG GMBH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin, www.vde-verlag.de und der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin erhältlich sind."

Kennzeichnung nach DIN EN 81346-2 (IEC 81346-2)

Eaton wendet die o. g. Norm an.

Abweichend von der bisher üblichen Kennzeichnung bestimmt jetzt an erster Stelle die Funktion des elektrischen Betriebsmittels in der jeweiligen Schaltung den Kennbuchstaben. Daraus abgeleitet ergibt sich einiger Freiraum für die Wahl des Kennbuchstabens.

Beispiel für einen Widerstand

- Normaler Strombegerenzer: R
- Heizwiderstand: E
- Messwiderstand: B

Außerdem wurden bei Eaton firmenspezifische Festlegungen zur Umsetzung der Norm getroffen, die teilweise von der Norm abweichen.

- Die Bezeichnungen der Anschlussklemmen werden **nicht** von rechts lesbar dargestellt.
- Ein zweiter Kennbuchstabe zur Kennzeichnung des Einsatzzweckes des Betriebsmittels wird **nicht** angegeben, z. B.: Zeitrelais K1T wird K1.
- Leistungsschalter mit der Hauptfunktion Absicherung werden weiterhin mit Q gekennzeichnet.
  Sie werden von 1 bis 10 , links oben beginnend, durchnummeriert.
- Schütze werden neu mit Q gekennzeichnet und von 11 bis nn durchnummeriert.
  z. B.: K91M wird Q21.
- Hilfsschütze bleiben K und werden von 1 bis n durchnummeriert.

Die Kennzeichnung erscheint an einer geeigneten Stelle in unmittelbarer Nähe des Schaltzeichens. Die Kennzeichnung stellt die Beziehung her zwischen dem Betriebsmittel in der Anlage und den verschiedenen Schaltungsunterlagen (Schaltplänen, Stücklisten, Stromlaufplänen, Anweisungen). Zur leichteren Wartung kann die Kennzeichnung auch ganz oder teilweise auf oder in der Nähe des Betriebsmittels angebracht werden.

Ausgewählte Betriebsmittel mit einer Gegenüberstellung der bei Eaton vergebenen Kennbuchstaben alt – neu
→ Tabelle, Seite 10-3.

Normen, Formeln, Tabellen

Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel

Kennbuchstabe	Zweck	Beispiele für elektrische Betriebsmittel
A	(Mehrere Zwecke)	(ohne Hauptzweck)
B	Signalerzeugung	Druckwächter, Grenztaster
C	Speicherung	Kondensatoren
D	(für später reserviert)	
E	Energielieferung	Heizwiderstand, Lampen
F	Schutz	Bimetallauslöser, Sicherungen
G	Energieversorgung	Generator, USV
H	(für später reserviert)	
I	(nicht anzuwenden)	
J	(für später reserviert)	
K	Signalverarbeitung	Hilfsschütz, Zeitrelais
L	(für später reserviert)	
M	Antriebsenergie	Motor
N	(für später reserviert)	
O	(nicht anzuwenden)	
P	Informationsdarstellung	Melde- und Messgeräte
Q	Energie-/Signalfluss schalten	Softstarter, Schütz, Motorstarter
R	Energieflussbegrenzung	Drosselspulen, Dioden
S	Manuelle Signalerzeugung	Befehlsgeräte
T	Energieumwandlung	Frequenzumrichter, Transformator
U	Objektfixierung	
V	Materialverarbeitung	Elektrofilter
W	Energietransport	
X	Objektverbindung	Klemme, Steckverbinder
Y, Z	(für später reserviert)	

Normen, Formeln, Tabellen
Schutzmaßnahmen

Schutz gegen elektrischen Schlag nach IEC 60364-4-41/DIN VDE 0100-410

Hierin wird unterschieden zwischen Basisschutz (früher Schutz gegen direktes Berühren), Fehlerschutz (früher Schutz bei indirektem Berühren) und Schutz sowohl gegen direktes und bei indirektem Berühren.

- **Basisschutz**
  Das sind alle Maßnamen zum Schutz von Personen und Nutztieren vor Gefahren, die sich aus der Berührung mit aktiven Teilen elektrischer Betriebsmittel ergeben.
- **Fehlerschutz**
  Das ist der Schutz von Personen und Nutztieren, die sich im Fehlerfall aus einer Berührung mit dem Körper oder fremden leitfähigen Teilen ergeben können.
- **Zusätzlicher Schutz**
  Im Falle des Versagens von Basis- bzw. Fehlerschutz oder bei erhöhtem Gefahrenpotenzial bieten z. B. Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit $I_{\triangle n} \leqq 30$ mA zusätzlichen Schutz.

Der Schutz muss sichergestellt werden durch a) das Betriebsmittel selbst oder b) Anwendung der Schutzmaßnahmen beim Errichten oder c) eine Kombination aus a) und b).

Werden Basis-, Fehler- und zusätzlicher Schutz in geeigneter Weise kombiniert, ergeben sich folgende, in Teil 410 der DIN VDE 0100 behandelte, Schutzmaßnahmen:

- Automatische Abschaltung der Stromversorgung (0100-411)
- Doppelte oder verstärkte Isolierung (0100-412)
- Schutztrennung (0100-413)
- Kleinspannung mittels SELV oder PELV (0100-414)

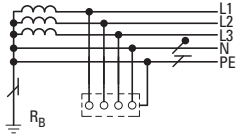
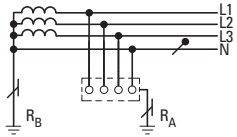
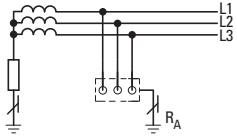
Eine der wesentlichen Änderungen der DIN VDE 0100-410 im Juni 2007 war der zusätzliche Schutz für Endstromkreise für den Außenbereich und Steckdosen (411.3.3). Danach muss ein zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit $I_{\triangle n} \leqq 30$ mA vorgesehen werden für Steckdosen ≦ 20 A sowie für Endstromkreise für im Außenbereich verwendete tragbare Betriebsmittel ≦ 32 A. Zur Erhöhung der Sicherheit ist damit die vorherige Empfehlung in eine Verpflichtung umgewandelt worden.

Normen, Formeln, Tabellen
Schutzmaßnahmen

Schutzmaßnahme gegen indirektes Berühren mit Abschaltung oder Meldung

Die Abschaltbedingungen werden bestimmt durch die vorhandene Art von Verteilungssystem und die gewählte Schutzeinrichtung.

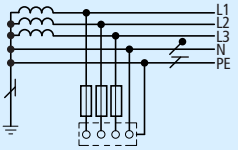
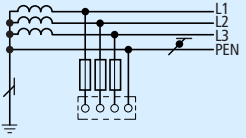
Systeme nach IEC 60364-1/DIN VDE 0100-100

Systeme nach Art der Erdverbindung	Bedeutung der Kurzzeichen
TN-System 	T: direkte Verbindung eines Punktes zur Erde N: direkte elektrische Verbindung der Körper (von elektrischen Betriebsmitteln) mit dem geerdeten Punkt des Stromversorgungssystems
TT-System 	T: direkte Verbindung eines Punktes zur Erde T: direkte elektrische Verbindung der Körper zur Erde, unabhängig von einer etwaig bestehenden Erdung des Versorgungssystems
IT-System 	I: Isolierung aller aktiven Teile von Erde oder Verbindung eines Punktes mit Erde über eine hohe Impedanz T: direkte elektrische Verbindung der Körper zur Erde, unabhängig von einer etwaig bestehenden Erdung des Versorgungssystems

R_B Erdung an der Stromquelle
R_A Erdung am Körper des elektrischen Betriebsmittels

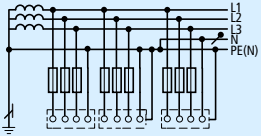
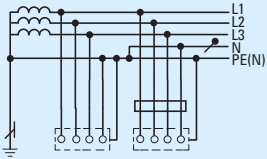
Normen, Formeln, Tabellen
Schutzmaßnahmen

Schutzeinrichtung und Abschaltbedingungen nach IEC 60364-4-41/DIN VDE 0100-410

Art von Verteilungssystem	**TN-System**	
Schutz durch	Prinzipschaltung	Abschaltbedingung
Überstrom-Schutzeinrichtung	TN-S-System getrennte Neutralleiter und Schutzleiter im gesamten System  	$Z_s \times I_a \leqq U_0$ mit Z_s = Impedanz der Fehlerschleife I_a = Strom, der das Abschalten bewirkt in (0100-411.3.2): • ≦ 5 s • ≦ 0,2 s U_0 = Nennspannung gegen geerdeten Leiter
Sicherungen, Leitungsschutzschalter, Leistungsschalter	TN-C-System Neutralleiter- und Schutzleiterfunktionen im gesamten System in einem einzigen Leiter, dem PEN-Leiter zusammengefasst  	

Normen, Formeln, Tabellen
Schutzmaßnahmen

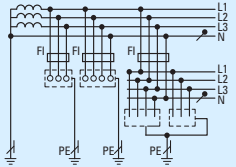
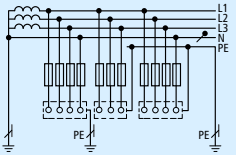
Schutzeinrichtung und Abschaltbedingungen nach IEC 60364-4-41/DIN VDE 0100-410

Art von Verteilungssystem	**TN-System**	
Schutz durch	Prinzipschaltung	Abschaltbedingung
Überstrom-Schutzeinrichtung	TN-C-S-System Neutralleiter- und Schutzleiter-funktionen in einem Teil des Systems in einem einzigen Leiter, dem PEN-Leiter zusammengefasst 	
Fehlerstrom-Schutzeinrichtung		Z_s x $I_{\triangle n} \leqq U_0$ mit $I_{\triangle n}$ = Nennfehler-strom U_0 = Grenze der zulässigen Berüh-rungsspannung*: (≦ 50 V AC, ≦ 120 V DC)

* → Tabelle, Seite 10-11

Normen, Formeln, Tabellen
Schutzmaßnahmen

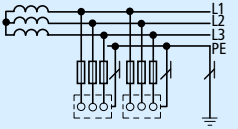
Schutzeinrichtung und Abschaltbedingungen nach IEC 60364-4-41/DIN VDE 0100-410

Art von Verteilungssystem	**TT-System**	
Schutz durch	Prinzipschaltung	Meldungs-/Abschaltbedingungen
Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (Allgemeinfall)		R_A x $I_{\triangle n}$ ≦ U_L mit R_A = Erdungswiderstand der Erder der Körper (Summe) $I_{\triangle n}$ = Nennfehlerstrom U_L = Grenze der zulässigen Berührungsspannung*: (≦ 50 V AC, ≦ 120 V DC)
Überstrom-Schutzeinrichtung Sicherungen, Leitungsschutzschalter, Leistungsschalter (Sonderfall)		R_A x I_a ≦ U_L mit I_a = Strom, der das automatische Abschalten ≦ 5 s bewirkt

* → Tabelle, Seite 10-11

Normen, Formeln, Tabellen
Schutzmaßnahmen

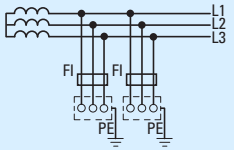
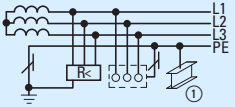
Schutzeinrichtung und Abschaltbedingungen nach IEC 60364-4-41/DIN VDE 0100-410

Art von Verteilungssystem	**TT-System**	
Schutz durch	Prinzipschaltung	Meldungs-/Abschaltbedingungen
Überstrom-Schutzeinrichtung (immer mit zusätzlicher Isolationsüberwachungseinrichtung, s. u.)		$R_A \times I_d \leqq U_L$ (1) $Z_S \times I_a \leqq U_o$ (2) R_A = Erdungswiderstand aller mit einem Erder verbundenen Körper I_d = Fehlerstrom im Falle des 1. Fehlers mit vernachlässigbarer Impedanz zwischen einem Außenleiter und dem Schutzleiter oder einem damit verbundenen Körper U_L = Grenze der zulässigen Berührungsspannung*: ≦ 50 V AC, ≦ 120 V DC

* → Tabelle, Seite 10-11

Normen, Formeln, Tabellen
Schutzmaßnahmen

Schutzeinrichtung und Abschaltbedingungen nach IEC 60364-4-41/DIN VDE 0100-410

Art von Verteilungssystem	**IT-System**	
Schutz durch	Prinzipschaltung	Meldungs-/Abschaltbedingungen
Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) (immer mit zusätzlicher Isolations-überwachungs-einrichtung, s. u.)		$R_A \times I_{\triangle n} \leqq U_L$ $I_{\triangle n}$ = Nennfehlerstrom
Isolationsüberwachungseinrichtung (IMD)	 ① zusätzlicher Potenzialausgleich	Die Isolationsüberwachungseinrichtung dient dazu, den Isolationszustand aller spannungsführenden Teile gegen Erde anzuzeigen. Wird ein bestimmter Widerstand (R) unterschritten, erfolgt eine Meldung (optisch/akustisch). Die Anlage wird nicht abgeschaltet sondern bleibt so lange betriebsbereit, bis ein zweiter Erdschluss auftritt und die automatische Abschaltung erfolgt.

* → Tabelle, Seite 10-11

Normen, Formeln, Tabellen
Schutzmaßnahmen

Die Schutzeinrichtung muss den betroffenen Teil der Anlage automatisch abschalten. Es darf an keinem Punkt der Anlage eine Berührungsspannung und Einwirkungsdauer größer als nach der Tabelle unten anstehen.

Maximale Abschaltzeiten (s) in Abhängigkeit von der Nennspannung Außenleiter gegen Erde und dem System gemäß VDE 0100-411.3.2.2

		System	
		TN max. zulässige Abschaltzeit [s]	**TT** max. zulässige Abschaltzeit [s]
50 V < U_0 ≦ 120 V	AC	0,8	0,3
	DC	(s. Anmerkung)	(s. Anmerkung)
120 V < U_0 ≦ 230 V	AC	0,4	0,2
	DC	5,0	0,4
230 V < U_0 ≦ 400 V	AC	0,2	0,07
	DC	0,4	0,2
U_0 > 400 V	AC	0,1	0,04
	DC	0,1	0,1

U_0 ist jeweils die Nennspannung Außenleiter gegen Erde.

Anmerkung:

Eine Abschaltung kann aus anderen Gründen als dem Schutz gegen elektrischen Schlag gefordert sein.

Normen, Formeln, Tabellen
Überstromschutz von Kabeln und Leitungen

Kabel und Leitungen müssen mit Überstromschutzeinrichtungen gegen zu hohe Erwärmung geschützt werden, die sowohl durch betriebsmäßige Überlastung als auch durch vollkommenen Kurzschluss-schutz auftreten kann.
(Vertiefende Erläuterungen zur neuen DIN VDE 0100-430 enthält Band 143, 3. Auflage, der VDE-Schriftenreihe).

Schutz bei Überlast

Der Schutz bei Überlast besteht darin, Schutzeinrichtungen vorzusehen, die Überlastströme in den Leitern eines Stromkreises unterbrechen, ehe sie eine für die Leiterisolierung, die Anschluss- und Verbindungsstellen sowie die Umgebung der Leitungen und Kabel schädliche Erwägung hervorrufen können.

Zum Schutz bei Überlast von Leitungen müssen folgende Bedingungen erfüllt sein (Quelle: DIN VDE 0100-430)

$I_B \leqq I_n \leqq I_Z$

$I_2 \leqq 1{,}45\ I_Z$

I_B zu erwartender Betriebsstrom des Stromkreises

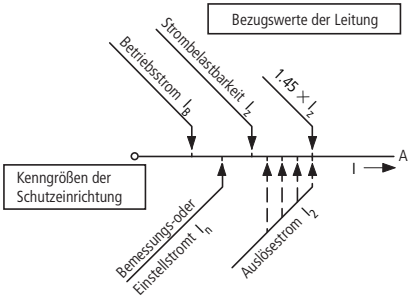
I_Z Strombelastbarkeit der Leitung oder des Kabels

I_n Nennstrom der Schutzeinrichtung

Anmerkung:

Bei einstellbaren Schutzeinrichtungen entspricht I_n dem Einstellwert.

I_2 Der Strom, der eine Auslösung der Schutzeinrichtung unter den in den Gerätebestimmungen festgelegten Bedingungen bewirkt.



Anordnung der Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast

Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast müssen am Anfang jedes Stromkreises sowie an allen Stellen eingebaut werden, an denen die Strombelastbarkeit gemindert wird, sofern eine vorgeschaltete

Normen, Formeln, Tabellen
Überstromschutz von Kabeln und Leitungen

Schutzeinrichtung den Schutz nicht sicherstellen kann.

