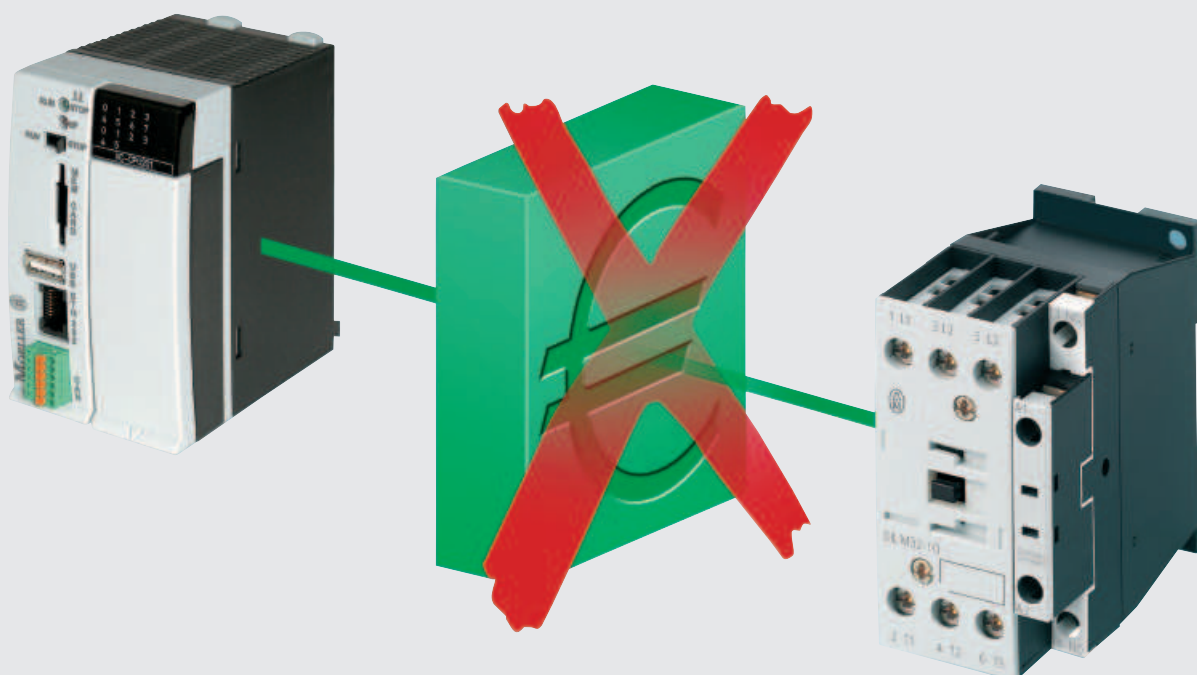


Das Zusammenwirken von Leistungsschützen mit SPS'en



Fachaufsatz

Dipl.-Ing. Wolfgang Nitschky

EATON

Powering Business Worldwide

MOELLER 

An Eaton Brand

Aufbau und Funktionsweise der DC-betätigten Schütze DILM7 bis DILM170

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 ausrüstete, gestern spezielle DC Spulen mit viel Kupfer gewickelt hat, ist der nächste Quantensprung eingeleitet und die Elektronik hat Einzug in die Antriebe der DC-betätigten Schütze gehalten.

Die Schützreihe xStart DIL M7 bis DIL M170 ist bei der Entwicklung insbesondere auf DC-angesteuerte Schütze optimiert worden. Die DC-betätigten Schütze

DIL M17 bis DIL M170 werden nicht mehr konventionell nur über eine Spule ein- und ausgeschaltet, sondern die Spule wird durch eine Elektronik gesteuert.

[1] Die Elektronik-Ansteuerung zeichnet sich durch einen Verpolungsschutz aus, über den die Steuerspannung der Ansteuerelektronik zugeführt wird. Hierbei schützt der Verpolungsschutz die Schützelektronik bei irrtümlich verpoltem Steuerspannungsanschluss. Das Schütz bleibt in diesem Fall ausgeschaltet. Hinter dem Verpolungsschutz kontrollieren ein Filterkreis sowie ein Schwellwert-

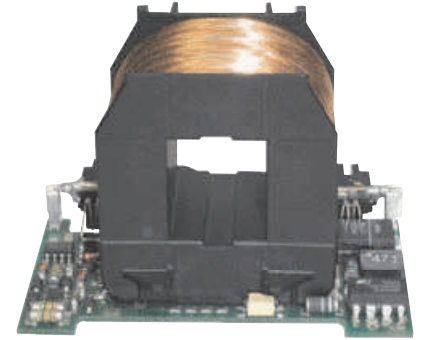


Bild 2: Elektronischer Schützenantrieb

schalter die Höhe der Steuerspannung. Erst wenn ein minimaler Pegel für das sichere Einschalten erreicht ist, wird ein Timer angestoßen, der für eine definierte Einschaltzeit einen Treiber ansteuert und damit den Einschaltvorgang des Magnetantriebs einleitet.

