

Industrielle Schalttechnik SIRIUS Schalttechnik

Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren
Verringerung der Umschaltstromspitze durch
Vorzugsschaltung für Rechts- und Linkslauf



Funktionsbeispiel Nr. CD-FE-III-001-V10-DE

sirius



SIEMENS

Vorbemerkung

Sirius Funktionsbeispiele sind funktionsfähige und getestete Automatisierungskonfigurationen auf Basis von A&D-Standardprodukten für die einfache, schnelle und kostengünstige Realisierung von Applikationen in der Niederspannungs-Schalttechnik. Jedes der vorliegenden Sirius Funktionsbeispiele deckt dabei eine häufig vorkommende Teilaufgabe einer typischen Kundenproblemstellung innerhalb der Niederspannungstechnik ab.

1	Einleitung	3
2	Funktion	4
2.1	Beschreibung der Funktionalität für Rechtslauf	4
2.1.1	Verwendung der Vorzugsschaltung	4
2.1.2	Keine Verwendung der Vorzugsschaltung	5
2.2	Änderung der Drehrichtung von Rechts- auf Linkslauf	6
2.3	Bemessung der Geräte bei Normanlauf	6
2.4	Günstige und ungünstige Schaltungen	7
3	Aufbau und Verdrahtung	8
3.1	Der Hauptstromkreis in der Übersicht.....	8
3.2	Die Steuerstromkreis in der Übersicht	8
4	Siemens – Lösung für komplette Stern-Dreieck-Kombinationen bis 75 kW für eine Drehrichtung	9
5	Ansprechpartner	10
6	Gewährleistung, Haftung und Support	10
7	Literaturverzeichnis	10

1 Einleitung

Nach wie vor wird der Stern-Dreieck-Anlauf zum Einschalten von Drehstrom-Asynchronmotoren verwendet. Bei dieser Schaltungsart reduziert sich der Anlaufstrom auf $1/3$ des Stromes gegenüber dem bei Direkteinschaltung.

Bei der Umschaltung von Stern- in Dreieck können aber, verstärkt durch eine ungünstige Konstellation von Netzfrequenz und Läuferfeld, Ausgleichsvorgänge im Motor auftreten, die zu größeren Stromspitzen führen als beim direkten Zuschalten des stehenden Motors in Dreieckschaltung. Im ungünstigen Fall ergeben sich folgende Probleme:

- Kurzschlusseinrichtungen lösen aus,
- das Dreieckschütz verschweißt bzw. unterliegt hohem Kontaktabbrand,
- der Motor unterliegt einer hohen dynamischen Beanspruchung.

In diesem Funktionsbeispiel wird die Vorzugsschaltung für Stern-Dreieck-Starter beschrieben. Durch einen günstigen Anschluss des Hauptstromkreises werden Ausgleichsströme und Stromspitzen beim Umschalten von der Stern- in die Dreieckschaltung reduziert.

2 Funktion

In den Stern-Dreieck-Starter-Schemata sind oft zwei verschiedene Anschlussarten des Motors angegeben: Einmal für Rechts- und zusätzlich für Linkslauf der Motoren. Bei der Installation sollte das beachtet werden, um die Umschaltstromspitze möglichst klein zu halten. Es ist auf die richtige Verdrahtung am Motorklemmbrett zu achten.

2.1 Beschreibung der Funktionalität für Rechtslauf

2.1.1 Verwendung der Vorzugsschaltung

Das untenstehende Zeigerdiagramm zeigt die Spannungen in einem rechts laufenden Motor beim Umschalten von Stern auf Dreieck. Die Motorklemmen sind nach der Vorzugsschaltung richtig verbunden, das heißt Phase L1 mit Motorklemmen U1 und V2, L2 mit V1 und W2, L3 mit W1 und U2:

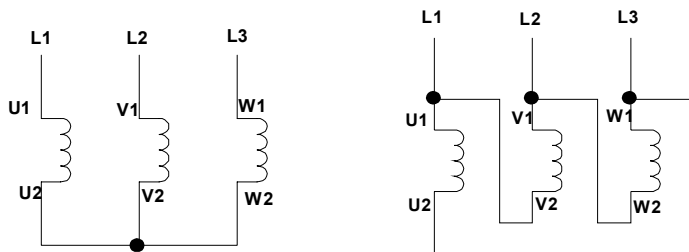


Bild 1: Richtige Verbindung der Motorphasen für Rechtslauf

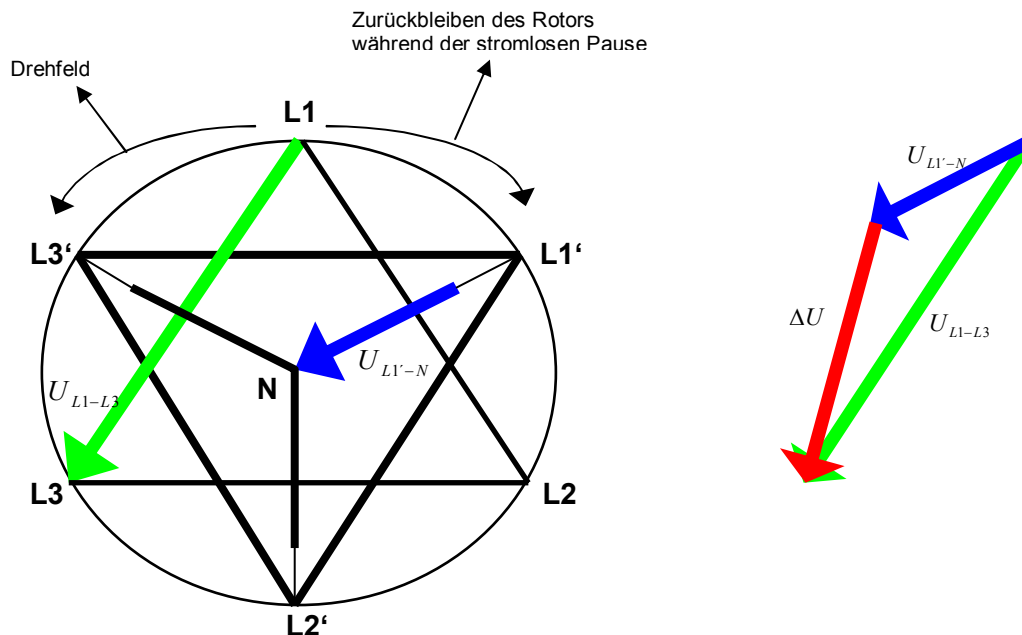


Bild 2: Zeigerdiagramm für Stern-Dreieck-Umschaltung bei Rechtslauf mit richtigen Verbindungen der Motorphasen

Während der stromlosen Umschaltpause bleibt der Rotor gegenüber dem Drehfeld zurück. Sein magnetisches Feld induziert eine abklingende Restspannung, hier im Spannungszeiger-Diagramm für die Phase L1 eingetragen: $U_{L1'-N}$.

Beim Einschalten auf Dreieck (Bild1 und Bild2) wird die diese Restspannung führende Statorwicklung an die Netzspannung U_{L1-L3} gelegt. Die Differenzspannung ΔU ist dank der günstigen Vektorlage der Restspannung $U_{L1'-N}$ und der Netzspannung U_{L1-L3} , welche annähernd gleichgerichtet sind, relativ klein. Somit wird die von dieser resultierende Spannung herrührende Stromspitze ebenfalls klein bleiben.

2.1.2 Keine Verwendung der Vorzugsschaltung

Der Motor hat ebenfalls Rechtslauf, wenn die Motorklemmen wie folgt verbunden werden: Phase L1 mit Motorklemmen U1 und W2, L2 mit V1 und U2, L3 mit W1 und V2.

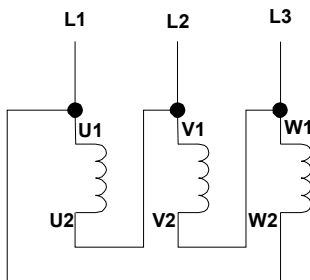


Bild 3: Falsche Verbindung der Motorphasen ergibt ebenfalls Rechtslauf

Im Stator wirkt wieder die zurückbleibende und abklingende Restspannung. Die Phasenwicklung mit dem Zeiger $U_{L1'-N}$ wird jetzt beim Einschalten auf Dreieck an die Netzphase U_{L1-L2} gelegt. Diese beiden Spannungen haben jedoch ganz verschiedene vektorielle Richtungen, die Differenzspannung ΔU ist hoch und bewirkt eine entsprechend hohe Umschaltstromspitze.

Beim Umschalten von Stern auf Dreieck ergibt sich also folgendes Zeigerdiagramm:

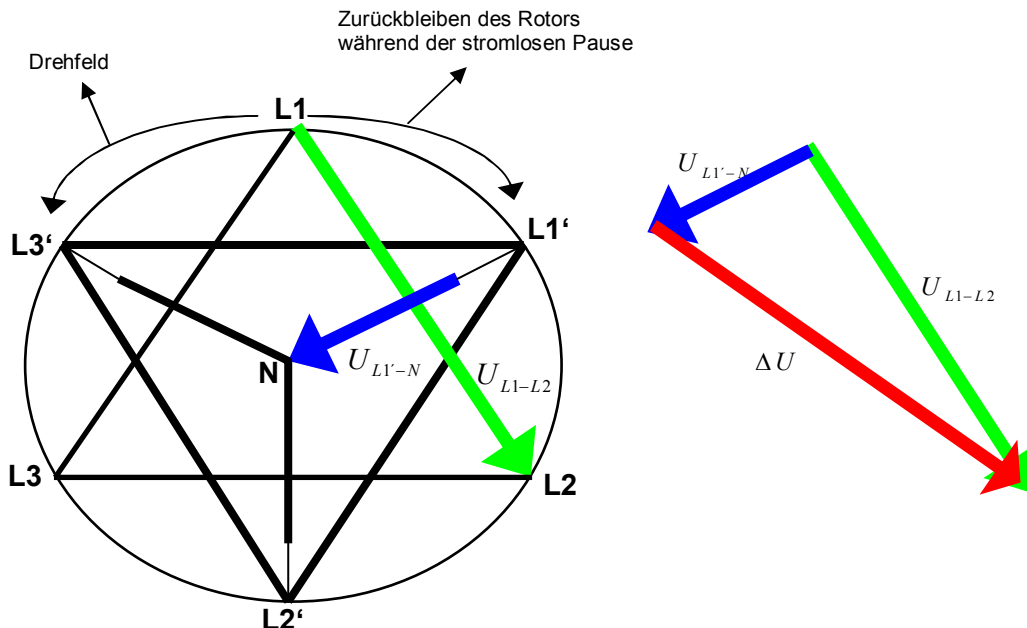


Bild 4: Zeigerdiagramm für Verbindungen der Motorphasen nach Bild3, ergibt eine große Umschaltstromspitze

2.2 Änderung der Drehrichtung von Rechts- auf Linkslauf

Bei *Linkslauf* des Motors genügt es nicht, nur an beliebiger Stelle zwei Phasen zu vertauschen. Damit ergäben sich die gleichen Verhältnisse wie bei Rechtslauf beschrieben. Um auch hier die Umschaltstromspitze von Stern- auf Dreieck-Schaltung möglichst klein halten zu können, muss die Verdrahtung wie folgt realisiert werden:

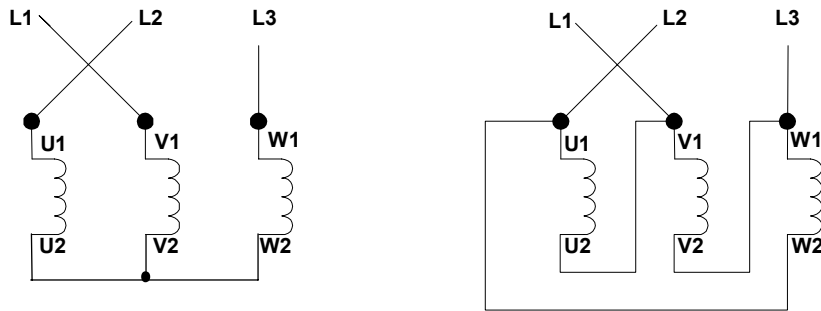


Bild 5: Richtige Verbindung der Motorphasen für Linkslauf des Motors

Aufbau der Haupt- und Steuerstrom-Verdrahtung siehe Punkt 3., dort sind die Stromlaufpläne für Stern- Dreieck-Kombinationen mit Rechts- und Linkslauf in der Vorzugschaltung dargestellt.

2.3 Bemessung der Geräte bei Normanlauf

Sternschütz:	$I_{e \text{ Motor}} \times 0,33$
Netz- und Dreieckschütz:	$I_{e \text{ Motor}} \times 0,58$
Überlastrelais:	$I_{e \text{ Motor}} \times 0,58$

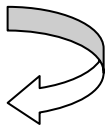
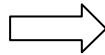
2.4 Günstige und ungünstige Schaltungen

Hier sind die verschiedenen Möglichkeiten der Schaltungen zusammengefasst und die Verdrahtung in der Dreieck-Schaltung aufgeführt.