Anmerkung:

Ursachen für die Minderung der Strombelastbarkeit können sein:

Verringerung des Leiterquerschnittes, andere Verlegungsart, andere Leiterisolierung, andere Anzahl.

Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast sollten nicht eingebaut werden, wenn die Unterbrechung des Stromkreises eine Gefahr darstellen kann. Die Stromkreise müssen dann so ausgelegt sein, dass mit dem Auftreten von Überlaststrom nicht gerechnet werden muss.

Beispiele:

- Erregerstromkreise von umlaufenden Maschinen
- Speisestromkreise von Hubmagneten
- Sekundärstromkreise von Stromwandlern
- Stromkreise, die der Sicherheit dienen.

Schutz bei Kurzschluss

Der Schutz bei Kurzschluss besteht darin, Schutzeinrichtungen vorzusehen, die Kurzschlussströme in den Leitern eines Stromkreises unterbrechen, ehe sie eine für die Leiterisolierung, die Anschluss- und Verbindungsstellen sowie die Umgebung der Leitungen und Kabel schädliche Wärme hervorrufen können.

Allgemein kann die zulässige Ausschaltzeit t für Kurzschlüsse bis zu 5 s Dauer annähernd nach folgender Gleichung bestimmt werden:

$$t = \left(k \times \frac{S}{I}\right)^2 \quad \text{oder} \quad I^2 \times t = k^2 \times S^2$$

Darin bedeuten:

t: zulässige Ausschaltzeit im Kurzschlussfall in s

S: Leiterquerschnitt in mm²

I: Effektivwert des Stromes bei vollkommenem Kurzschluss in A

k: Konstante mit den Werten
- 115 bei PVC-isolierten Kupferleitern
- 76 bei PVC-isolierten Aluminiumleitern
- 141 bei gummiisolierten Kupferleitern
- 93 bei gummiisolierten Aluminiumleitern
- 115 bei Weichlotverbindungen in Kupferleitern
- Weitere Werte für k sind in Tabelle 43A der DIN VDE 0100-430 enthalten.

Bei sehr kurzen zulässigen Ausschaltzeiten (< 0,1 s) muss das aus der Gleichung zu ermittelnde Produkt $k^2 \times S^2$ größer sein als der vom Hersteller angegebene $I^2 \times t$-Wert der strombegrenzenden Schutzeinrichtung.

Anordung der Schutzeinrichtungen für den Schutz bei Kurzschluss

Schutzeinrichtungen für den Schutz bei Kurzschluss müssen am Anfang jedes Stromkreises sowie an allen Stellen eingebaut werden, an denen die Kurzschlussstrom-Belastbarkeit gemindert wird, sofern eine vorgeschaltete Schutzeinrichtung den geforderten Schutz bei Kurzschluss nicht sicherstellen kann.

Normen, Formeln, Tabellen
Überstromschutz von Kabeln und Leitungen

Anmerkung:

Ursachen für die Minderung der Kurzschlussstrom-Belastbarkeit können sein: Verringerung des Leiterquerschnittes, andere Leiterisolierung.

Auf den Kurzschlussschutz muss in allen Fällen verzichtet werden, wo eine Unterbrechung des Stromkreises eine Gefahr darstellen kann. In diesen Fällen müssen zwei Anforderungen erfüllt sein:

- Das Kabel ist so verlegt, dass das Kurzschlussrisiko auf ein Minimum reduziert ist.
- Das Kabel ist nicht in der Nähe brennbarer Materialien verlegt.

Schutz der Außenleiter und des Neutralleiters (Mittelleiters)

Schutz der Außenleiter

Überstromschutzeinrichtungen sind in allen Außenleitern vorzusehen: sie müssen die Abschaltung des Leiters, in dem der Strom auftritt, bewirken, nicht aber unbedingt auch die Abschaltung der übrigen aktiven Leiter.

Anmerkung:

Wenn die Abschaltung eines einzigen Außenleiters eine Gefahr verursachen kann, z. B. bei Drehstrommotoren, muss eine geeignete Vorkehrung getroffen werden. Motorschutzschalter und Leistungsschalter schalten stets 3-polig ab.

Schutz des Neutralleiters in

1. Anlagen mit direkt geerdetem Sternpunkt **(TN- oder TT-Systeme)**

Ist der Querschnitt des Neutralleiters geringer als der der Außenleiter, so ist eine seinem Querschnitt angemessene Überstromerfassung im Neutralleiter vorzusehen; diese Überstromerfassung muss die Abschaltung der Außenleiter, jedoch nicht unbedingt die des Neutralleiters bewirken.

Es ist jedoch zulässig, auf eine Überstromerfassung im Neutralleiter zu verzichten, wenn

- der Neutralleiter durch die Schutzeinrichtung der Außenleiter des Stromkreises bei Kurzschluss geschützt wird und
- der Höchststrom, der den Neutralleiter durchfließen kann, bei normalem Betrieb beträchtlich geringer ist als der Wert der Strombelastbarkeit dieses Leiters.

Anmerkung:

Diese zweite Bedingung ist erfüllt, wenn die übertragene Leistung möglichst gleichmäßig auf die Außenleiter aufgeteilt ist, z. B. wenn die Summe der Leistungsaufnahme der zwischen Außenleiter und Neutralleiter angeschlossenen Verbrauchsmittel, wie Leuchten und Steckdosen, sehr viel kleiner ist als die gesamte über den Stromkreis übertragene Leistung.

2. Anlagen mit nicht direkt geerdetem Sternpunkt **(IT-System)**

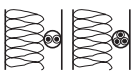
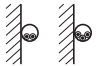
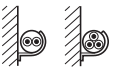
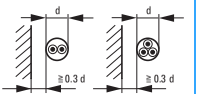
Wenn das Mitführen des Neutralleiters erforderlich ist, muss im Neutralleiter jedes Stromkreises eine Überstromerfassung vorgesehen werden, die die Abschaltung aller aktiven Leiter des betreffenden Stromkreises (einschließlich des Neutralleiters) bewirkt.

Auf diese Überstromerfassung darf jedoch verzichtet werden, wenn der betrachtete Neutralleiter durch eine vorgeschaltete Schutzeinrichtung, z. B. in der Einspeisung der Anlage, bei Kurzschluss geschützt ist.

Abschalten des Neutralleiters

Wenn die Abschaltung des Neutralleiters vorgeschrieben ist, muss die verwendete Schutzeinrichtung so beschaffen sein, dass der Neutralleiter in keinem Fall vor den Außenleitern ausgeschaltet und nach diesen wieder eingeschaltet werden kann. 4-polige Leistungsschalter NZM erfüllen stets diese Bedingungen.

Strombelastbarkeit und Schutz von Kabeln und Leitungen mit PVC-Isolierung nach DIN VDE 0298-4, bei 25 °C Umgebungstemperatur

Kabel und Leitungsbauart	NYM, NYBUY, NHYRUZY, NYIF, H07V-U, H07V-R, H07V-K, NYIFY								NYY, NYCWY, NYKY, NYM, NYMZ, NYMT, NYBUY, NHYRUZY	
Verlegeart	A1 in wärmedämmenden Wänden im Elektroinstallationsrohr in der Wand		B1 in Elektroinstallationsrohren Aderleitungen		B2 Mehradrige Leitungen		C auf einer Wand		E frei in Luft	
										
	Mehradrige Leitung in der Wand		Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr auf der Wand		Mehradrige Leitung im Elektroinstallationsrohr auf der Wand		Ein- oder mehradrige Kabel oder ummantelte Installationsleitungen		Mehradrige Kabel oder ummantelte Installationsleitungen mit einem Mindestabstand von 0,3 x Durchmesser d zur Wand	
Anzahl der	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
	Strombelastbarkeit I_z in A bei 25 °C Umgebungstemperatur und 70 °C Betriebstemperatur.									

Fortsetzung

Verlegeart	A1				B1				B2				C				E			
Anzahl der Adern	2		3		2		3		2		3		2		3		2		3	
Querschnitt Cu-Leiter in mm²	I_z	I_n	I_z	I_n	I_z	I_n	I_z	I_n	I_z	I_n	I_z	I_n	I_z	I_n	I_z	I_n	I_z	I_n	I_z	I_n
1,5	16,5	16	14,5	13	18,5	16	16,5	16	17,5	16	16	13	21	20	18,5	16	23	20	19,5	16
2,5	21	20	19,5	16	25	25	22	20	24	20	21	20	29	25	25	25	32	32	27	25
4	28	25	25	25	34	32	30	25	32	25	29	25	38	35	34	32	42	40	36	35
6	36	35	33	32	43	40	38	35	40	35	36	35	49	40	43	40	54	50	46	40
10	49	40	45	40	60	50	53	50	55	50	49	50	67	63	60	63	74	63	64	63
16	65	63	59	50	81	80	72	63	73	63	66	63	90	80	81	80	100	100	85	80
25	85	80	77	63	107	100	94	80	95	80	85	80	119	100	102	100	126	125	107	100
35	105	100	94	80	133	125	117	100	118	100	105	100	146	125	126	125	157	125	134	125
50	126	125	114	100	160	160	142	125	141	125	125	125	178	160	153	125	191	160	162	160
70	160	160	144	125	204	200	181	160	178	160	158	125	226	224	195	160	246	224	208	200
95	193	160	174	160	246	224	219	200	213	200	190	160	273	250	236	224	299	250	252	250
120	223	200	199	160	285	250	253	250	246	224	218	200	317	315	275	250	348	315	293	250

Bei Überstrom-Schutzeinrichtungen, deren Bemessungsstrom I_n nicht den in der Tabelle genannten Werten entspricht, den nächst kleineren verfügbaren Bemessungsstrom wählen.

Normen, Formeln, Tabellen

Überstromschutz von Kabeln und Leitungen

Mindestquerschnitte für Schutzleiter nach DIN VDE 0100-540

Außenleiter		Schutzleiter oder PEN-Leiter[1]		Schutzleiter[3] getrennt verlegt		
		Isolierte Starkstromleitungen	0,6/1-kV-Kabel mit 4	geschützt		ungeschützt[2]
mm^2		mm^2	mm^2	mm^2 Cu	Al	mm^2 Cu
bis	0,5	0,5	–	2,5	4	4
	0,75	0,75	–	2,5	4	4
	1	1	–	2,5	4	4
	1,5	1,5	1,5	2,5	4	4
	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4
	4	4	4	4	4	4
	6	6	6	6	6	6
	10	10	10	10	10	10
	16	16	16	16	16	16
	25	16	16	16	16	16
	35	16	16	16	16	16
	50	25	25	25	25	25
	70	35	35	35	35	35
	95	50	50	50	50	50
	120	70	70	70	70	70
	150	70	70	70	70	70
	185	95	95	95	95	95
	240	–	120	120	120	120
	300	–	150	150	150	150
	400	–	185	185	185	185

[1] PEN-Leiter ≧ 10 mm^2 Cu oder 18 mm^2 Al.

[2] Ungeschütztes Verlegen von Leitern aus Aluminium ist nicht zulässig.

[3] Ab einem Querschnitt des Außenleiter von ≧ 95 mm^2 vorzugsweise blanke Leiter anwenden.

Normen, Formeln, Tabellen
Überstromschutz von Kabeln und Leitungen

Umrechnungsfaktoren

Bei Temperaturen für die umgebende Luft anders als 30 °C; anzuwenden für die Strombelastbarkeit von Leitungen oder Kablen frei in Luft nach DIN VDE 0298-4, Tabelle 17.

Isolierwerkstoff[1)]	NR/SR	PVC	EPR
Zulässige Betriebstemperatur	60 °C	70 °C	80 °C
Umgebungstemperatur °C	Umrechnungsfaktoren		
10	1,29	1,22	1,18
15	1,22	1,17	1,14
20	1,15	1,12	1,10
25	1,08	1,06	1,05
30	1,00	1,00	1,00
35	0,91	0,94	0,95
40	0,82	0,87	0,89
45	0,71	0,79	0,84
50	0,58	0,71	0,77
55	0,41	0,61	0,71
60	–	0,50	0,63
65	–	0,35	0,55
70	–	–	0,45
75	–	–	0,32

[1)] bei höheren Umgebungstemperaturen nach Herstellerangaben

Normen, Formeln, Tabellen
Überstromschutz von Kabeln und Leitungen

Umrechnungsfaktoren nach DIN VDE 0298-4, Tabelle 21

Häufung von mehreren Stromkreisen

	Anordnung	Anzahl der Stromkreise								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
1	Gebündelt oder umschlossen	1,00	0,80	0,70	0,65	0,57	0,50	0,45	0,41	0,38
2	Verlegt auf Wänden oder Fußböden	1,00	0,85	0,79	0,75	0,72	0,70	0,70	0,70	0,70
3	Verlegt unter Decken	0,95	0,81	0,72	0,68	0,64	0,61	0,61	0,61	0,61

Umrechnungsfaktoren für die Häufung von mehradrigen Kabeln oder Leitungen auf Kabelwannen und -pritschen sowie für weitere Fälle finden sich in der DIN VDE 0298-4, Tabellen 22 bis 27.

Normen, Formeln, Tabellen
Elektrische Ausrüstung von Maschinen

Anwendung von DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1)

Diese Norm ist für die elektrische Ausrüstung von Maschinen anzuwenden, sofern für den auszurüstenden Maschinentyp keine Produktnorm (Typ C) existiert.

Durch die Kopfzeile „Sicherheit von Maschinen“ werden die Sicherheitsanforderungen zum Schutz von Menschen, Maschinen und Material im Sinne der EU-Maschinenrichtlinie hervorgehoben. Der Grad der möglichen Gefährdung ist durch eine Risikobewertung abzuschätzen. Weiterhin enthält die Norm Anforderungen an Betriebsmittel, Projektierung und Aufbau sowie Prüfungen zur Sicherstellung der Schutzmaßnahmen und der einwandfreien Funktion. Die nachstehenden Abschnitte bilden einen Auszug aus der Norm.

Netz-Trenneinrichtung (Hauptschalter)

Jede Maschine muss mit einer handbetätigten Netz-Trenneinrichtung ausgerüstet werden. Es muss möglich sein, mit der Netz-Trenneinrichtung die gesamte elektrische Ausrüstung der Maschine vom Netz zu trennen. Das Ausschaltvermögen muss ausreichend sein, um gleichzeitig den Strom des größten Motors an der Maschine im festgebremsten Zustand und die Summe der Ströme aller übrigen Verbraucher im Normalbetrieb abschalten zu können.

Die AUS-Stellung muss verschließbar sein. Erst nach Erreichen der vorgeschriebenen Luft- und Kriechstrecken zwischen allen Schaltstücken darf die AUS-Stellung angezeigt werden. Die Netz-Trenneinrichtung darf nur eine EIN- und AUS-Stellung mit zugeordneten Anschlägen haben. Stern-Dreieck-Schalter, Wende- und Polumschalter sind daher nicht zugelassen.

Die Ausgelöst-Stellung von Leistungsschaltern gilt nicht als Schaltstellung, daher besteht keine Einschränkung für den Einsatz als Netz-Trenneinrichtung.

Bei mehreren Einspeisungen muss jede eine Netz-Trenneinrichtung haben. Gegenseitige Verriegelungen sind vorzusehen, wenn durch das Ausschalten nur einer Netz-Trenneinrichtung eine Gefahr entstehen kann. Als fernbetätigte Schalter dürfen nur Leistungsschalter eingesetzt werden. Sie müssen mit einer zusätzlichen Handhabe versehen und in AUS-Stellung verschließbar sein.

Schutz gegen elektrischen Schlag

Zum Schutz von Personen gegen elektrischen Schlag müssen Maßnahmen vorgesehen werden und zwar:

Basisschutz – Schutz gegen direktes Berühren

Hierunter ist der Schutz durch ein Gehäuse zu verstehen, das nur Fachkräfte mit Schlüssel oder Werkzeug öffnen können. Vor dem Öffnen muss die Fachkraft die Netz-Trenneinrichtung nicht zwingend ausschalten. Aktive Teile müssen jedoch entsprechend DIN EN 50274 oder VDE 0660-514 gegen direktes Berühren geschützt werden.

Bei Verriegelung der Netz-Trenneinrichtung mit der Tür entfallen die Einschränkungen des vorhergehenden

Abschnitts, da die Tür nur bei ausgeschalteter Netz-Trenneinrichtung geöffnet werden kann. Eine Elektrofachkraft darf die Verriegelung mit einem Werkzeug aufheben können, etwa um einen Fehler zu suchen. Bei aufgehobener Verriegelung muss es weiterhin möglich sein, die Netz-Trenneinrichtung auszuschalten.