Nach Ablauf der eingestellten Einschaltzeit wird der Treiber abgeschaltet. Die Versorgung der Antriebsspule erfolgt nun über einen DC/DC-Konverter, der eine konstante Versorgungsspannung etwa in der Größenordnung von 10 Prozent der Nennspannung zur Verfügung stellt.

Bei Unterschreitung der Abschaltgrenze wird der Entregungskreis aktiviert und der Antrieb über eine definierte Freilaufspannung entregt. Durch den Aufbau dieser Schaltung ist die Ausschaltzeit des Schützes zum einen sehr konstant und zum anderen völlig unabhängig von den Netzverhältnissen sowie von der äußeren Beschaltung. In Verbindung mit dem Verpolungsschutz hat damit das Abschalten des Schützes keinerlei Netzrückwirkung. Eine externe Schutzbeschaltung ist so nicht erforderlich.

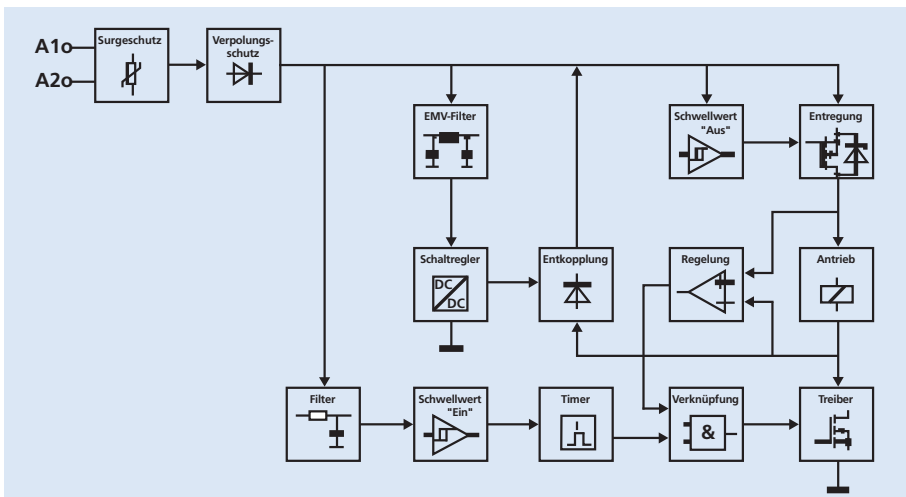


Bild 1: Blockschaltbild elektronische Schützensteuerung

Technische Merkmale der DC-betätigten Schütze mit integrierter Elektronik und ihre Vorteile in der Projektierung

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 DIL M17 – DIL M170 decken mit nur 4 Steuerspannungsvarianten den kompletten DC-Steuerspannungsbereich ab.

| Bemessungsbetätigungsspannung: | |
|--------------------------------|---------------|
| RDC24 | 24 - 27 VDC |
| RDC60 | 48 - 60 VDC |
| RDC130 | 110 - 130 VDC |
| RDC240 | 200 - 240 VDC |

Tabelle 1: Bereich der Bemessungsbetätigungsspannung

| Spannungssicherheit: | |
|----------------------|---------------|
| RDC24 | 17 - 32 VDC |
| RDC60 | 34 - 72 VDC |
| RDC130 | 77 - 156 VDC |
| RDC240 | 140 - 288 VDC |

Tabelle 2: Bereich der Spannungssicherheit

Spannungssicherheit

Leistungsschütze werden nach der Norm IEC/EN 60947-4-1 [2] gebaut. Diese fordert, um eine Betriebssicherheit auch bei kleinen Netzschwankungen zu gewähr-

frei ab (→ Aufbau und Funktionsweise der DC-betätigten Schütze DIL M7 - DIL M170). Die größeren Schütze DIL M185 - DIL H2000 werden entsprechend über eine Elektronik angesteuert und sind auch netzrückwirkungsfrei. Eine zusätzliche Schutzbeschaltung ist folglich nicht notwendig, da die Spulen nach außen hin keine Überspannungen erzeugen können. Alle anderen DC-betätigten Schütze von Eaton Moeller haben eine integrierte Schutzbeschaltung.