Soll ein Gehäuse ohne Verwendung eines Schlüssels und ohne Abschalten der Netz-Trenneinrichtung geöffnet werden können, müssen alle aktiven Teile mindestens der Schutzart IP 2X oder IP XXB nach DIN EN 60529; VDE 0470-1 entsprechen.

Fehlerschutz – Schutz bei indirektem Berühren

Hierbei soll verhindert werden, dass durch einen Isolationsfehler eine gefährliche Berührungsspannung ansteht. Zur Erfüllung dieser Forderung sind die Schutzmaßnahmen nach IEC 60364-4-410; VDE 0100-410 anzuwenden.

Schutz der Ausrüstung

Schutz bei Spannungsausfall

Bei Wiederkehr der Spannung nach einem Netzausfall dürfen Maschinen oder Teile von Maschinen nicht selbsttätig anlaufen, wenn das zu einem gefährlichen Zustand oder zu einem Sachschaden führen kann. Mit Schützsteuerungen kann man diese Forderung durch Selbsthalteschaltungen leicht erfüllen.

Bei Schaltungen mit Dauerkontaktgabe kann ein zusätzliches Hilfsschütz mit Impulskontaktgabe in der Zuleitung des Steuerstromkreises diese Aufgabe übernehmen. Aber auch Netz-Trenneinrichtung und Motorschutzschalter mit Unterspannungsauslöser verhindern zuverlässig den selbsttätigen Anlauf nach Spannungswiederkehr.

Überstromschutz

Für ankommende Netzanschlussleitungen braucht man im Normalfall keine Überstromschutzeinrichtung. Der Überstromschutz wird von der Schutzeinrichtung am Anfang der Zuleitung übernommen. Alle anderen Stromkreise müssen durch Sicherungen oder Leistungsschalter geschützt werden.

Für Sicherungen besteht die Forderung, dass sie sich im Einsatzland ersetzen lassen. Diese Schwierigkeit lässt sich durch den Einsatz von Leistungsschaltern umgehen, die zudem noch weitere Vorteile wie allpoliges Freischalten, schnelle Wiedereinschaltbereitschaft und Verhinderung von Einphasenlauf bieten.

Überlastschutz von Motoren

Motoren über 0,5 kW für Dauerbetrieb müssen gegen Überlast geschützt werden. Für alle anderen Motoren wird der Überlastschutz empfohlen. Motoren, die häufig anlaufen und abgebremst werden, sind schwierig zu schützen und benötigen oft eine besondere Schutzeinrichtung. Für Motoren mit beeinträchtigter Kühlung sind eingebaute Thermofühler besonders geeignet. Zusätzlich empfiehlt sich stets der Einbau von Bimetall-Motorschutzrelais, insbesondere als Schutz bei Läuferblockierung.

Normen, Formeln, Tabellen
Elektrische Ausrüstung von Maschinen

Steuerfunktionen im Fehlerfall

Durch Fehler in der elektrischen Ausrüstung darf es nicht zu gefährlichen Zuständen oder Schäden kommen. Gefahren müssen durch geeignete Maßnahmen in ihrer Entstehung verhindert werden. Der Aufwand für entsprechende Maßnahmen kann sehr groß und teuer werden, wenn sie generell vorgesehen werden. Eine Abschätzung der Höhe des Risikos in Verbindung mit dem jeweiligen Einsatz bietet die Norm DIN EN ISO 13849-1 „Sicherheit von Maschinen, Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen, Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze".

Die Anwendung der Risikoabschätzung nach DIN EN ISO 13849-1 wird im Sicherheitshandbuch „Sicherheitstechnik an Maschinen und Anlagen" von Eaton behandelt (Best.-Nr. PU05907001Z).

NOT-AUS-Einrichtung

Jede Maschine, von der eine Gefährdung ausgehen kann, muss mit einer NOT-AUS-Einrichtung versehen werden. Dieses Stillsetzen kann hauptstrommäßig ein NOT-AUS-Schalter oder steuerstrommäßig ein NOT-AUS-Befehlsgerät erledigen.

Bei Betätigung der NOT-AUS-Einrichtung sollen alle die Stromverbraucher durch Entregen mittelbar abgeschaltet werden, die unmittelbar zu einer Gefährdung führen können. Sie dürfen wahlweise auf elektromechanische Geräte wie Leistungsschütze, Hilfsschütze oder auf den Unterspannungsauslöser der Netz-Trenneinrichtung wirken.

NOT-AUS-Befehlsgeräte müssen bei unmittelbare Handbetätigung einen Pilzdruckkopf haben. Die Schaltstücke müssen zwangsläufig öffnen. Nach Betätigen des NOT-AUS-Befehlsgerätes darf die Maschine erst nach Entriegeln vor Ort wieder eingeschaltet werden können. Das Entriegeln allein darf keinen Wiederanlauf bewirken.

Für NOT-AUS-Schalter und NOT-AUS-Befehlsgeräte gilt weiterhin:

- Die Handhabe muss rot und mit der Kontrastfarbe gelb unterlegt sein.
- NOT-AUS-Einrichtungen müssen im Gefahrenfall schnell und leicht erreichbar sein.
- NOT-AUS muss Vorrang gegenüber allen anderen Funktionen und Betätigungen haben.
- Die Funktionsfähigkeit ist durch Prüfungen festzustellen, besonders bei erschwerten Umgebungsbedingungen.
- Bei Unterteilung in mehrere NOT-AUS-Bereiche muss die Zuordnung erkennbar sein.

Handlungen im Notfall

Welche Funktionen hiermit ausgeführt werden, geht aus dem Begriff NOT-AUS nicht hervor. Um hier präziser formulieren zu können, werden in der DIN EN 60204-1 zwei Einzelfunktionen beschrieben:

1. Geräte für NOT-HALT
Hierbei handelt es sich um die Möglichkeit, gefahrbringende Bewegungen so schnell wie möglich stillzusetzen.

2. Geräte für NOT-AUS
Besteht die Gefahr eines elektrischen Schlages durch direktes Berühren, z. B. mit aktiven Teilen in elektrischen Betriebsräumen, so ist ein Gerät zum Ausschalten im Notfall vorzusehen.

Normen, Formeln, Tabellen
Elektrische Ausrüstung von Maschinen

Kennfarben für Drucktaster und ihre Bedeutung

nach DIN EN 60073; VDE 0199
DIN EN 60204-1; VDE 0113-1, Tabelle 2

Farbe	Bedeutung	Typische Anwendung
ROT	Notfall	• NOT-AUS • Brandbekämpfung
GELB	Anormal	Eingriff, um unnormale Bedingungen zu unterdrücken oder unerwünschte Änderungen zu vermeiden
BLAU	Zwingend	Rückstellfunktion
GRÜN	Normal	Start aus sicherem Zustand
WEISS	keine spezielle Bedeutung zugeordnet	• Start/EIN (bevorzugt) • Stopp/AUS
GRAU		• Start/EIN • Stopp/AUS
SCHWARZ		• Start/EIN • Stopp/AUS (bevorzugt)

Normen, Formeln, Tabellen
Elektrische Ausrüstung von Maschinen

Kennfarben für Anzeigeleuchten und ihre Bedeutung

nach DIN EN 60073; VDE 0199
DIN EN 60204-1; VDE 0113-1, Tabelle 4

Farbe	Bedeutung	Erläuterung	Typische Anwendung
ROT	Notfall	Warnung vor möglicher Gefahr oder Zuständen, die ein sofortiges Eingreifen erfordern	• Ausfall des Schmiersystems • Temperatur außerhalb vorgegebener (sicherer) Grenzen • wesentliche Teile der Ausrüstung durch Ansprechen einer Schutzeinrichtung gestoppt
GELB	Anormal	bevorstehender kritischer Zustand	• Temperatur (oder Druck) abweichend vom Normalwert • Überlast, deren Dauer nur innerhalb beschränkter Zeit zulässig ist
BLAU	Zwingend	Handlung durch den Bediener erforderlich	• Hindernis entfernen • auf Vorschub umschalten
GRÜN	Normal	Anzeige sicherer Betriebsverhältnisse oder Freigabe des weiteren Betriebsablaufes	• Kühlflüssigkeit läuft • automatische Kesselsteuerung eingeschaltet • Maschine fertig zum Start
WEISS	Neutral	jede Bedeutung: darf angewendet werden, wenn nicht klar ist, welche der Farben ROT, GELB oder GRÜN die geeignete wäre; oder als Bestätigung	• Motor läuft • Anzeige von Betriebsarten

Kennfarben für Leuchtdrucktaster und ihre Bedeutung

Bei Leuchtdrucktastern gelten beide Tabellen, die erste Tabelle steht für die Funktion der Tasten.

Normen, Formeln, Tabellen
Elektrische Ausrüstung von Maschinen

Sicherheitstechnische Kenngrößen nach EN ISO 13849-1 und IEC 62061

Ein sicherheitsgerichtetes Teilsystem kann aus einer oder mehreren Komponenten zusammengesetzt werden. Für eine Bewertung des sicherheitsgerichteten Teilsystems einer Steuerung nach EN ISO 13849-1 und IEC 62061 werden Kennwerte benötigt, die vom Komponenten-Hersteller angegeben werden.

Eaton stellt die Kennwerte aller sicherheitsrelevanten Komponenten im Bereich Safety Technology zur Verfügung.

Zuverlässigkeitswerte nach EN ISO 13849-1:

B10d	Anzahl der Schaltspiele, bis 10 % der getesteten Geräte gefährlich ausgefallen sind
MTTFd	Mean Time To Dangerous Failure. Mittelwert der erwarteten Zeit bis zu einem gefährlichen Ausfall
PL	Performance Level

Zuverlässigkeitswerte nach IEC 62061:

B10	Anzahl der Schaltspiele, bis 10 % der getesteten Geräte ausgefallen sind
PFHd	Probability of a Dangerous Failure per Hour. Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde
SIL CL	Safety Integrity Level Claim Limit. SIL-Anspruchsgrenze für ein Teilsystem.

Nähere Einzelheiten entnehmen Sie bitte der Übersicht der sicherheitstechnischen Kenngrößen für Komponenten:

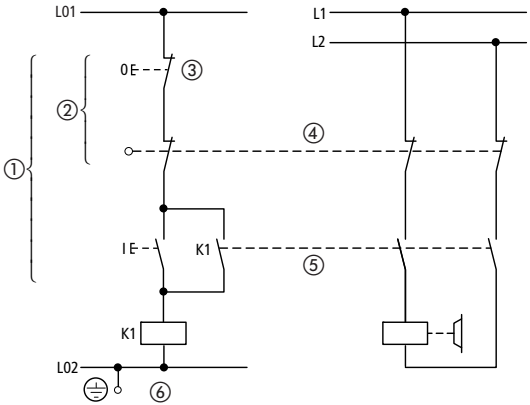
http://www.moeller.net/binary/bl_supplements/bl8896de.pdf

Normen, Formeln, Tabellen
Maßnahmen zur Risikoverminderung

Risikoverminderung im Fehlerfall

Durch Fehler in der elektrischen Ausrüstung darf es nicht zu gefährlichen Zuständen oder Schäden kommen. Gefahren müssen durch geeignete Maßnahmen in ihrer Entstehung verhindert werden.

Verwendung von erprobten Schaltungstechniken und Bauteilen



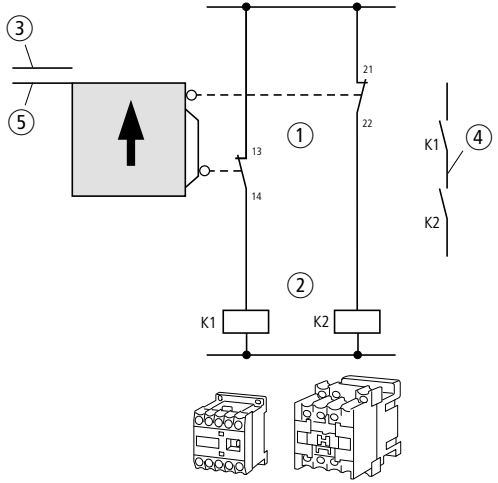
① Alle Schaltfunktionen auf der nicht geerdeten Seite
② Verwendung von Schalteinrichtungen mit zwangsläufig öffnenden Kontakten (nicht zu verwechseln mit zwangsgeführten Kontakten)
③ Stillsetzen durch Entregung (drahtbruchsicher)
④ Schaltungstechnische Maßnahmen, die unerwünschte Betriebszustände im Fehlerfall unwahrscheinlich machen (hier gleichzeitige Unterbrechung durch Schütz und Grenztaster)
⑤ Schalten aller aktiven Leiter zu dem zu steuernden Gerät.
⑥ Masseverbindung der Steuerstromkreise für Betriebszwecke (dient nicht als Schutzmaßnahme)

Redundanz
Bedeutet das Vorhandensein von einem zusätzlichen Gerät oder System, das im Fehlerfall die Funktion übernimmt.

Normen, Formeln, Tabellen
Maßnahmen zur Risikoverminderung

Diversität

Aufbau von Steuerstromkreisen nach verschiedenen Funktionsprinzipien oder mit unterschiedlichen Arten von Geräten.



① Funktionelle Diversität durch Kombination von Öffner und Schließer
② Gerätediversität durch Verwendung unterschiedlicher Gerätearten (hier unterschiedliche Hilfsschütztypen)
③ Schutzeinrichtung offen
④ Rückführkreis
⑤ Schutzeinrichtung geschlossen

Funktionsprüfungen
Von Hand oder automatisch kann die einwandfreie Funktion der Betriebsmittel geprüft werden.

Normen, Formeln, Tabellen
Schutzarten elektrischer Betriebsmittel

Schutzarten elektrischer Betriebsmittel durch Gehäuse, Abdeckungen und dergleichen nach DIN EN 60529; VDE 0470-1)

Die Schutzarten für den Schutz von elektrischen Betriebsmitteln durch entsprechende Kapselung werden durch ein Kurzzeichen angegeben, das aus den Buchstaben **IP** und zwei Kennziffern besteht. Die erste Kennziffer gibt den Berührungs- und Fremdkörperschutz und die zweite Kennziffer den Wasserschutz an.

Berührungs- und Fremdkörperschutz

Erste Kennziffer	**Schutzumfang**	
	Benennung	Erklärung
0	Kein Schutz	Kein besonderer Schutz von Personen gegen zufälliges Berühren unter Spannung stehender oder sich bewegender Teile. Kein Schutz des Betriebsmittels gegen Eindringen von festen Fremdkörpern.
1	Schutz gegen Fremdkörper ≧ 50 mm	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit dem Handrücken. Die Zugangssonde, Kugel 50 mm Durchmesser, muss ausreichend Abstand von gefährlichen Teilen haben. Die Objektsonde, Kugel 50 mm Durchmesser, darf nicht voll eindringen.
2	Schutz gegen Fremdkörper ≧ 12,5 mm	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Finger. Der gegliederte Prüffinger, 12 mm Durchmesser und 80 mm Länge, muss ausreichend Abstand von gefährlichen Teilen haben. Die Objektsonde, Kugel 12,5 mm Durchmesser, darf nicht voll eindringen.

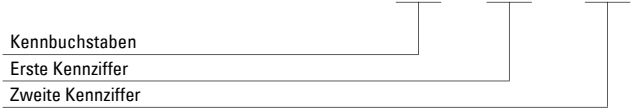
Normen, Formeln, Tabellen

Schutzarten elektrischer Betriebsmittel

Berührungs- und Fremdkörperschutz

Erste Kenn-ziffer	**Schutzumfang**	
	Benennung	Erklärung
3	Schutz gegen Fremdkörper ≧ 2,5 mm	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Werkzeug. Die Zugangssonde, 2,5 mm Durchmesser, darf nicht eindringen. Die Objektsonde, 2,5 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen.
4	Schutz gegen Fremdkörper ≧ 1 mm	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Draht. Die Zugangssonde, 1,0 mm Durchmesser, darf nicht eindringen. Die Objektsonde, 1,0 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen.
5	Schutz gegen Staub-ablagerung	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Draht. Die Zugangssonde, 1,0 mm Durchmesser darf nicht eindringen. Eindringen von Staub ist nicht vollständig verhindert, aber Staub darf nicht in einer solchen Menge eindringen, dass das zufriedenstellende Arbeiten des Gerätes oder die Sicherheit beeinträchtigt wird.
6	Schutz gegen Staubeintritt Staubdicht	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Draht. Die Zugangssonde, 1,0 mm Durchmesser darf nicht eindringen. Kein Eindringen von Staub.