Zusammenfassend kann bei der Projektierung von DC-betätigten Schützen von Eaton Moeller das Thema Überspannungs-

so dass das gleiche Zubehör verwendet werden kann.

Anzugs- und Halteleistung

Die Elektronik steuert bei den DC-betätigten Schützen DIL M17 - DIL M170 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.

Die minimierten Halteleistungen bedeuten in der Projektierung auch eine wesentliche Reduzierung in der Wärmeentwicklung im Schaltschrank. Dies ermöglicht einen Einbau der Schütze Seite an Seite im Schaltschrank.

Ansteuerung der Schütze direkt aus der SPS

Eine der typischen Anwendungen für DC-betätigte Schütze ist die direkte Ansteuerung aus der SPS. Hierbei wird mit einem Halbleiterausgang das Schütz direkt mit der Steuerspannung versorgt. Typische Halbleiterausgänge von SPS'en stellen eine Leistung von 500 mA bei 24 V zur Verfügung. Leistungsschütze bis 32 A können direkt an einem solchen Halbleiterausgang betrieben werden, ohne dass zusätzliche Koppelrelais benötigt werden.

Durch die Elektronik lassen sich bei der Projektierung der DC-Netzteile Kosten reduzieren. Das Netzteil muss nicht mehr wie bei herkömmlichen Schützspulen nach der Summe der Anzugsleistungen dimensioniert werden. Das Netzteil wird nach der folgenden Regel projektiert: Die Summe der Einschaltleistungen aller gleichzeitig anziehenden Schütze wird zu der Summe der Halteleistungen aller gleichzeitig eingeschalteten Schütze addiert. Da die Halteleistungen sehr niedrig sind, kann das Netzteil deutlich kleiner ausfallen.

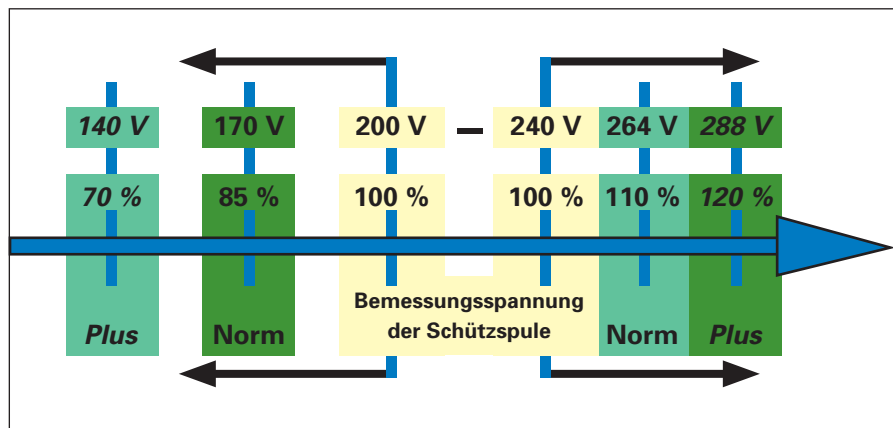


Bild 3: Darstellung der Spannungssicherheit

leisten, ein sicheres Einschalten der Schütze im Bereich von 85% bis 110% der Bemessungsbetätigungsspannung. Die DC-betätigten Schütze DIL M17 - DIL M170 zeichnen sich durch einen noch weiteren Bereich, in dem die Schütze zuverlässig einschalten, aus. Diese ermöglichen einen sicheren Betrieb zwischen $(0,7 \times U_{\min})$ und $(1,2 \times U_{\max})$ der Bemessungsbetätigungsspannung. Die über die Norm hinausgehende Spannungssicherheit erhöht die Betriebssicherheit auch bei weniger stabilen Netzverhältnissen.

schutz in Steuerstromkreisen 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. Dies ermöglicht es, die AC-betätigten und die 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,