Beispiele für die Angabe einer Schutzart:



Normen, Formeln, Tabellen

Schutzarten elektrischer Betriebsmittel

Für Wasserschutz

Zweite Kenn-ziffer	**Schutzumfang**	
	Benennung	Erklärung
0	Kein Schutz	Kein besonderer Schutz
1	Schutz gegen senkrecht fallendes Tropfwasser	Wassertropfen, die senkrecht fallen, dürfen keine schädliche Wirkung haben.
2	Schutz gegen Tropfwasser, bei bis zu 15° Gehäuse-neigung	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädlichen Wirkungen haben, wenn das Gehäuse um einen Winkel von 15° beiderseits der Senkrechten geneigt ist.
3	Schutz gegen Sprühwasser	Wasser, das in einem beliebigen Winkel bis 60° beider-seits der Senkrechten gesprüht wird, darf keine schädliche Wirkung haben.
4	Schutz gegen Spritzwasser	Wasser, das aus allen Richtungen gegen das Gehäuse spritzt, darf keine schädliche Wirkung haben.
5	Schutz gegen Strahlwasser	Ein Wasserstrahl aus einer Düse, der aus allen Rich-tungen gegen das Betriebsmittel gerichtet wird, darf keine schädliche Wirkung haben.
6	Schutz gegen starkes Strahlwasser	Wasser, das aus jeder Richtung als starker Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädliche Wirkung haben.
7	Schutz beim zeitweiligen Untertauchen	Wasser darf nicht in schädlichen Mengen eindringen, wenn das Betriebsmittel unter genormten Druck- und Zeitbedingungen in Wasser eingetaucht wird.

Normen, Formeln, Tabellen

Schutzarten elektrischer Betriebsmittel

Zweite Kenn-ziffer	**Schutzumfang**	
	Benennung	Erklärung
8	Schutz beim dauernden Untertauchen	Wasser darf nicht in schädlichen Mengen eindringen, wenn das Betriebsmittel dauernd unter Wasser getaucht wird unter Bedingungen, die zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden müssen. Die Bedingungen müssen schwieriger sein als die für Kennziffer 7.
9K*	Schutz bei Hochdruck-/Dampfstrahlreinigung	Wasser, das aus jeder Richtung unter stark erhöhtem Druck gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädlichen Wirkungen haben. Wasserdruck 100 bar Wassertemperatur 80 °C

* Diese Kennziffer entstammt der Norm DIN 40050-9.

Notizen

Normen, Formeln, Tabellen

Gebrauchskategorien für Schaltelemente

Nach DIN EN 60947-5-1 (VDE 0660-200, Tabelle 1)

Strom-art	Gebrauchs kategorie	Typische Anwendungsfälle	Normale Gebrauchs-bedingungen	
		I = Einschaltstrom, I_c = Ausschaltstrom, I_e = Bemessungsbetriebsstrom, U = Spannung, U_e = Bemessungsbetriebsspannung U_r = Wiederkehrende Spannung, $t_{0,95}$ = Zeit in ms, bis 95 % des stationären Stroms erreicht sind. $P = U_e \times I_e$ = Bemessungsleistung in Watt	Einschalten $\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
Wech-sel-strom	AC-12	Steuern von ohmscher Last und Halbleiter-last in Eingangskreisen von Optokopplern	1	1
	AC-13	Steuern von Halbleiterlast mit Trans-formatortrennung	2	1
	AC-14	Steuern kleiner elektromagnetischer Last (max. 72 VA)	6	1
	AC-15	Steuern elektromagnetischer Last (größer als 72 VA)	10	1
			$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
Gleich-strom	DC-12	Steuern von ohmscher Last und Halbleiter-last in Eingangskreisen von Optokopplern	1	1
	DC-13	Steuern von Elektromagneten	1	1
	DC-14	Steuern von elektromagnetischen Lasten mit Sparwiderständen im Stromkreis	10	1

Normen, Formeln, Tabellen

Gebrauchskategorien für Schaltelemente

				Abweichende Gebrauchsbedingungen					
Ausschalten				Einschalten			Ausschalten		
cos φ	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	cos φ	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	cos φ	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	cos φ
0,9	1	1	0,9	–	–	–	–	–	–
0,65	1	1	0,65	10	1,1	0,65	1,1	1,1	0,65
0,3	1	1	0,3	6	1,1	0,7	6	1,1	0,7
0,3	1	1	0,3	10	1,1	0,3	10	1,1	0,3
$t_{0,95}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$T_{0,95}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$T_{0,95}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$T_{0,95}$
1 ms	1	1	1 ms	–	–	–	–	–	–
6 x P[1)]	1	1	6 x P[1)]	1,1	1,1	6 x P[1)]	1,1	1,1	6 x P[1)]
15 ms	1	1	15 ms	10	1,1	15 ms	10	1,1	15 ms

[1)] Der Wert „6 x P“ ergibt sich aus einem empirischen Verhältnis, das den meisten Gleichstrom-Magnetlasten bis zum oberen Grenzwert P = 50 W entspricht, wobei 6 [ms]/[W] = 300 [ms] ist. Lasten mit einer Bemessungsleistung über 50 W setzen sich aus kleinen parallel liegenden Lasten zusammen. Deshalb sind 300 ms eine obere Grenze, unabhängig von der Größe der Leistung.

Normen, Formeln, Tabellen

Gebrauchskategorien für Schütze und Motorstarter

Nach DIN EN 60947-4-1 (VDE 0660-102, Tabelle 1)

Stromart	Gebrauchskategorie	Typische Anwendungsfälle I = Einschaltstrom, I_c = Ausschaltstrom, I_e = Bemessungsbetriebsstrom, U = Spannung, U_e = Bemessungsbetriebsspannung U_r = Wiederkehrende Spannung	Nachweis der elektrischen Lebensdauer		
			Einschalten		
			I_e [A]	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
Wechselstrom	AC-1	Nicht induktive oder schwach induktive Last, Widerstandsöfen	alle Werte	1	1
	AC-2	Schleifringmotoren: Anlassen, Ausschalten	alle Werte	2,5	1
	AC-3	Käfigläufermotoren: Anlassen, Ausschalten während des Laufes[4]	$I_e \leqq 17$ $I_e > 17$	6 6	1 1
	AC-4	Käfigläufermotoren: Anlassen, Gegenstrombremsen, Reversieren, Tippen	$I_e \leqq 17$ $I_e > 17$	6 6	1 1
	AC-5a	Schalten von Gasentladungslampen			
	AC-5b	Schalten von Glühlampen			
	AC-6a[3]	Schalten von Transformatoren			
	AC-6b[3]	Schalten von Kondensatorbatterien			
	AC-7a	Schwach induktive Last in Haushaltsgeräten und ähnlichen Anwendungen	gemäß Angaben des Herstellers		
	AC-7b	Motorlast für Haushaltsanwendungen			
	AC-8a	Steuern von hermetisch abgeschlossenen Kühlkompressormotoren mit manueller Rückstellung der Überlastauslöser[5]			
	AC-8b	Steuern von hermetisch abgeschlossenen Kühlkompressormotoren mit automatischer Rückstellung der Überlastauslöser[5]			

Normen, Formeln, Tabellen

Gebrauchskategorien für Schütze und Motorstarter

				Nachweis des Schaltvermögens						
	Ausschalten			Einschalten				Ausschalten		
cos φ	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	cos φ	I_e [A]	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	cos φ	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	cos φ
0,95	1	1	0,95	alle Werte	1,5	1,05	0,8	1,5	1,05	0,8
0,65	2,5	1	0,65	alle Werte	4	1,05	0,65	4	1,05	0,8
0,65	1	0,17	0,65	$I_e \leq 100$	8	1,05	0,45	8	1,05	0,45
0,35	1	0,17	0,35	$I_e > 100$	8	1,05	0,35	8	1,05	0,35
0,65	6	1	0,65	$I_e \leq 100$	10	1,05	0,45	10	1,05	0,45
0,35	6	1	0,35	$I_e > 100$	10	1,05	0,35	10	1,05	0,35
					3,0	1,05	0,45	3,0	1,05	0,45
					1,5[2)]	1,05	[2)]	1,5[2)]	1,05	[2)]
					1,5	1,05	0,8	1,5	1,05	0,8
					8,0	1,05	[1)]	8,0	1,05	[1)]
					6,0	1,05	[1)]	6,0	1,05	[1)]
					6,0	1,05	[1)]	6,0	1,05	[1)]

Normen, Formeln, Tabellen

Gebrauchskategorien für Schütze und Motorstarter

Nach DIN EN 60947-4-1 (VDE 0660-102, Tabelle 1)

Stromart	Gebrauchskategorie	Typische Anwendungsfälle I = Einschaltstrom, I_c = Ausschaltstrom, I_e = Bemessungsbetriebsstrom, U = Spannung, U_e = Bemessungsbetriebsspannung, U_r = Wiederkehrende Spannung	Nachweis der elektrischen Lebensdauer Einschalten		
			I_e [A]	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
Gleichstrom	DC-1	Nicht induktive oder schwach induktive Last, Widerstandsöfen	alle Werte	1	1
	DC-3	Nebenschlussmotoren: Anlassen, Gegenstrombremsen, Reversieren, Tippen, Widerstandsbremsen	alle Werte	2,5	1
	DC-5	Reihenschlussmotoren: Anlassen, Gegenstrombremsen, Reversieren, Tippen, Widerstandsbremsen	alle Werte	2,5	1
	DC-6	Schalten von Glühlampen			

[1] $\cos \varphi = 0{,}45$ für $I_e \leqq 100$ A; $\cos \varphi = 0{,}35$ für $I_e > 100$ A.
[2] Die Prüfungen sind mit Glühlampenlast durchzuführen.
[3] Die Prüfdaten sind hier entsprechend einer besonderen Tabelle aus den Prüfwerten für AC-3 oder AC-4 abzuleiten.

Normen, Formeln, Tabellen

Gebrauchskategorien für Schütze und Motorstarter

				Nachweis des Schaltvermögens						
	Ausschalten			Einschalten				Ausschalten		
L/R [ms]	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	L/R [ms]	I_e [A]	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	L/R [ms]	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	L/R [ms]
1	1	1	1	alle Werte	1,5	1,05	1	1,5	1,05	1
2	2,5	1	2	alle Werte	4	1,05	2,5	4	1,05	2,5
7,5	2,5	1	7,5	alle Werte	4	1,05	15	4	1,05	15
					1,5[2)]	1,05	[2)]	1,5[2)]	1,05	[2)]

[4)] Geräte für Gebrauchskategorie AC-3 dürfen für gelegentliches Tippen oder Gegenstrombremsen während einer begrenzten Dauer wie zum Einrichten einer Maschine verwendet werden; die Anzahl der Betätigungen darf dabei nicht über fünf je Minute und zehn je zehn Minuten hinausgehen.

[5)] Beim hermetisch gekapselten Kühlkompressor sind Kompressor und Motor im gleichen Gehäuse ohne äußere Welle oder Wellendichtung gekapselt und der Motor wird mit Kühlmittel betrieben.

Normen, Formeln, Tabellen

Gebrauchskategorien für Lasttrennschalter

Für Lastschalter, Trenner, Lasttrenner und Schalter-Sicherungs-Einheiten nach DIN EN 60947-3 (VDE 0660-107, Tabelle 2)

Stromart	Gebrauchs-kategorie	Typische Anwendungsfälle I = Einschaltstrom, I_c = Ausschaltstrom, I_e = Bemessungsbetriebsstrom, U = Spannung, U_e = Bemessungsbetriebsspannung, U_r = Wiederkehrende Spannung
Wechsel-strom	AC-20 A(B)[1]	Ein- und Ausschalten ohne Last
	AC-21 A(B)[1]	Schalten ohmscher Last einschließlich mäßiger Überlast
	AC-22 A(B)[1]	Schalten gemischter ohmscher und induktiver Last einschl. mäßiger Überlast
	AC-23 A(B)[1]	Schalten von Motorlast oder anderer stark induktiver Last
Gleich-strom	DC-20 A(B)[1]	Ein- und Ausschalten ohne Last
	DC-21 A(B)[1]	Schalten ohmscher Last einschließlich mäßiger Überlast
	DC-22 A(B)[1]	Schalten gemischter ohmscher und induktiver Last einschließlich mäßiger Überlast (z. B. Nebenschluss-Motoren)
	DC-23 A(B)[1]	Schalten stark induktiver Last (z. B. Reihenschluss-Motoren)

[1] A: häufige Betätigung, B: gelegentliche Betätigung.

Lasttrennschalter, die zum Schalten von Motoren geeignet sind, werden auch nach den Bedingungen → Abschnitt „Gebrauchskategorien für Schütze und Motorstarter", Seite 10-36 geprüft.

Normen, Formeln, Tabellen

Gebrauchskategorien für Lasttrennschalter

Nachweis des Schaltvermögens						
Einschalten				Ausschalten		
I_e [A]	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	cos φ	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	cos φ
alle Werte	1)		1)	1)		1)
alle Werte	1,5	1,05	0,95	1,5	1,05	0,95
alle Werte	3	1,05	0,65	3	1,05	0,65
$I_e \leq 100$ $I_e > 100$	10 10	1,05 1,05	0,45 0,35	8 8	1,05 1,05	0,45 0,35
I_e [A]	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	L/R [ms]	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	L/R [ms]
alle Werte	1)	1)	1)	1)	1)	1)
alle Werte	1,5	1,05	1	1,5	1,05	1
alle Werte	4	1,05	2,5	4	1,05	2,5
alle Werte	4	1,05	15	4	1,05	15

Notizen

Normen, Formeln, Tabellen
Motorbemessungsströme

Motorbemessungsströme von Drehstrommotoren (Richtwerte für Käfigläufer)

Kleinstmögliche Kurzschlusssicherung für Drehstrommotoren
Der max. Wert richtet sich nach dem Schaltgerät bzw. Motorschutzrelais.

Die Motorbemessungsströme gelten für normale innen- und oberfächengekühlte Drehstrommotoren mit 1500 min^{-1}.

Direkter Anlauf:	Anlaufstrom max. 6 x Motorbemessungsstrom, Anlaufzeit max. 5 s.
Y/Δ-Anlauf:	Anlaufstrom max. 2 x Motorbemessungsstrom, Anlaufzeit max. 15 s. Motorschutzrelais im Strang auf 0,58 x Motorbemessungsstrom einstellen.

Sicherungsbemessungsströme bei Y/Δ-Anlauf gelten auch für Drehstrommotoren mit Schleifringläufer.

Bei höherem Bemessungs-, Anlaufstrom und/oder längerer Anlaufzeit größere Sicherung verwenden.

Tabelle gilt für „träge“ bzw. „gL“-Sicherungen (DIN VDE 0636).

Bei NH-Sicherungen mit aM-Charakteristik wird Sicherung = Bemessungsstrom gewählt.