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 DIL M17 - DIL M170 schalten netzrückwirkungs-

| Bemessungsbetriebsleistung AC-3 bei 400 V | Schütztyp | Anzugsleistung | Halteleistung |
|---|-------------------|----------------|---------------|
| 7,5 - 15 kW | DILM17 - DILM32 | 12 W | 0,5 W |
| 18,5 - 37 kW | DILM40 - DILM72 | 24 W | 0,5 W |
| 37 - 45 kW | DILM80 - DILM95 | 90 W | 1,3 W |
| 55 - 90 kW | DILM115 - DILM170 | 149 W | 2,1 W |

Tabelle 3: Übersicht über die Anzugs- und Halteleistungen der neuen DC-betätigten Schützreihe

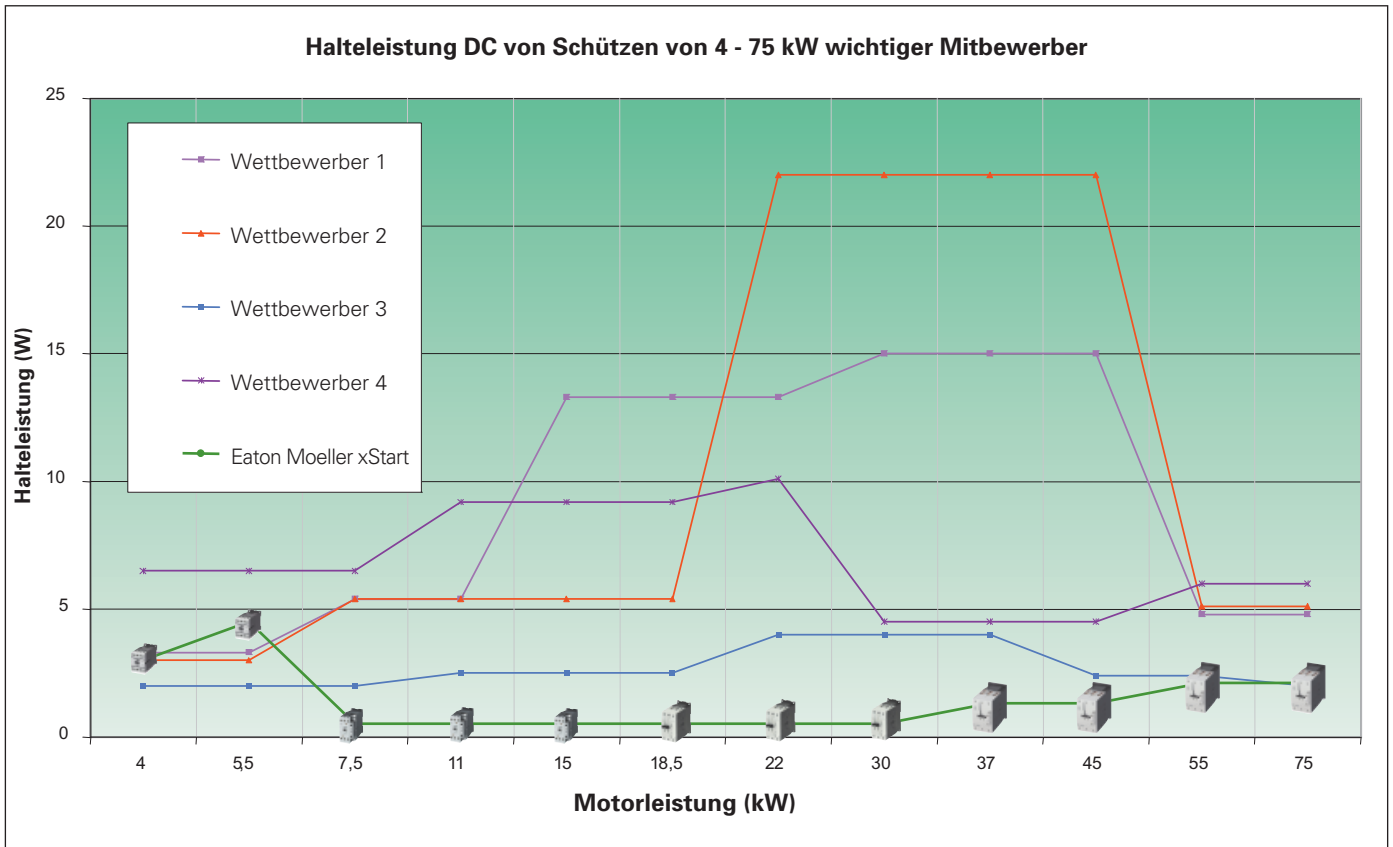


Bild 4: Vergleich der Halteleistung für DC-betätigte Schütze von 4 - 75 kW

Vergleich der Halteleistungen mit den Wettbewerbern

Im direkten Vergleich der Halteleistungen von DC-betätigten Schützen von 4 bis 75 kW (Bild 4) wird deutlich, dass die neue xStart Reihe auf dem Markt neue Maßstäbe setzt. Die Halteleistung der Schütze mit integrierter Elektronik ist erheblich geringer als bei allen Wettbewerbern.