Normen, Formeln, Tabellen
Motorbemessungsströme

Motorleistung			230 V			400 V		
			Motor-bemes-sungs-strom	Sicherung		Motor-bemes-sungs-strom	Sicherung	
				Anlauf direkt	Y/Δ		Anlauf direkt	Y/Δ
kW	cos φ	η [%]	A	A	A	A	A	A
0,06	0,7	58	0,37	2	–	0,21	2	–
0,09	0,7	60	0,54	2	–	0,31	2	–
0,12	0,7	60	0,72	4	2	0,41	2	–
0,18	0,7	62	1,04	4	2	0,6	2	–
0,25	0,7	62	1,4	4	2	0,8	4	2
0,37	0,72	66	2	6	4	1,1	4	2
0,55	0,75	69	2,7	10	4	1,5	4	2
0,75	0,79	74	3,2	10	4	1,9	6	4
1,1	0,81	74	4,6	10	6	2,6	6	4
1,5	0,81	74	6,3	16	10	3,6	6	4
2,2	0,81	78	8,7	20	10	5	10	6
3	0,82	80	11,5	25	16	6,6	16	10
4	0,82	83	14,8	32	16	8,5	20	10
5,5	0,82	86	19,6	32	25	11,3	25	16
7,5	0,82	87	26,4	50	32	15,2	32	16
11	0,84	87	38	80	40	21,7	40	25
15	0,84	88	51	100	63	29,3	63	32
18,5	0,84	88	63	125	80	36	63	40
22	0,84	92	71	125	80	41	80	50
30	0,85	92	96	200	100	55	100	63
37	0,86	92	117	200	125	68	125	80
45	0,86	93	141	250	160	81	160	100
55	0,86	93	173	250	200	99	200	125
75	0,86	94	233	315	250	134	200	160
90	0,86	94	279	400	315	161	250	200
110	0,86	94	342	500	400	196	315	200
132	0,87	95	401	630	500	231	400	250
160	0,87	95	486	630	630	279	400	315
200	0,87	95	607	800	630	349	500	400
250	0,87	95	–	–	–	437	630	500
315	0,87	96	–	–	–	544	800	630
400	0,88	96	–	–	–	683	1000	800
450	0,88	96	–	–	–	769	1000	800
500	0,88	97	–	–	–	–	–	–
560	0,88	97	–	–	–	–	–	–
630	0,88	97	–	–	–	–	–	–

Normen, Formeln, Tabellen
Motorbemessungsströme

440 V			500 V			690 V		
Motor-bemes-sungs-strom	Sicherung Anlauf direkt	Sicherung Y/Δ	Motor-bemes-sungs-strom	Sicherung Anlauf direkt	Sicherung Y/Δ	Motor-bemes-sungs-strom	Sicherung Anlauf direkt	Sicherung Y/Δ
A	A	A	A	A	A	A	A	A
0,19	2	–	0,17	2	–	0,12	2	–
0,28	2	–	0,25	2	–	0,18	2	–
0,37	2	–	0,33	2	–	0,24	2	–
0,54	2	–	0,48	2	–	0,35	2	–
0,76	2	–	0,7	2	–	0,5	2	–
1	4	2	0,9	2	2	0,7	2	–
1,4	4	2	1,2	4	2	0,9	4	2
1,7	4	2	1,5	4	2	1,1	4	2
2,4	4	2	2,1	6	4	1,5	4	2
3,3	6	4	2,9	6	4	2,1	6	4
4,6	10	6	4	10	4	2,9	10	4
6	16	10	5,3	16	6	3,8	10	4
7,7	16	10	6,8	16	10	4,9	16	6
10,2	20	10	9	20	16	6,5	16	10
13,8	25	16	12,1	25	16	8,8	20	10
19,8	32	25	17,4	32	20	12,6	25	16
26,6	50	32	23,4	50	25	17	32	20
32,8	63	32	28,9	50	32	20,9	32	25
37	80	40	33	63	32	23,8	50	25
50	100	63	44	80	50	32	63	32
61	125	80	54	100	63	39	80	50
74	125	100	65	125	80	47	80	63
90	125	100	79	160	80	58	100	63
122	160	125	107	200	125	78	160	100
146	200	160	129	200	160	93	160	100
179	250	200	157	250	160	114	200	125
210	250	250	184	250	200	134	250	160
254	315	250	224	315	250	162	250	200
318	400	315	279	400	315	202	315	250
397	630	400	349	500	400	253	400	315
495	630	630	436	630	500	316	500	400
621	800	800	547	800	630	396	630	400
699	800	800	615	800	630	446	630	630
–	–	–	–	–	–	491	630	630
–	–	–	–	–	–	550	800	630
–	–	–	–	–	–	618	800	630

Normen, Formeln, Tabellen
Leitungen

Leitungs- und Kabeleinführungen mit Kabeltüllen

Die Leitungseinführung in gekapselte Geräte wird durch die Verwendung von Kabeltüllen erheblich vereinfacht und verbessert.

Kabeltüllen
für direkte und schnelle Leitungseinführung in Gehäuse und als Verschlussstopfen.

Membrantüllen metrisch	Leitungseinführung	Bohrungsdurchmesser mm	Kabelaußendurchmesser mm	Verwendung Kabel NYM/NYY, 4-adrig mm²	Kabeltülle Typ
 • IP66, mit integrierter Durchsteckmembran • PE und thermoplastisches Elastomer, halogenfrei	M16	16,5	1 – 9	H03VV-F3 x 0,75 NYM 1 x 16/3 x 1,5	KT-M16
	M20	20,5	1 – 13	H03VV-F3 x 0,75 NYM 5 x 1,5/5 x 2,5	KT-M20
	M25	25,5	1 – 18	H03VV-F3 x 0,75 NYM 4x 10	KT-M25
	M32	32,5	1 – 25	H03VV-F3 x 0,75 NYM 4 x 16/5 x 10	KT-M32

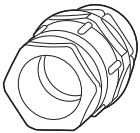
Detaillierte Informationen zu den Materialeigenschaften → Tabelle, Seite 10-48.

Normen, Formeln, Tabellen
Leitungen

Leitungs- und Kabeleinführungen mit Kabelverschraubungen

Kabelverschraubungen metrisch nach DIN EN 50262; VDE 0619

mit 9, 10, 12, 14 oder 15 mm langem Gewinde.

Kabelverschraubungen	Leitungseinführung	Bohrungsdurchmesser mm	Kabelaußendurchmesser mm	Verwendung Kabel NYM/NYY, 4-adrig mm²	Kabelverschraubung Typ
 • mit Gegenmutter und integrierter Zugentlastung • IP68 bis 5 bar, Polyamid, halogenfrei	M12	12,5	3 –7	H03VV-F3 x 0,75 NYM 1 x 2,5	V-M12
	M16	16,5	4,5 – 10	H05VV-F3 x 1,5 NYM 1 x 16/3 x 1,5	V-M16
	M20	20,5	6 – 13	H05VV-F4 x 2,5/3 x 4 NYM 5 x 1,5/5 x 2,5	V-M20
	M25	25,5	9 – 17	H05VV-F5 x 2,5/5 x 4 NYM 5 x 2,5/5 x 6	V-M25
	M32	32,5	13 – 21	NYM 5 x 10	V-M32
	M32	32,5	18 – 25	NYM 5 x 16	V-M32G[1)]
	M40	40,5	16 – 28	NYM 5 x 16	V-M40
	M50	50,5	21 – 35	NYM 4 x 35/5 x 25	V-M50
	M63	63,5	34 – 48	NYM 4 x 35	V-M63
 Belüftungskabelverschraubung IP69K	M20	20,5	6 – 13	H05VV-F 4 x 2,5/3 x 4 NYM 5 x 1,5/5 x 2,5	V-M20-VENT

1) Entspricht nicht der Norm DIN EN 50262.

Detaillierte Informationen zu den Materialeigenschaften → Tabelle, Seite 10-48.

Normen, Formeln, Tabellen
Leitungen

Materialeigenschaften

	KT-M…	V-M…
Material	Polyethylen und thermoplastisches Elastomer, halogenfrei	Polyamid, halogenfrei
Farbe	Grau, RAL 7035	Grau, RAL 7035
Schutzart	bis IP66	IP68 bis 5 bar (30 min)
Chemische Beständigkeit	Beständig gegen: • Alkohol, • tierische und pflanzliche Fette, • schwache Laugen, • schwache Säuren, • Wasser	Beständig gegen: • Aceton, • Benzin, • Benzol, • Dieselöl, • Fette, • Öle, • Lösungsmittel für Farben und Lacke
Spannungsrissgefahr	relativ hoch	niedrig
Temperaturbeständigkeit	–40 °C…80 °C, kurzzeitig bis ca. 100 °C	–20 °C…100 °C, kurzzeitig bis ca. 120 °C
Flammwidrigkeit	–	Glühdrahtprüfung 750 °C nach DIN EN 60695-2-11; VDE 0471-2-11
Brennbarkeit nach UL94	–	V2

Normen, Formeln, Tabellen
Leitungen

Außendurchmesser von Leitungen und Kabeln

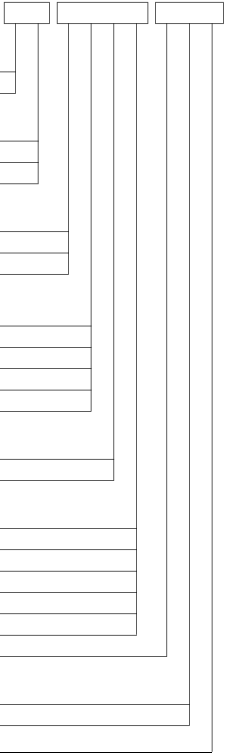
Anzahl der Leiter	ungefährer Außendurchmesser (Mittelwert mehrerer Fabrikate)				
	NYM	NYY	H05 RR-F	H07 RN-F	NYCY NYCWY
Querschnitt mm²	mm max.	mm	mm max.	mm max.	mm
2 x 1,5	10	11	9	10	12
2 x 2,5	11	13	13	11	14
3 x 1,5	10	12	10	10	13
3 x 2,5	11	13	11	12	14
3 x 4	13	17	–	14	15
3 x 6	15	18	–	16	16
3 x 10	18	20	–	23	18
3 x 16	20	22	–	25	22
4 x 1,5	11	13	9	11	13
4 x 2,5	12	14	11	13	15
4 x 4	14	16	–	15	16
4 x 6	16	17	–	17	18
4 x 10	18	19	–	23	21
4 x 16	22	23	–	27	24
4 x 25	27	27	–	32	30
4 x 35	30	28	–	36	31
4 x 50	–	30	–	42	34
4 x 70	–	34	–	47	38
4 x 95	–	39	–	53	43
4 x 120	–	42	–	–	46
4 x 150	–	47	–	–	52
4 x 185	–	55	–	–	60
4 x 240	–	62	–	–	70
5 x 1,5	11	14	12	14	15
5 x 2,5	13	15	14	17	17
5 x 4	15	17	–	19	18
5 x 6	17	19	–	21	20
5 x 10	20	21	–	26	–
5 x 16	25	23	–	30	–
8 x 1,5	–	15	–	–	–
10 x 1,5	–	18	–	–	–
16 x 1,5	–	20	–	–	–
24 x 1,5	–	25	–	–	–

NYM: Mantelleitung
NYY: Kabel mit Kunststoffmantel
H05RR-F: leichte Gummi-Schlauchleitung (NLH + NSH)

NYCY: Kabel mit konzentrischem Leiter und Kunststoffmantel
NYCWY: Kabel mit konzentrischem wellenförmigen Leiter und Kunststoffmantel

Normen, Formeln, Tabellen
Leitungen

Kabel und Leitungen, Typenkurzzeichen



Kennzeichen der Bestimmung	
Harmonisierte Bestimmung	H
Anerkannter nationaler Typ	A
Nennspannung U_0/U	
300/300V	03
300/500V	05
450/750V	07
Isolierwerkstoff	
PVC	V
Natur- und/oder Styrol-Butadienkautschuk	R
Silikon-Kautschuk	S
Mantelwerkstoff	
PVC	V
Natur- und/oder Styrol-Butadienkautschuk	R
Polychloroprenkautschuk	N
Glasfasergeflecht	J
Textilgeflecht	T
Besonderheiten im Aufbau	
flache, aufteilbare Leitung	H
flache, nicht aufteilbare Leitung	H2
Leiterart	
eindrähtig	-U
mehrdrähtig	-R
feindrähtig bei Leitungen für feste Verlegung	-K
feindrähtig bei flexiblen Leitungen	-F
feinstdrähtig bei flexiblen Leitungen	-H
Lahnlitze	-Y
Aderzahl	...
Schutzleiter	
ohne Schutzleiter	X
mit Schutzleiter	G
Nennquerschnitt des Leiters	...

Beispiele für vollständige Leitungsbezeichnungen

PVC-Verdrahtungsleitung, 0,75 mm² feindrähtig, H05V-K 0,75 schwarz

Schwere Gummischlauchleitung, 3-adrig, 2,5 mm² ohne grüngelben Schutzleiter A07RN-F3 x 2,5

Notizen

Normen, Formeln, Tabellen
Leitungen

Bemessungsströme und Kurzschlussströme von Normtransformatoren

Bemessungsspannung U_n	**400/230 V**			**525 V**
Kurzschluss-spannung U_K		4 %	6 %	
Bemessungs-leistung	Bemessungs-strom I_n	Kurzschluss-strom I_K''		Bemessungs-strom I_n
kVA	A	A	A	A
50	72	1967	–	55
63	91	2478	1652	69
100	144	3933	2622	110
125	180	4916	3278	137
160	231	6293	4195	176
200	289	7866	5244	220
250	361	9833	6555	275
315	455	12390	8260	346
400	577	15733	10489	440
500	722	19666	13111	550
630	909	24779	16519	693
800	1155	–	20977	880
1000	1443	–	26221	1100
1250	1804	–	32777	1375
1600	2309	–	41954	1760
2000	2887	–	52443	2199
2500	3608	–	65553	2749

		690/400 V		
4 %	6 %		4 %	6 %
Kurzschluss-strom I_K''		Bemessungs-strom I_n	Kurzschluss-strom I_K''	
A	A	A	A	A
1498	–	42	1140	–
1888	1259	53	1436	958
2997	1998	84	2280	1520
3746	2497	105	2850	1900
4795	3197	134	3648	2432
5993	3996	167	4560	3040
7492	4995	209	5700	3800
9440	6293	264	7182	4788
11987	7991	335	9120	6080
14984	9989	418	11401	7600
18879	12586	527	14365	9576
–	15983	669	–	12161
–	19978	837	–	15201
–	24973	1046	–	19001
–	31965	1339	–	24321
–	39956	1673	–	30402
–	49945	2092	–	38002

Normen, Formeln, Tabellen
Formeln

Ohmsches Gesetz

$U = I \times R$ [V]

$I = \frac{U}{R}$ [A]

$R = \frac{U}{I}$ [Ω]

Widerstand eines Leitungsstückes

$R = \frac{l}{\chi \times A}$ [Ω]

l = Länge des Leiters [m]

χ = Leitfähigkeit [m/Ωmm^2]

A = Querschnitt des Leiters [mm^2]

Kupfer: $\chi = 57 \frac{m}{\Omega mm^2}$

Aluminium: $\chi = 33 \frac{m}{\Omega mm^2}$

Eisen: $\chi = 8{,}3 \frac{m}{\Omega mm^2}$

Zink: $\chi = 15{,}5 \frac{m}{\Omega mm^2}$

Widerstände

Drosselspule: $X_L = 2 \times \pi \times f \times L$ [Ω]

Kondensatoren: $X_C = \frac{1}{2 \times \pi \times f \times C}$ [Ω]

Scheinwiderstand: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$Z = \frac{R}{\cos\varphi}$ [Ω]

L = Induktivität [H]
C = Kapazität [F]
X_L = induktiver Widerstand [Ω]
X_C = kapazitiver Widerstand [Ω]
f = Frequenz [Hz]
φ = Phasenwinkel

Parallelschaltung von Widerständen

Bei 2 parallelen Widerständen:

$R_g = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$ [Ω]

Bei 3 parallelen Widerständen:

$R_g = \frac{R_1 \times R_2 \times R_3}{R_1 \times R_2 + R_2 \times R_3 + R_1 \times R_3}$ [Ω]

allgemeine Widerstandsberechnung:

$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + ... [1/\Omega]$

$\frac{1}{Z} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + ... [1/\Omega]$

$\frac{1}{X} = \frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} + \frac{1}{X_3} + ... [1/\Omega]$

Normen, Formeln, Tabellen
Formeln

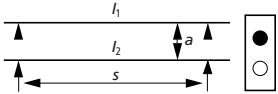
Elektrische Leistung

	Leistung	Stromaufnahme
Gleichstrom	$P = U \times I\ [W]$	$I = \frac{P}{U}[A]$
Einphasen-Wechselstrom	$P = U \times I \times \cos\varphi[W]$	$I = \frac{P}{U \times \cos\varphi}[A]$
Drehstrom	$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\varphi[W]$	$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi}[A]$

Kraftwirkung zwischen 2 parallelen Leitern

2 Leiter mit Strömen I_1 und I_2

$$F_2 = \frac{0{,}2 \times I_1 \times I_2 \times s}{a}[N]$$



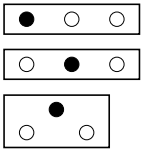
s = Stützweite [cm]

a = Abstand [cm]

Kraftwirkung zwischen 3 parallelen Leitern

3 Leiter mit Strom I

$F_3 = 0{,}808 \times F_2[N]$



$F_3 = 0{,}865 \times F_2[N]$

$F_3 = 0{,}865 \times F_2[N]$

Normen, Formeln, Tabellen
Formeln

Spannungsfall

	Leistung bekannt	Strom bekannt
Gleichstrom	$\Delta U = \frac{2 \times l \times P}{\chi \times A \times U}$ [V]	$\Delta U = \frac{2 \times l \times I}{\chi \times A}$ [V]
Einphasen-Wechselstrom	$\Delta U = \frac{2 \times l \times P}{\chi \times A \times U}$ [V]	$\Delta U = \frac{2 \times l \times I}{\chi \times A} \times \cos\varphi$ [V]
Drehstrom	$\Delta U = \frac{l \times P}{\chi \times A \times U}$ [V]	$\Delta U = \sqrt{3} \times \frac{l \times I}{\chi \times A} \times \cos\varphi$ [V]

Querschnittsbestimmung nach Spannungsfall

Gleichstrom	Einphasen-Wechselstrom	Drehstrom
Leistung bekannt		
$A = \frac{2 \times l \times P}{\chi \times \Delta U \times U}$ [mm²]	$A = \frac{2 \times l \times P}{\chi \times \Delta U \times U}$ [mm²]	$A = \frac{l \times P}{\chi \times \Delta U \times U}$ [mm²]
Strom bekannt		
$A = \frac{2 \times l \times I}{\chi \times \Delta U}$ [mm²]	$A = \frac{2 \times l \times I}{\chi \times \Delta U} \times \cos\varphi$ [mm²]	$A = \sqrt{3} \times \frac{l \times I}{\chi \times \Delta U} \times \cos\varphi$ [mm²]