Kombination mit SPS'en

Die direkte Ansteuerung der Schützspulen aus der SPS reduziert die Kosten für Koppelrelais und reduziert die Verdrahtungsarbeit. Hierfür muss der Ausgang sowohl die Anzugs- als auch die Halteleistung der Schützspule zur Verfügung stellen. Auf dem Markt sind SPS'en mit

| Ausgangsleistung Transistorausgang | 100 mA | 500 mA |
|------------------------------------|--------|--------|
| DIL M7-SOND516 - DIL M12-SOND516 | • | • |
| DIL M7 - DIL M15 | – | • |
| DIL M17 - DIL M32 | – | • |
| DIL M40 - DIL M72 | – | – |

Tabelle 4: Ansteuerung der xStart Schütze aus der SPS

verschiedenen Ausgängen verfügbar. Neben den teuren Relaisausgängen stehen Halbleiterausgänge mit unterschiedlichen Ausgangsströmen zur Verfügung. Typischerweise werden Halbleiterausgänge mit 0,1 A oder 0,5 A angeboten, am weitesten verbreitet ist der Halbleiterausgang mit 500 mA. Die Tabelle 4 liefert einen Überblick, welcher Ausgang ein entsprechendes Schütz ansteuern kann.

Eaton Moeller bietet zur Ansteuerung mit 100 mA Ausgängen eine spezielle Interfacelösung DIL M7-SOND516 bis DIL M12-SOND516 an.

Kombination mit sicheren SPS'en

Überwachungsfunktion an sicheren SPS Ausgängen

Ein wesentlicher Unterschied zwischen SPS'en zum Steuern normaler Betriebsfunktionen und Sicherheits-SPS'en ist die zyklische Überwachung der SPS-Ausgänge in Sicherheits-SPS'en. Typischerweise werden in Sicherheits-SPS'en die Ausgänge von dem Mastertreiber angesteuert und zyklisch kurz unterbrochen. Die Unterbrechungen bewegen sich in der Größenordnung von nur 10 - 50 µs, so dass die angeschlossenen Aktoren (Schütze, Ventile) nicht abschalten. Bei der Unterbrechung wird überwacht, dass die Ausgangsspannung unter einen defi-

| zulässige Kapazität an den Ausgängen | |
|--------------------------------------|--------------|
| Siemens | 20nF |
| Pilz | 5nF |
| Jokab Saftey | keine Angabe |

Tabelle 5: zulässige Kapazitäten an sicheren SPS-Ausgängen

nierten Pegel fällt. Ist dies nicht der Fall, erkennt die SPS auf defektem Ausgang und schaltet ab. Eine kapazitive Beschaltung der Ausgänge dämpft das Abfallen der Spannung, so dass die Hersteller der SPS'en eine maximal zulässige Kapazität an den sicheren Ausgängen angeben. Zusätzlich werden die Ausgänge auf negative Spannungen überwacht.

Kombinationen

Die Schütze DIL M7 bis DIL M15 werden durch eine konventionelle Spule mit Varistorschutzbeschaltung angesteuert. Sie erzeugen beim Abschalten eine negative Spannung an den Klemmen A1 - A2. Dies wird durch Beschaltung mit einer zusätzlichen Diodenschutzbeschaltung DIL M12-XSPD zuverlässig verhindert. Schütze DIL M7 bis DIL M15, die mit der Diodenschutzbeschaltung ausgerüstet sind, arbeiten an allen sicheren Halblei-

terausgängen der gängigen Sicherheits-SPS'en zuverlässig.

Der Antrieb der Schütze DIL M17 bis DIL M32 wird durch eine Elektronik gesteuert. Zum Schutz der Elektronik gegen EMV wird eingangsseitig auf der Platine vor dem Verpolungsschutz ein Varistor verwendet, der immer auch eine kapazitive Last darstellt. Der Spuleneingang der Schütze DIL M17 bis DIL M32 hat eine kapazitive Belastung von 5 nF. Diese Schütze sind in Kombination mit den Sicherheits-SPS'en von Pilz, Siemens und Jokab Saftey getestet. Schütze DIL M17 bis DIL M32 mit Fertigung 3106 und jünger arbeiten an den SPS'en einwandfrei.

Rückmeldung in die SPS

Neben der direkten Ansteuerung der Schütze aus der SPS benötigt man in der Regel auch eine Rückmeldung in das System über den Zustand der Schütze. Grundsätzlich ist das mit jedem Schützhilfsschalter möglich. Speziell auf die kleinen Ströme und Spannungen optimiert bietet Eaton Moeller einen Elektronikhilfsschalter DIL M32-XHIR11 an. Dieser ist für Ströme von 1 mA bei 5 V geeignet. Durch die erhöhte Kontaktzuverlässigkeit ist eine zuverlässige Rückmeldung auch unter ungünstigen Umgebungsbedingungen z.B. staubige Atmosphäre gewährleistet.

In Kombination mit Sicherheitsanwendungen muss der Zustand der Schütze auch im Fehlerfall korrekt zurückgemeldet werden. Hierfür kommen Hilfsöffner zum Einsatz, die als Spiegelkontakt qualifiziert sind. Alle Hilfsöffner der Eaton Moeller-Schützreihen DIL M und DIL A sind als Spiegelkontakt zugelassen. Auch der Elektronikhilfsschalter ist als Spiegelkontakt zugelassen und für die Kombination mit Sicherheits-SPS'en prädestiniert.

Zusammenfassung

Die neuen xStart Leistungsschütze DIL M17 bis DIL M170 mit DC-Betätigung zeichnen sich durch eine integrierte Elektronik im Schützantrieb aus. Auf Grund einer erheblichen Reduzierung der Verlustleistungen ermöglicht diese eine Ansteuerung der Schütze DIL M7 bis DIL M32 direkt mit einem SPS-Halbleiterausgang ohne Koppelrelais. Auch eine Ansteuerung durch eine Sicherheits-SPS mit überwachten Ausgängen ist getestet. Der neue Elektronikhilfsschalter bietet eine zuverlässige Rückmeldung in die SPS und ist auch als Spiegelkontakt für Sicherheitsanwendungen geeignet.

Dipl.-Wirt. Ing.
Wolfgang Nitschky
Produktsupport Schalt- & Schutzgeräte
Eaton Industries GmbH, Bonn

Literatur

- [1] Wilhelm Melchert und Gerd Schmitz
Elektronische Schützansteuerung
Moeller GmbH 2004
- [2] IEC/EN 60947-4-1: 2004-04, Niederspannungsschaltgeraete - Teil 4-1: Schuetze und Motorstarter – Elektromechanische Schuetze und Motorstarter

| Spiegelkontakte nach IEC EN 697-4-1 Anh. F | | |
|--|---------------------------------------|---|
| | integrierte Hilfsöffner ¹⁾ | Hilfsöffner ¹⁾ in zusätzlichen Hilfsschalterbausteinen |
| DIL EM-10 | kein Hilfsöffner vorhanden | ja |
| DIL EM-01 | ja | ja |
| DIL M7-10 - DIL M15-10 | kein Hilfsöffner vorhanden | ja |
| DIL M7-01 - DIL M15-01 | ja | ja |
| DIL M17-10 - DIL M32-10 | kein Hilfsöffner vorhanden | ja |
| DIL M17-01 - DIL M32-01 | ja | ja |
| DIL M40 - DIL M72 | kein Hilfsöffner vorhanden | ja |
| DIL M80 - DIL M170 | kein Hilfsöffner vorhanden | ja |
| DIL M185/22 - DIL M250/22 | ja | ja |
| DIL M300/22 - DIL M500/22 | ja | ja |
| DIL M580/22 - DIL M1000/22 | ja | ja |