Leistungsverlust

Gleichstrom	Einphasen-Wechselstrom
$P_{Verl} = \frac{2 \times l \times P \times P}{\chi \times A \times U \times U}$ [W]	$P_{Verl} = \frac{2 \times l \times P \times P}{\chi \times A \times U \times U \times \cos\varphi \times \cos\varphi}$ [W]
Drehstrom	
$P_{Verl} = \frac{l \times P \times P}{\chi \times A \times U \times U \times \cos\varphi \times \cos\varphi}$ [W]	

l = Einfache Länge [m] der Leitung;
A = Querschnitt [mm²] des Einzelleiters;
χ = Leitfähigkeit (Kupfer: χ = 57; Aluminium: χ = 33; Eisen: χ = 8,3 $\frac{m}{\Omega mm^2}$)
ΔU = Spannungsabfall

Normen, Formeln, Tabellen
Formeln

Elektrische Leistung von Motoren

	Abgegebene Leistung	Stromaufnahme
Gleichstrom	$P_1 = U \times I \times \eta$ [W]	$I = \frac{P_1}{U \times \eta}$ [A]
Einphasen-Wechsel-strom	$P_1 = U \times I \times \cos\varphi \times \eta$ [W]	$I = \frac{P_1}{U \times \cos\varphi \times \eta}$ [A]
Drehstrom	$P_1 = (1{,}73) \times U \times I \times \cos\varphi \times \eta$ [W]	$I = \frac{P_1}{(1{,}73) \times U \times \cos\varphi \times \eta}$ [A]

P_1 = an der Welle des Motors abgegebene mechanische Leistung gemäß Leistungsschild
P_2 = aufgenommene elektr. Leistung

Wirkungs-grad	$\eta = \frac{P_1}{P_2} \times (100\ \%)$	$P_2 = \frac{P_1}{\eta}$ [W]

Polzahl	Synchrone Drehzahl	Vollast-Drehzahl
2	3000	2800 – 2950
4	1500	1400 – 1470
6	1000	900 – 985
8	750	690 – 735
10	600	550 – 585

Synchrone Drehzahl = ungefähre Leerlaufdrehzahl

Normen, Formeln, Tabellen
Internationales Einheitensystem

Internationales Einheitensystem (SI)

Basisgrößen Physikalische Größe	Symbol	SI-Basiseinheit	weitere SI-Einheiten
Länge	l	m (Meter)	km, dm, cm, mm, µm, nm, pm
Masse	m	kg (Kilogramm)	Mg, g, mg, µg
Zeit	t	s (Sekunde)	ks, ms, µs, ns
Elektrische Stromstärke	I	A (Ampere)	kA, mA, µA, nA, pA
Thermo-dynamische Temperatur	T	K (Kelvin)	–
Stoffmenge	n	mol (Mol)	Gmol, Mmol, kmol, mmol, µmol
Lichtstärke	I_v	cd (Candela)	Mcd, kcd, mcd

Umrechnungsfaktoren für alte Einheiten in SI-Einheiten

Umrechnungsfaktoren

10

Größe	alte Einheit	SI-Einheit genau	gerundeter Wert
Kraft	1 kp 1 dyn	9,80665 N $1 \cdot 10^{-5}$ N	10 N $1 \cdot 10^{-5}$ N
Kraftmoment	1 mkp	9,80665 Nm	10 Nm
Druck	1 at 1 Atm = 760 Torr 1 Torr 1 mWS 1 mmWS 1 mmWS	0,980665 bar 1,01325 bar 1,3332 mbar 0,0980665 bar 0,0980665 mbar 9,80665 Pa	1 bar 1,01 bar 1,33 bar 0,1 bar 0,1 mbar 10 Pa
Festigkeit, Spannung	$1 \frac{kp}{mm^2}$	$9{,}80665 \frac{N}{mm^2}$	$10 \frac{N}{mm^2}$
Energie	1 mkp 1 kcal 1 erg	9,80665 J 4,1868 kJ $1 \cdot 10^{-7}$ J	10 J 4,2 kJ $1 \cdot 10^{-7}$ J

Normen, Formeln, Tabellen
Internationales Einheitensystem

Umrechnungsfaktoren

Größe	alte Einheit	SI-Einheit genau	gerundeter Wert
Leistung	$1\frac{kcal}{h}$	$4{,}1868\frac{kJ}{h}$	$4{,}2\frac{kJ}{h}$
	$1\frac{kcal}{h}$	1,163 W	1,16 W
	1 PS	0,73549 kW	0,740 kW
Wärme-durchgangszahl	$1\frac{kcal}{m^2h°C}$	$4{,}1868\frac{kJ}{m^2hK}$	$4{,}2\frac{kJ}{m^2hK}$
	$1\frac{kcal}{m^2h°C}$	$1{,}163\frac{W}{m^2K}$	$1{,}16\frac{W}{m^2K}$
dynamische Viskosität	$1 \cdot 10^{-6}\ \frac{kps}{m^2}$	$0,980665 \cdot 10^{-5}\ \frac{Ns}{m^2}$	$1 \cdot 10^{-5}\frac{Ns}{m^2}$
	1 Poise	$0{,}1\ \frac{Ns}{m^2}$	$0{,}1\ \frac{Ns}{m^2}$
	1 Poise 0,1	Pa · s	
kinetische Viskosität	1 Stokes	$1 \cdot 10^{-4}\ \frac{m^2}{s}$	$1 \cdot 10^{-4}\ \frac{m^2}{s}$
Winkel (ebener)	1	$\frac{1}{360}$pla	$2,78 \cdot 10^{-3}$pla
	1 gon	$\frac{1}{400}$pla	$2,5 \cdot 10^{-3}$pla
	1	$\frac{\pi}{180}$rad	$17,5 \cdot 10^{-3}$rad
	1 gon	$\frac{\pi}{200}$rad	$15,7 \cdot 10^{-3}$pla
	57.296		1 rad
	63.662 gon		1 rad

Normen, Formeln, Tabellen
Internationales Einheitensystem

Umrechnung von SI-Einheiten

Größe	SI-Einheiten Namen	Symbol	Basiseinheiten	Umrechnung der SI-Einheiten
Kraft	Newton	N	$1 \cdot \frac{kg \cdot m}{s^2}$	
Kraftmoment	Newtonmeter	Nm	$1 \cdot \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$	
Druck	Bar	bar	$10^5 \frac{kg}{m \cdot s^2}$	$1\ bar = 10^5 Pa = 10^5 \frac{N}{m^2}$
	Pascal	Pa	$1 \cdot \frac{kg}{m \cdot s^2}$	$1\ Pa = 10^{-5} bar$
Energie, Wärmemenge	Joule	J	$1 \cdot \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$	1 J = 1 Ws = 1 Nm
Leistung	Watt	W	$1 \cdot \frac{kg \cdot m^2}{s^3}$	$W = 1\frac{J}{s} = 1\frac{N \cdot m}{s}$
Spannung, Festigkeit		$\frac{N}{mm^2}$	$10^6 \frac{kg}{m \cdot s^2}$	$1\frac{N}{mm^2} = 10^2 \frac{N}{cm^2}$
Winkel (ebener)	Grad Gon	1 gon		360° = 1 pla = 2π rad 400 gon = 360°
	Radiant	rad	$1\frac{m}{m}$	
	Vollwinkel	pla		1 pla = 2π rad = 360°
Spannung	Volt	V	$1 \cdot \frac{kg \cdot m^2}{s^3 \cdot A}$	$1\ V = 1 \cdot \frac{W}{A}$
Widerstand	Ohm	Ω	$1 \cdot \frac{kg \cdot m^2}{s^3 \cdot A^2}$	$1\ \Omega = 1 \cdot \frac{V}{A} = 1 \cdot \frac{W}{A^2}$
Leitwert	Siemens	S	$1 \cdot \frac{s^3 \cdot A^2}{kg \cdot m^2}$	$1\ S = 1 \cdot \frac{A}{V} = 1 \cdot \frac{A^2}{W}$
Ladung Elektrizitätsmenge	Coulomb	C	$1 \cdot A \cdot s$	

Normen, Formeln, Tabellen
Internationales Einheitensystem

Umrechnung von SI-Einheiten

Größe	SI-Einheiten Namen	Symbol	Basiseinheiten	Umrechnung der SI-Einheiten
Kapazität	Farad	F	$1 \cdot \frac{s^4 \cdot A}{kg \cdot m^2}$	$1\,F = 1 \cdot \frac{C}{V} = 1 \cdot \frac{s \cdot A^2}{W}$
Elektrische Feldstärke		$\frac{V}{m}$	$1 \cdot \frac{kg \cdot m}{s^3 \cdot A}$	$1\frac{V}{m} = 1 \cdot \frac{W}{A \cdot m}$
Fluss	Weber	W_b	$1 \cdot \frac{kg \cdot m^2}{s^2 \cdot A}$	$1\,W_b = 1 \cdot V \cdot s = 1 \cdot \frac{W \cdot s}{A}$
Flussdichte Induktion	Tesla	T	$1 \cdot \frac{kg}{s^2 \cdot A}$	$1\,T = \frac{W_b}{m^2} = 1 \cdot \frac{V \cdot s}{m^2} = 1 \cdot \frac{W \cdot s}{m^2 A}$
Induktivität	Henry	H	$1 \cdot \frac{kg \cdot m^2}{s^2 \cdot A^2}$	$1\,H = \frac{W_b}{A} = 1 \cdot \frac{V \cdot s}{A} = 1 \cdot \frac{W \cdot s}{A^2}$

Dezimale Teile und Vielfache von Einheiten

Potenz	Vorsätze	Symbol	Potenz	Vorsätze	Symbol
10^{-18}	Atto	a	10^{-1}	Dezi	d
10^{-15}	Femto	f	10	Deka	da
10^{-12}	Piko	p	10^{2}	Hekto	h
10^{-9}	Nano	n	10^{3}	Kilo	k
10^{-6}	Mikro	µ	10^{6}	Mega	M
10^{-3}	Milli	m	10^{9}	Giga	G
10^{-2}	Zenti	c	10^{12}	Tera	T

Normen, Formeln, Tabellen
Internationales Einheitensystem

Physikalische Einheiten

nicht mehr zulässige Einheiten

Kraft (mechanisch)

SI-Einheit:		N (Newton) J/m (Joule/m)		
bisherige Einheit:		kp (kilopond) dyn (Dyn)		
1 N	= 1 J/m	= 1 kg m/s^2	= 0,102 kp	= 10^5 dyn
1 J/m	= 1 N	= 1 kg m/s^2	= 0,102 kp	= 10^5 dyn
1 kg m/s^2	= 1 N	= 1 J/m	= 0,102 kp	= 10^5 dyn
1 kp	= 9,81 N	= 9,81 J/m	= 9,81 kg m/s^2	= 0,981 10^6 dyn
1 dyn	= 10^{-5} N	= 10^{-5} J/m	= 10^{-5} kg m/s^2	= 1,02 10^{-5} kp

Druck

SI-Einheit:		Pa (Pascal) bar (Bar)		
bisherige Einheit:		at = kp/cm^2 = 10 m Ws Torr = mm Hg atm		
1 Pa	= 1 N/m^2	= 10^{-5} bar		
1 Pa	= 10^{-5} bar	= 10,2 · 10^{-6} at	= 9,87 · 10^{-6} at	= 7,5 · 10^{-3} Torr
1 bar	= 10^5 Pa	= 1,02 at	= 0,987 at	= 750 Torr
1 at	= 98,1 · 10^3 Pa	= 0,981 bar	= 0,968 at	= 736 Torr
1 atm	= 101,3 · 10^3 Pa	= 1,013 bar	= 1,033 at	= 760 Torr
1 Torr	= 133,3 Pa	= 1,333 · 10^{-3} bar	= 1,359 · 10^{-3} at	= 1,316 · 10^{-3} atm

Normen, Formeln, Tabellen
Internationales Einheitensystem

Arbeit

SI-Einheit:			J (Joule) Nm (Newtonmeter)		
SI-Einheit: (wie bisher)			Ws (Wattsekunde) kWh (Kilowattstunde)		
bisherige Einheit:			kcal (Kilokalorie) = cal · 10^{-3}		
1 Ws	= 1 J	= 1 Nm	10^7 erg		
1 Ws	= 278 · 10^{-9} kWh	= 1 Nm	= 1 J	= 0,102 kpm	= 0,239 cal
1 kWh	= 3,6 · 10^6 Ws	= 3,6 · 10^6 Nm	= 3,6 · 10^6 J	= 367 · 10^6 kpm	= 860 kcal
1 Nm	= 1 Ws	= 278 · 10^{-9} kWh	= 1 J	= 0,102 kpm	= 0,239 cal
1 J	= 1 Ws	= 278 · 10^{-9} kWh	= 1 Nm	= 0,102 kpm	= 0,239 cal
1 kpm	= 9,81 Ws	= 272 · 10^{-6} kWh	= 9,81 Nm	= 9,81 J	= 2,34 cal
1 kcal	= 4,19 · 10^3 Ws	= 1,16 · 10^{-3} kWh	= 4,19 · 10^3 Nm	= 4,19 · 10^3 J	= 427 kpm

Leistung

SI-Einheit:			Nm/s (Newtonmeter/s) J/s (Joule/s)			
SI-Einheit: (wie bisher)			W (Watt) kW (Kilowatt)			
bisherige Einheit:			kcal/s (Kilokalorie/Sek.) = cal/s · 10^3 kcal/h (Kilokalorie/Std.) = cal/h · 10^6 kpm/s (Kilopondmeter/Sek.) PS (Pferdestärke)			
1 W	= 1 J/s	= 1 Nm/s				
1 W	= 10^{-3} kW	= 0,102 kpm/s	= 1,36 ·10^{-3} PS	= 860 cal/h	= 0,239 cal/s	
1 kW	= 10^3 W	= 102 kpm/s	= 1,36 PS	= 860 ·10^3 cal/h	= 239 cal/s	
1 kpm/s	= 9,81 W	= 9,81 · 10^{-3} kW	= 13,3 ·10^{-3} PS	= 8,43 ·10^3 cal/h	= 2,34 cal/s	
1 PS	= 736 W	= 0,736 kW	= 75 kpm/s	= 632 · 10^3 cal/h	= 176 cal/s	
1 kcal/h	= 1,16 W	= 1,16 · 10^{-3} kW	= 119 · 10^{-3} kpm/s	= 1,58 ·10^{-3} PS	= 277,8 · 10^{-3} cal/s	
1 cal/s	= 4,19 W	= 4,19 · 10^{-3} kW	= 0,427 kpm/s	= 5,69 · 10^{-3} PS	= 3,6 kcal/h	

Normen, Formeln, Tabellen
Internationales Einheitensystem

Magnetische Feldstärke

SI-Einheit:

bisherige Einheit:		Oe = (Oerstedt)
$1\ \frac{A}{m}$	$= 0,001\ \frac{kA}{m}$	= 0,01256 Oe
$1\ \frac{kA}{m}$	$= 1000\ \frac{A}{m}$	= 12,56 Oe
1 Oe	$= 79,6\ \frac{A}{m}$	$= 0,0796\ \frac{kA}{m}$

Magnetischer Fluss

SI-Einheit		Wb (Weber) µWb (Mikroweber)
bisherige Einheit:		M = Maxwell
1 Wb	= 1 Tm^2	
1 Wb	= 10^6 µWb	= 10^8 M
1 µWb	= 10^{-6} Wb	= 100 M
1 M	= 10^{-8} Wb	= 0,01 µWb

Magnetische Flussdichte

SI-Einheit:		T (Tesla) mT (Millitesla)
bisherige Einheit:		G = Gauß
1 T	= 1 Wb/m^2	
1 T	= 10^3 mT	= 10^4 G
1 mT	= 10^{-3} T	= 10 G
1 G	= 0,1^{-3} T	= 0,1 mT