¹⁾ gilt grundsätzlich nicht für Spätöffner

Tabelle 6: Spiegelkontakte bei Moeller Leistungsschützen

| Vorteile der Schützreihe xStart in Kombination mit SPS'en | |
|---|---|
| Schütze mit Weitbereichsspulen | erleichtern die Projektierung |
| Die erweiterte Spannungssicherheit der Schützspulen | garantiert zuverlässigen Betrieb auch bei weniger stabilen Netzen |
| Integrierte Schutzbeschaltung in den DC-betätigten Schützen | bietet Schutz für elektronische Bauteile |
| Identische Abmessungen bei AC- und DC-betätigten Schützen | vereinfachen die Projektierung |
| Eine reduzierte Verlustleistung der Schützspulen | verbessert die Wärmebilanz im Schaltschrank, spart Koppelrelais, da die Schütze direkt angesteuert werden können, reduziert Kosten für das Netzteil, da dieses kleiner ausfallen kann |
| Getestete Kombinationen aus Schütz und Sicherheits-SPS | bieten eine hohe Funktionssicherheit ermöglichen zuverlässige Rückmeldung |
| Elektronikhilfsschalter | ermöglichen zuverlässige Rückmeldung bei kleinen Signalpegeln |
| Hilfsschalter mit Spiegelkontaktfunktion | melden zuverlässig die Stellung der Schützhauptkontakte |

Tabelle 7: Vorteile im Zusammenwirken von xStart Schützen mit SPS'en

Eaton Electric GmbH
Kunden-Service-Center
Postfach 1880
53105 Bonn

Auftragsbearbeitung

Kaufmännische Abwicklung
Direktbezug
Tel. 0228 602-3702
Fax 0228 602-69402
E-Mail: Bestellungen-Bonn@eaton.com

Kaufmännische Abwicklung
Elektrogroßhandel
Tel. 0228 602-3701
Fax 0228 602-69401
E-Mail: Bestellungen-Handel-Bonn@eaton.com

Technik

Technische Auskünfte / Produktberatung
Tel. 0228 602-3704
Fax 0228 602-69404
E-Mail: Technik-Bonn@eaton.com

Anfragen / Angebotserstellung
Tel. 0228 602-3703
Fax 0228 602-69403
E-Mail: Anfragen-Bonn@eaton.com

Qualitätssicherung / Reklamationen
Tel. 0228 602-3705
Fax 0228 602-69405
E-Mail: Qualitaetssicherung-Bonn@eaton.com

Zentrale

Tel. 0228 602-5600
Fax 0228 602-5601

Schweiz
Internet: www.moeller.ch

Lausanne

Eaton Industries II Sarl
Chemin du Vallon 26
1030 Bussigny
Tel. +41 58 458 14 68
Fax +41 58 458 14 69
E-Mail: lausanneswitzerland@eaton.com

Zürich

Eaton Industries II GmbH
Im Langhag 14
8307 Effretikon
Tel. +41 58 458 14 14
Fax +41 58 458 14 88
E-Mail: effretikonswitzerland@eaton.com

Österreich

Internet: www.moeller.at / www.eaton.com

Wien

Eaton GmbH
Scheydgasse 42
1215 Wien, Austria
Tel. +43 (0)50868-0
Fax: +43 (0)50868-3500
Email: InfoAustria@Eaton.com

After Sales Service

Eaton Industries GmbH
Hein-Moeller-Straße 7-11
53115 Bonn
Tel. +49 (0) 228 602-3640
Fax +49 (0) 228 602-1789
Hotline +49 (0) 1805 223822
E-Mail: AfterSalesEGBonn@Eaton.com
www.moeller.net/aftersales

Eaton Corporation

Eaton ist ein führendes Energiemanagement-Unternehmen. Weltweit ist Eaton mit Produkten, Systemen und Dienstleistungen in den Bereichen Electrical, Hydraulics, Aerospace, Truck und Automotive tätig.

Eatons Electrical Sector

Eatons Electrical Sector ist weltweit führend bei Produkten, Systemen und Dienstleistungen zu Energieverteilung, sicherer Stromversorgung und Automatisierung in der Industrie, in Wohn- und Zweckbauten, öffentlichen Einrichtungen, bei Energieversorgern, im Handel und bei OEMs.

Zu Eatons Electrical Sector gehören die Marken Cutler-Hammer®, Moeller®, Micro Innovation, Powerware®, Holec®, MEM® und Santak®.

www.eaton.com

E-Mail: info-bonn@eaton.com
Internet: www.eaton.com/moellerproducts

Herausgeber:
Eaton Corporation
Electrical Sector – EMEA

Eaton Industries GmbH
Hein-Moeller-Str. 7-11
D-53115 Bonn

© 2010 by Eaton Industries GmbH
Änderungen vorbehalten
VER2100-957D ip 01/11