Normen, Formeln, Tabellen
Internationales Einheitensystem

Umrechnung von engl./amerikanischen Einheiten in SI-Einheiten

Länge	1 in	1 ft	1 yd	1 mile Landmeile	1 mile Seemeile	
m	$25{,}4 \cdot 10^{-3}$	0,3048	0,9144	$1{,}609 \cdot 10^{3}$	$1{,}852 \cdot 10^{3}$	
Gewichte	1 lb	1 ton (UK) long ton	1 cwt (UK) long cwt	1 ton (US) short ton	1 ounce	1 grain
kg	0,4536	1016	50,80	907,2	$28{,}35 \cdot 10^{-3}$	$64{,}80 \cdot 10^{-6}$
Fläche	1 sq.in	1 sq.ft	1 sq.yd	1 acre	1 sq.mile	
m^2	$0{,}6452 \cdot 10^{-3}$	$92{,}90 \cdot 10^{-3}$	0,8361	$4{,}047 \cdot 10^{3}$	$2{,}590 \cdot 10^{3}$	
Volumen	1 cu.in	1 cu.ft	1 cu.yd	1 gal (US)	1 gal (UK)	
m^3	$16{,}39 \cdot 10^{-6}$	$28{,}32 \cdot 10^{-3}$	0,7646	$3{,}785 \cdot 10^{-3}$	$4{,}546 \cdot 10^{-3}$	
Kraft	1 lb	1 ton (UK) long ton	1 ton (US) short ton	1 pdl (poundal)		
N	4,448	$9{,}964 \cdot 10^{3}$	$8{,}897 \cdot 10^{3}$	0,1383		
Geschwindigkeiten	$1\frac{\text{mile}}{\text{h}}$	1 Knoten	$1\frac{\text{ft}}{\text{s}}$	$1\frac{\text{ft}}{\text{min}}$		
$\frac{\text{m}}{\text{s}}$	0,4470	0,5144	0,3048	$5{,}080 \cdot 10^{-3}$		
Druck		1 in Hg	1 ft H_2O	1 in H_2O		
bar	$65{,}95 \cdot 10^{-3}$	$33{,}86 \cdot 10^{-3}$	$29{,}89 \cdot 10^{-3}$	$2{,}491 \cdot 10^{-3}$		
Energie, Arbeit	1 HPh	1 BTU	1 PCU			
J	$2{,}684 \cdot 10^{6}$	$1{,}055 \cdot 10^{3}$	$1{,}90 \cdot 10^{3}$			

Normen, Formeln, Tabellen
Internationales Einheitensystem

Umrechnung von SI-Einheiten in engl./amerikanische Einheiten

Länge	1 cm	1 m	1 m	1 km	1 km
	0,3937 in	3,2808 ft	1,0936 yd	0,6214 mile (Landmeile)	0,5399 mile (Seemeile)
Gewichte	1 g	1 kg	1 kg	1 t	1 t
	15,43 grain	35,27 ounce	2,2046 lb.	0,9842 long ton	1,1023 short ton
Fläche	1 cm^2	1 m^2	1 m^2	1 m^2	1 km^2
	0,1550 sq.in	10,7639 sq.ft	1,1960 sq.yd	0,2471 · 10^{-3} acre	0,3861 sq.mile
Volumen	1 cm^3	1 l	1 m^3	1 m^3	1 m^3
	0,06102 cu.in	0,03531 cu.ft	1,308 cu.yd	264,2 gal (US)	219,97 gal (UK)
Kraft	1 N	1 N	1 N		1 N
	0,2248 lb	0,1003 · 10^{-3} long ton (UK)	0,1123 · 10^{-3} short ton (US)		7,2306 pdl (poundal)
Geschwindigkeiten	1 m/s	1 m/s	1 m/s	1 m/s	
	3,2808 ft/s	196,08 ft/min	1,944 Knoten	2,237 mile/h	
Druck	1 bar	1 bar	1 bar	1 bar	
	14,50 psi	29,53 in Hg	33,45 ft H_2O	401,44 in H_2O	
Energie Arbeit	1 J	1 J	1 J		
	0,3725 · 10^{-6} HPh	0,9478 · 10^{-3} BTU	0,5263 · 10^{-3} PCU		

Stichwortverzeichnis

A

Abfallverzögerter Unterspannungsauslöser 7-5
Abgesetztes Display 1-71
Ablaufsprache 1-131
Abschirmung, Schaltzeichen 9-24
Allstromsensitiv 7-20
Analog-Ausgang, easy 1-61
Analog-Eingang, easy ..... 1-53…1-56
Anlagenschutz
  Auslöseblock 6-5
  mit PKE 6-5
  Schutzschalter 6-2
Anlaufmoment 2-6
Anlaufstrom 2-6
Anlaufüberbrückung
  Motorschütz 8-9
  Motorschutzrelais 8-27
  Schweranlauf 8-11
Anreihverteiler 0-26
Anschlussklemme 0-36
Anschlussleiste, Schaltzeichen 9-23
ansprechverzögert 1-37
Antriebssystem 2-69
Anweisungsliste 1-130
Arbeitsstromauslöser 7-4
  Fernausschaltung 7-11
  Leistungsschalter 7-19
  Motorschutzschalter PKZ, PKE 6-10
ARCON-Löschgerät 0-32
Asymmetrierelais 1-41
Asynchronmotor 2-2
ATEX-Zulassung
  EMT6 8-14
  Motorschutzrelais 5-20
  Motorschutzschalter PKE 6-5
  Motorschutzschalter PKZM0, PKZM4 6-4
  Motorschutzsystem ZEV 5-27
  Thermistor-Maschinenschutzgerät EMT6 5-33
Ausgabemodule 1-25

Ausgänge easy ..... 1-58…1-61
Ausgelöst-Hilfsschalter Leistungsschalter 7-6
Ausgelöstmelder
für Maschennetzschalter 7-15
für Motorschutzschalter PKZ, PKE 6-9
Auslöseblöcke 6-5
Auslösekennlinien
Motorschutzrelais Z 5-21
Motorschutzrelais ZEB 5-25
Motorschutzsystem ZEV 5-28
Auslöseklassen CLASS
Motorschutzrelais ZEB 5-23
Motorschutzschalter PKE 6-5
Motorschutzsystem ZEV 5-26
ausschaltwischend 1-38
Außendurchmesser, Kabel/Leitungen 10-49

B

Befehlsgeräte 1-24
für direktes Einschalten 8-34
für Polumschaltschütze ..... 8-63…8-67
für Stern-Dreieck 8-45
RMQ 3-2
Bemessungsstrom 10-52
Berufsgenossenschaft 3-25
Beschleunigungsmoment 2-6
Beschriftungssoftware (Labeleditor) 3-13
Bimetall
Motorschutz 8-14
Motorschutzrelais 5-20
Motorschutzschalter 6-4
Bremsung, übersynchron 8-53
Bypass-Kontakt 2-9
Bypass-Schaltung 2-37
Bypass-Schütz 2-61

C

Cage Clamp 5-15
CMD (Contactor Monitoring Device) 5-36

COM-LINK-Verbindung 1-74
Compact PLC 1-108
Current Limiter
→ Strombegrenzer PKZM0, PKZM4 6-8

D

Dahlander-Schaltung 8-10
drei Drehzahlen 8-48
Kennzeichnung 8-25
Nockenschalter ..... 4-7…4-10
polumschaltbare Motoren 8-47
Polumschalten ..... 8-55…8-58
Polumschalten Stern-Dreieck ..... 8-68…8-82
vier Drehzahlen 8-49
Vorschubantrieb 8-32
Dauerkontakt 1-84
Dezentrale Erweiterung easy 1-62
Dielektrizitätskonstante 3-34
Digital-Eingänge, easy
AC-Geräte 1-51
DC-Geräte 1-52
Dioden-Löschglied 5-4
Direktstarter 2-100
Motorschutzschalter PKE 1-12
Motorschutzschalter PKZ 1-8
Doppelrahmenklemme 5-15
Drehstrom-Asynchronmotor 2-2
Anlaufkennlinien 2-6
Schaltzeichen 9-32
Drehstrom-Läufer-Selbstanlasser ..... 8-88…8-91
Drehstrommotor
Anschluss 2-3
frequenzgeregelt 2-70
Motorbemessungsströme 10-43
Polumschalten ..... 8-55…8-62
Stern-Dreieck Polumschalten ..... 8-68…8-82
Drehstrom-Schleifringläufermotor 2-22
Drehstrom-Selbstanlasser 8-15
Drehstrom-Ständer-Selbstanlasser ..... 8-83…8-87

Drehzahl 2-6
synchrone 2-6
Drehzahlen, getrennte Wicklungen 8-47
Dreieckschaltung 2-5
Motor 2-96
Dreiphasenwächter 1-42
Druckeranschluss easy 1-75
Durchstecksensoren ZEV 5-28

E

easy
Programmierung .... 1-77…1-93
Relaisausgänge 1-58
Stromversorgung 1-50
Textanzeige 1-92
easyNet .... 1-64…1-68
easyRelay .... 1-43…1-44
Eaton
Auswahlschieber für Motorstarter 8-3
Online-Katalog 0-11
Schaltungsbuch 0-8
Support Portal 0-9
EC4P 1-108
Eingabemodule 1-25
Eingänge easy .... 1-51…1-57
Einphasenmotor 8-5
Einschalten von Drehstrommotoren .... 8-26…8-33
einschaltwischend 1-37
Einspeisung Motor 8-21
Einzelkompensation 8-17
Elektrische Ausrüstung von Maschinen 10-21
Elektrischer Verbinder 6-7
Elektronische Relais
Sicherheitsrelais 1-29
Zeitrelais 1-36
Elektronischer Motorstarter 2-2
Elektronisches Motorschutzrelais ZEB .... 5-23…5-25
EMV-Maßnahmen, im PDS 2-72
Energieverteilung .... 0-22…0-38

Erde, Schaltzeichen 9-24
Erdschluss-Schutz
Motorschutzrelais ZEB 5-23
Motorschutzsystem ZEV 5-26
Erweiterungen easy ..... 1-62…1-63
Ethernet-Modul 1-73
Ex e-Motoren
Motorschutzrelais 5-20
Motorschutzschalter PKE 6-5
Motorschutzschalter PKZM0, PKZM4 6-4

F

Federzugklemme 5-15
Fehlermeldung, differenzierte 6-12
Fehlerstrom 5-26
Fehlerstromauslöser Leistungschalter 7-20
Fehlerstromschutzeinrichtungen 2-18
Fehlerstromschutzrelais 7-22
Fernantrieb Leistungsschalter 7-18
Fernauslösung 7-4
Fernausschaltung
Leistungsschalter 7-11
Motorschutzschalter PKZ, PKE 6-13
FI-Schutz 7-20
FI-Schutzschalter 2-18
Formeln 10-54
Freigrafischer Funktionsplan 1-133
Frequenzgeber 1-57

Frequenzumrichter 2-2
Aufbau 2-66
elektrischer Netzanschluss 2-71
EMV-gerechter Aufbau 2-76
Erdungsmaßnahmen 2-76
Filtermaßnahmen 2-80
Funktionen 2-86
Installation 2-76
Leistungsteil 2-68
M-Max™ 2-85
Schirmungsmaßnahmen 2-78
Steuerteil 2-68
Wirkungsweise 2-66
Funk-Entstörfilter 2-80
Funktionen easy 1-48
Funktionsbausteine easy 1-77
Funktionsplan 1-132

G

Galvanische Trennung 5-2
Gebrauchskategorie
Lasttrennschalter 10-40
Motorstarter 10-36
Schaltelemente 10-34
Schütze 10-36
Gefahrenreduzierung 1-29
Gehäuse ....0-22…0-38
Generator, Schaltzeichen 9-32
Getrennte Wicklungen
Drehzahlen 8-47
Polumschalten ....8-59…8-62
Gleichrichter 2-67
Gleichspannungs-Zwischenkreis 2-67
Gleichstrommotor 8-5
Grundschaltungen easy ....1-81…1-86
Gruppenkompensation 8-17
Gruppenschutz Motorschutzschalter 6-8

H

Halteleistung 5-15
Hauptschalter 7-12
Heizungsschalter 4-14
Hilfsschalter
ausgelöst 7-6
Motorschutzschalter PKZ, PKE 6-9
normal 7-6
voreilend 7-7
Hilfsschalterbaustein 5-2
Hilfsschütz
Kennbuchstaben 5-3
Schaltbild 5-6
HMI-PLC 1-94

I

I/O
assistant, Software 1-126
-Module, SWD 1-25
-System XI/ON 1-124
IEC 62061 1-29
impulsformend 1-38
impulsgebend 1-38
In-Delta-Schaltung 2-56
Induktive Sensoren 3-30
Infrarot-Touch Panel 1-96
Inkrementalgeber 1-57
In-Line-Schaltung 2-56
Installations-Verteiler 0-35
Internationales Einheitensystem (SI) 10-58
Isolationswächter 1-42
Isolierstoffgehäuse 0-37
Isolierstoffverteiler 0-37

K

Kabel
Außendurchmesser 10-49
Typenkurzzeichen 10-50
Kabeleinführungen 10-46

Käfigläufermotor 2-14
Kaltleiter
Motorschutz 8-13
Thermistor-Maschinenschutzrelais 5-33
Kapazitive Sensoren 3-32
Kaskadensteuerung 2-40
Kennbuchstaben
elektrische Betriebsmittel 10-2
Hilfsschütz 5-3
Kennfarben
Anzeigeleuchten 10-25
Drucktaster 10-24
Kenngrößen, sicherheitstechnische 10-26
Kennzeichnung, Motorschütz 8-25
Kippmoment 2-6
Kleinverteiler, für Unterputz und Aufputz 0-34
Klemmenbelegungsplan
IZMX16 7-25
IZMX40 7-26
Kommunikationssystem SmartWire-DT 1-2
Kompaktsteuerung 1-108
Kompensierter Motor 8-12
Kondensator
Einzel-, Gruppenkompensation 8-17
Schaltzeichen 9-25
Zentralkompensation, Verdrosselung 8-18
Kondensatorschütz 8-94
Kontakt, selbstüberwachend 3-9
Kontakte easy 1-77
Kontaktplan 1-132
Kontaktschutzrelais 5-34
Kurzschlussauslöser 6-4
Kurzschlussfestigkeit 8-7
Kurzschlussschutz 8-26
Kurzschlussstrom 10-52
Kurzschlussüberwachung 5-31

L

Labeleditor (Beschriftungssoftware) 3-13
Lastabwurfkontakt 4-4
Lastmoment 2-6, 2-14
Lasttrennschalter
Bauformen 4-2
INX 7-3
Verwendung 4-2
Läuferkritisch 8-13
Läufer-Selbstanlasser
Merkmale Schleifringläufer 8-16
Projektierung Anlass-Widerstand 8-15
Schleifringläufer 8-88
Leistungsfaktor 2-6
Leistungsschalter
als Transformatorschalter 7-19
Auswahlkriterien 7-3
Fehlerstromschutz 7-20
Fernschalten mit Motorantrieb 7-18
Innenschaltpläne NZM 7-8
IZMX 7-3
kurzzeitverzögert 7-16
Maschennetzschalter 7-17
mit Fehlerstromschutz 7-22
NZM 7-2
Schaltstellung 7-15
Transformatorschalter 7-19
Zeitselektivität 7-16
Leistungsschütz
DC-betätigt 5-16
DILM 5-15
Überlastschutz 8-26
Übersicht ..... 5-8…5-9
Leiter, Schaltzeichen 9-23
Leitungen
Außendurchmesser 10-49
Typenkurzzeichen 10-50
Leitungseinführungen 10-46
Leuchtmelder, Schaltzeichen 9-26

Lichtschranke 3-36
Linksdrehfeld 2-4

M

Maschennetz, Leistungsschalter 7-17
Maschennetzschalter 7-17
Mechanische Verriegelung 5-16
Meldegerät 1-24
Mess- und Überwachungsrelais EMR 1-40
Mindestquerschnitte für Schutzleiter 10-18
MODAN ....0-29…0-31
Modembetrieb easy 1-76
Modular PLC 1-113
Modulares Schaltanlagensystem 0-29
Motor
- Angaben auf Leistungsschild 2-4
- Befehlsgeräte direktes Einschalten 8-34
- Dahlander 8-47
- Drehrichtung 2-4
- Einschalten von Drehstrommotoren ....8-26…8-33
- Einspeisung 8-21
- getrennte Wicklungen 8-47
- Linkslauf 2-4
- Motorwicklungen 8-50
- polumschaltbar ....8-47…8-49
- Polumschaltschütze 8-53
- Projektierung ....8-15…8-18
- Rechtslauf 2-4
- Schalten von Kondensatoren ....8-92…8-95
- Schaltungsunterlagen 8-19
- Schaltzeichen 9-32
- Stern-Dreieck-Schaltung ....8-35…8-44
- Steuerstromversorgung 8-24
- Überlast 5-26

Motorbemessungsleistung 5-15
Motorbemessungsstrom
- Drehstrommotor 10-43
- Softstarter 2-13

Motordrossel 2-83

Motorleistung 2-6
Motormoment 2-6
Motorschutz
Motorschutzrelais ..... 8-3…8-14
Softstarter 2-19
Motorschütz
Anlaufüberbrückung 8-9
Kennzeichnung 8-25
Motorschutzauslöseblock 6-5
Motorschutzrelais ..... 2-19…2-51
Auslösekennlinien ZEB 5-25
Auslösung 8-4
elektronisch, ZEB ..... 5-23…5-25
in Dreieck-Schaltung 8-36
in Motorleitung, in Netzzuleitung 8-35
Motorschutz 5-20
Motorschutzschalter 2-19
für Starterkombinationen 6-6
Prinzipschaltbilder PKZ, PKE ..... 6-11…6-13
Überblick 6-1
Motorschutzsystem ZEV ..... 5-26…5-32
Motorschutzvarianten 2-19
Motorstart, direkter 2-2
Motorstarter
RAMO 2-99
Motorstarterkombination MSC 6-7
Motorvollschutz 2-19
Motorwicklung 8-50
Multi-Funktions-Display 1-46
Multifunktionsrelais 1-36

N

Näherungsschalter → Sensoren ..... 3-30…3-47
Negation 1-81
Nenndrehzahl 2-6
Nennmoment 2-6
Nennstrom 2-6
Netzaufbau, zeitselektiv 7-16
Netzdrossel 2-83

Netzfilter 2-80
Netzspannung
in Nordamerika 2-71
Spannungsabfall 2-71
Netzwerkmodule easy 1-70
Niveaurelais 1-41
Nockenschalter
Bauformen 4-2
Drehzahl schalten 8-53
Hauptschalter, Wartungsschalter 4-3
Heizungsschalter 4-14
Kennbuchstabe 9-21
Messgeräte-Umschalter 4-12
Polumschalter 4-7
Stern-Dreieck, Wende-Stern-Dreieck 4-6
Stufenschalter 4-15
Umschalter 4-5
Verriegelungsschaltungen 4-11
Verwendung 4-2
Wendeschalter 4-5
Normal-Hilfsschalter 7-6
EIN-AUS-Meldung 7-15
Normtransformator, Bemessungs-/
Kurzschlussströme 10-52
NOT-HALT-Funktion 1-34
Notschalter, Schaltzeichen 9-27

O

Öffner, Schaltzeichen 9-28
Ohmsches Gesetz 10-54
Online-Katalog 0-11
ON-OFF-Funktion 1-39
Operanden 1-77
Optische Sensoren 3-35

P

Parallelschaltung 1-82
Parametrierbare Kontakte 5-27
PDS 2-72

Personenschutz ..... 3-19…3-25
Phasenanschnitt 2-9
Phasenausfall 5-26
Phasenausfallempfindlichkeit
Motorschutzrelais Z 5-20
Motorschutzschalter PKZ 6-4
Phasenfolgerelais 1-41
Phasenwächter 1-40
Photovoltaik im Wohnbau
AC-Schaltgeräte für Gebäude 0-18
DC-Lasttrennschalter 0-15
DC-Strangschutz 0-17
DC-Trennstelle 0-15
DC-Überspannungsschutz 0-18
digitaler FI-Schutzschalter 0-18
Einsatz im Freien 0-15
Einsatz in Innenräumen 0-15
Energiemesssensor 0-19
Feuerwehrschalter 0-16
Kombischalter 0-18
Komfort, Sicherheit und Energiemanagement 0-21
kompakte Trenner für Wechselrichter 0-16
Leitungsschutzschalter 0-19
Perfekte Kapselung für die Außenmontage 0-16
Sicherungstrennschalter mit integriertem Kurzschlussschutz 0-17
Spezifikationen von Wechselrichtern 0-15
Strangschutzschalter 0-17
Überspannungsschutz 0-19
Verteiler für Photovoltaik-Anlagen 0-19
Polarisationsreflexlichtschranke 3-36
Polpaarzahl 2-4
Polumschaltbare Motoren ..... 8-47…8-49
Polumschalten von Drehstrommotoren ..... 8-55…8-62
Stern-Dreieck ..... 8-68…8-82
Polumschalter
Anlaufüberbrückung 8-10
Nockenschalter 4-7

Polumschaltschütze 8-53
Befehlsgeräte .... 8-63…8-67
Stern-Dreieck 8-68
Polumschaltung, Kennzeichnung 8-25
Positionsschalter LS-Titan® 3-18
Antrieb 3-25
Eignung 3-25
Normen 3-25
Prinzipschaltbilder PKZ, PKE .... 6-11…6-13
Programmieren easy .... 1-77…1-93
Projektierung
Drehstrom-Selbstanlasser 8-15
easy .... 1-50…1-76
Motor .... 8-15…8-18
Schalten von Kondensatoren 8-17
Prozessschutz 3-22
Prüfstellen und Prüfzeichen 9-12
Pt100/Ni1000-Eingänge, easy 1-56
Pumpenbetrieb 2-37
Pumpensteuerung 2-37
Druckwächter 8-98
Schwimmerschalter 8-100
Zwei-Pumpen 8-96
Punkt-zu-Punkt-Verbindung 1-74

11

R

Rampenzeit 2-10
Rapid Link 2-98
RCD 2-18
RC-Löschglied 5-4
Rechtsdrehfeld 2-4
Reflexlichttaster 3-36
Reihenschaltung 1-82
Relaisausgänge, easy 1-58
Residual Current Device 2-18
Resistiv-Touch Panel 1-96
Risikoreduzierung 1-29
durch SRP/CS 1-29
im Fehlerfall 10-27

RMQ16 3-2
RMQ-Titan® 3-3
Rogowski-Prinzip 5-26
Rogowski-Sensor 5-32
RS-Flipflop, Schaltzeichen 9-34
rückfallverzögert 1-37
Rückführkreis 1-26

S

Safety Technology 1-29
Sammelschienensystem 0-38
Sanftanlasser 2-9
SASY60 0-38
Sattelmoment 2-6
Schalten von Kondensatoren ..... 8-92…8-95
Schalthäufigkeit 8-4
Schaltstellungsanzeige 4-4
Schaltstellungsmeldung Leistungsschalter 7-15
Schaltung Motorschutzrelais 1-polig, 2-polig 8-5
Schaltungsbeispiele
  Anlaufüberbrückung 8-27
  Leistungsschütze DIL 8-26
Schaltungsunterlagen
  allgemein 8-19
  Verdrahtungsplan 8-20
Schieberegister 1-90
Schirmungsmaßnahmen ..... 2-77…2-79
Schleifringläufer → Läufer-Selbstanlasser 8-88
Schließer, Schaltzeichen 9-28
Schlupfdrehzahl 2-6
schnelle Zähler 1-57
Schutz gegen Erdschluss
  Motorschutzrelais ZEB 5-23
  Motorschutzsystem ZEV 5-26
Schütz, Schaltzeichen 9-31
Schutzarten elektrischer Betriebsmittel 10-29

Schutzbeschaltung
allgemein 5-4
integriert 5-15
steckbar 5-15
Schutzeinrichtung 1-32
Schutzerde, Schaltzeichen 9-24
Schutzleiter, Mindestquerschnitte 10-18
Schutzmaßnahmen 10-4
Schutztür 1-32
Schweranlauf
Anlaufüberbrückung 8-11
Beispiel 8-28
Motorschutz 8-8
Schutz 5-23
Schwimmerschalter, Schaltzeichen 9-30
Selbsthaltung 1-83
Sensoren
induktive 3-30
kapazitive 3-32
optische 3-35
Sensorgürtel ZEV 5-28
Sicherheit von Maschinen
DIN EN 60204-1 10-21
EN ISO 12100-1 1-29
Sicherheitsnormen 1-29
Sicherheits-Positionsschalter 3-18
Sicherheitsprodukt 1-30
Sicherheitsrelais 1-29, 1-31
Sicherheitsrelevante Anwendungen 1-26
Sicherheitstechnische Kenngrößen 10-26
Sicherungslos, Wendeschütz DIUL 8-30
Sichtmelder, Schaltzeichen 9-26
Signalmodul 1-114
Signalsäulen SL 3-14
Sinusfilter 2-84
SmartWire-DT 1-2

Softstarter 2-2, 2-9
Auswahlkriterien 2-13
Beispiele 2-20
DM4 2-44
Drehrichtungsumkehr 2-33
dreiphasig gesteuert 2-12
DS7 2-27
geführte Verzögerung 2-11
Parallelschalten mehrerer Motoren 2-20
Überlaststromprofil 2-11
Zuordnungsarten 2-17
zweiphasig gesteuert 2-12
Softstopp-Rampe 2-29
Spannungsauslöser
Anlassverriegelung Unterspannungsauslöser 7-13
Motorschutzschalter PKZ, PKE 6-10
Verriegelung mit Unterspannungsauslöser 7-14
Spannungs-Frequenz-Steuerung 2-88
Spezialrelais 1-36
Spiegelkontakt 5-19
Spule 1-77
Spulenfunktionen 1-79
Stahlblechgehäuse
IVS 0-35
MODAN 0-29
Wandgehäuse CS 0-33
xEnergy 0-22
xVtl 0-26
Ständerkritisch 8-13
Ständer-Selbstanlasser
Beispiele Anlass-Transformator 8-86
Beispiele Widerstände 8-83
Merkmale Käfigläufer 8-16
Projektierung Anlass-Transformator 8-15
Projektierung Anlass-Widerstand 8-15
Standgehäuse 0-35
Standverteiler 0-37
Startspannung 2-10
Stecker, Schaltzeichen 9-24

Stern-Dreieck
Nockenschalter 4-6
Stern-Dreieck-Schaltung 1-39
Anlaufüberbrückung 8-10
easy 1-85
Kennzeichnung 8-25
mit Motorschutzrelais 8-35
Polumschaltschütze 8-68
SDAINL ....8-37…8-41
von Drehstrommotoren ....8-35…8-44
Stern-Dreieck-Starter 1-16, 2-2
Sternschaltung
Anschlussbeispiel 2-97
Prinzip 2-5
Steuerrelais → easyRelais 1-43, 1-44
Steuerstromversorgung Motor 8-24
Stillsetzen im Notfall 1-34
Störlichtbogen-Schutzsystem ARCON 0-32
Strombegrenzer PKZM0, PKZM4 6-8
Stromspitzen 1-40
Stromstoßschalter 1-84
Stromversorgung easy 1-50
Stromwächter 1-40
Stromwandler, integriert 5-23
Strukturierter Text 1-130
Summenstromwandler 5-26
Summer, Schaltzeichen 9-26
Support Portal 0-9
System MODAN 0-29

T

Taster
NOT-AUS 3-8
NOT-HALT 3-8
Tastschalter, Schaltzeichen 9-28
Temperatur, Umrechnungsfaktoren 10-19
Temperaturüberwachung 8-13
Textanzeige, easy 1-92
Thermisches Motorschutzrelais 5-20

Thermistor 8-13
Thermistor-Maschinenschutzgerät EMT6 5-33
Thermistorschutz 5-30
Top-of-Ramp 2-9
Touch Panel 1-96
Touchdisplay 1-95
Transformatorschutzschalter 6-6
Transistor, Schaltzeichen 9-34
Trennstelle, Schaltzeichen 9-24
Trennung, galvanisch 5-2
Treppenhausbeleuchtung 1-87
Typenkurzzeichen, Kabel/Leitungen 10-50

U

U/f-Verfahren 2-88
Überlast
  Motor 5-26
  Motorschutzschalter 6-2
Überlastrelais
  → Motorschutzrelais 5-20
  zeitverzögert 8-6
Überlast-Relaisfunktion (ZMR) 1-7
Überlastschutz
  elektronisch 5-23
  Leistungsschütze 8-26
Überspannung 2-51
Überstromschutz von Kabeln und Leitungen 10-12
Übersynchrone Bremsung 8-53
Überwachungsrelais 1-40
Umgebung
  erste 2-73
  zweite 2-73
Umschalter 4-5
  Leistungsmesser 4-13
  Spannungsmesser 4-12
  Strommesser 4-12
Unsymmetrische Stromaufnahme
  Motorschutzrelais ZEB 5-23
  Motorschutzsystem ZEV 5-26

Unterspannungsauslöser 7-5
abfallverzögert 7-5
abschalten 7-13
Anlassverriegelung 7-13
Fernausschaltung 7-11
Leistungsschalter 7-19
Motorschutzschalter PKZ, PKE 6-10
Verriegelung mehrerer Schalter 7-14

V

Varistor-Löschglied 5-4
Verdrahtungsplan
allgemein 8-20
Anordnungsplan 8-20
Anschlussplan 8-20
Geräteverdrahtungsplan 8-20
Verbindungsplan 8-20
Verdrosselung Kondensator 8-18
Vernetzung easy 1-62
Verriegelung, mechanisch 5-16
Verriegelungsschaltungen Nockenschalter 4-11
Verzögerungsrampe 2-11
Verzögerungszeit 1-38
Visualisieren
HMI-PLC 1-94
Multi-Funktions-Display 1-93
Visualisierungstool GALILEO 1-133
Voreilender Hilfsschalter 7-7

W

Wandgehäuse
CS, Stahlblech 0-33
elektronisch 0-37
Wandlerrelais ZW7 8-8
Wandverteiler 0-37
Wartungsschalter
mit Motorstarter 2-35
Schaltungsbeispiel 4-4
Wechselrichter 2-67

Wechselschaltung 1-83
Weitbereichsüberlastschutz
allgemein 6-5
elektronisch 5-23
Wellenleistung 2-6
Wendekombination → Wendeschütz 8-30
Wendeschalter 4-5
Wendeschütz 8-30
Wendestarter, SmartWire-DT
mit PKE 1-13
mit PKZ 1-8
Motorschutzschalter 6-3
Wende-Stern-Dreieck
Drehrichtungsänderung 8-43
Nockenschalter 4-6
zwei Drehrichtungen 8-42
Wicklung, Schaltzeichen 9-25
Widerstand, Schaltzeichen 9-25
Wiedereinschaltsperre 8-4
Wirkungsgrad 2-6
Wischimpuls 1-38
Wurzel-3-Schaltung 2-56

X

XC-Steuerung 1-113
XI/ON, modulares I/O-System 1-125
XIOC-Signalmodul 1-114

Z

Zeitrelais
Funktionen ..... 1-36…1-99
programmieren easy 1-84
Zeitselektivität Leistungsschalter 7-16
Zentrale Erweiterung easy 1-62
Zentralkompensation Kondensatoren 8-18
Zulassungsstellen, weltweite 9-7
Zuordnungsart 1 2-17
Zuordnungsart 2 2-17

Zuordnungsarten
Motorschutz 8-8
Softstarter 2-17
Zusatzausrüstungen Leistungsschütze 5-14
Zuverlässigkeitswerte 10-26
Zwangsöffnung 3-18

Im Servicefall wenden Sie sich bitte an Ihre zuständige Eaton Vertretung oder direkt an den After Sales Service.

Hotline: +49 (0) 180 5 228322 (de, en) 24/7
Tel.: +49 (0) 228 602-3640
Fax: +49 (0) 228 602-61400

E-Mail: AfterSalesEGBonn@eaton.com
Internet:
www.eaton.com/moeller/aftersales

Eaton's Electrical Sector ist weltweit führend in den Bereichen Energieverteilung, unterbrechungsfreie Stromversorgung, Schalten, Schützen, Automatisieren und Visualisieren von industriellen Prozessen. Durch die Kombination der breiten Produktpalette und unseren Ingenieur-Dienstleistungen liefern wir weltweit Energiemanagement-Lösungen zur Realisierung höchster Anforderungen im Maschinenbau, in Industrieanlagen, öffentlichen Einrichtungen, Zweck- und Wohnbauten, Rechenzentren, der IT, der Energieversorgung sowie im Handel oder bei alternativen Energien.

Unsere Lösungen helfen Unternehmen nachhaltige Wettbewerbsvorteile zu erzielen. Durch ein vorausschauendes Energiemanagement der elektrischen Infrastruktur über die gesamte Lebensdauer hinweg, bieten wir größere Sicherheit, höhere Zuverlässigkeit und Energieeffizienz.

Weitere Informationen finden Sie unter
www.eaton.com/electrical

Adressen weltweit:
www.eaton.com/moellerproducts

E-Mail: info-bonn@eaton.com
Internet:
www.eaton.com/moellerproducts
www.eaton.com

Herausgeber:
Eaton Corporation
Electrical Sector – EMEA

Eaton Industries GmbH
Hein-Moeller-Str. 7-11
D-53115 Bonn

© 2008 by Eaton Industries GmbH
Änderungen vorbehalten
PU08703001Z-DE (09/11) bb/Doku/DHW/CPI
Printed in Germany
(09/2011)
Artikelnr.: 165290

4 015081 618002

Powering Business Worldwide