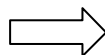
umverdrahten

Ungünstige Varianten

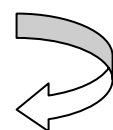
Günstige Varianten



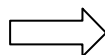
Schaltung rechts ungünstig			
U1:	L1	U2:	L2
V1:	L2	V2:	L3
W1:	L3	W2:	L1



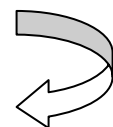
Schaltung rechts günstig			
U1:	L1	U2:	L3
V1:	L2	V2:	L1
W1:	L3	W2:	L2



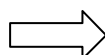
Schaltung rechts ungünstig			
U1:	L2	U2:	L3
V1:	L3	V2:	L1
W1:	L1	W2:	L2



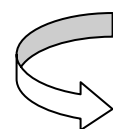
Schaltung rechts günstig			
U1:	L2	U2:	L1
V1:	L3	V2:	L2
W1:	L1	W2:	L3



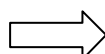
Schaltung rechts ungünstig			
U1:	L3	U2:	L1
V1:	L1	V2:	L2
W1:	L2	W2:	L3



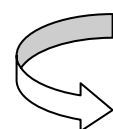
Schaltung rechts günstig			
U1:	L3	U2:	L2
V1:	L1	V2:	L3
W1:	L2	W2:	L1



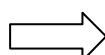
Schaltung links ungünstig			
U1:	L1	U2:	L2
V1:	L3	V2:	L1
W1:	L2	W2:	L3



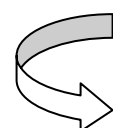
Schaltung links günstig			
U1:	L1	U2:	L3
V1:	L3	V2:	L2
W1:	L2	W2:	L1



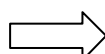
Schaltung links ungünstig			
U1:	L3	U2:	L1
V1:	L2	V2:	L3
W1:	L1	W2:	L2



Schaltung links günstig			
U1:	L3	U2:	L2
V1:	L2	V2:	L1
W1:	L1	W2:	L3



Schaltung links ungünstig			
U1:	L2	U2:	L3
V1:	L1	V2:	L2
W1:	L3	W2:	L1



Schaltung links günstig			
U1:	L2	U2:	L1
V1:	L1	V2:	L3
W1:	L3	W2:	L2

Anmerkung: Wenn zwei Phasen im Netz vertauscht werden um die Drehrichtung zu ändern, wird automatisch die Schaltung von der günstigen in die ungünstige geändert bzw. umgekehrt.

ρ = Umschaltstromfaktor = Umschaltstromspitze / Anlaufstromspitze

Der Umschaltstromfaktor hat in der Theorie den maximalen Wert 2.

z.B. gemessen: günstige Schaltung: $\rho = 0,8$
 ungünstige Schaltung: $\rho = 1,37$

3 Aufbau und Verdrahtung

3.1 Der Hauptstromkreis in der Übersicht

In der folgenden Grafik ist die Hauptstromverdrahtung, in der Vorzugsschaltung, für eine Stern-Dreieck-Schaltung für Rechts- und Linksanlauf dargestellt.

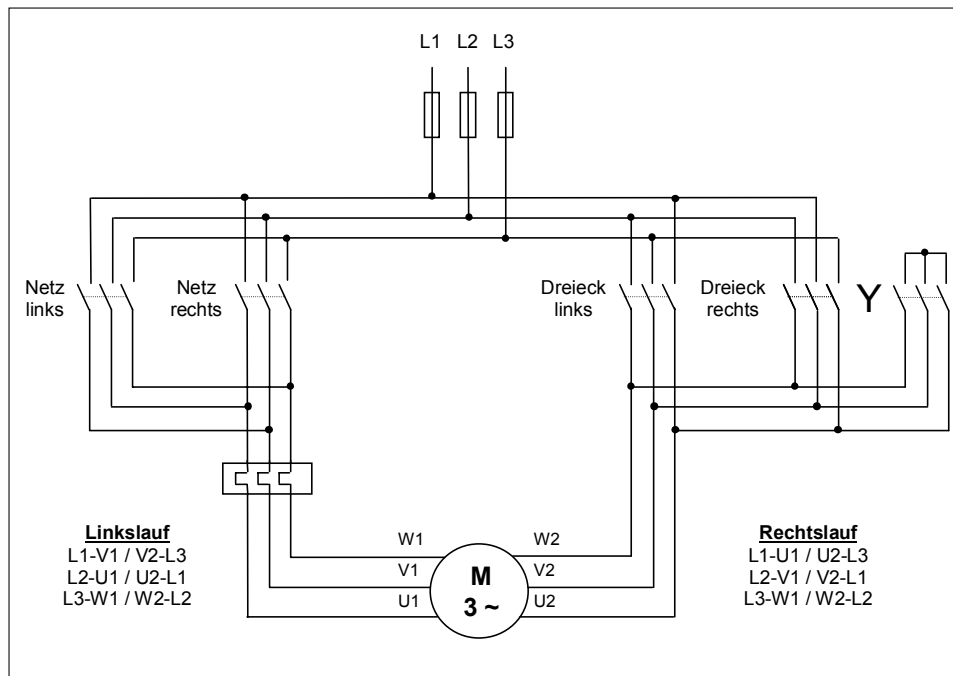


Bild 6: Hauptstromkreis Stern-Dreieck-Kombination

3.2 Die Steuerstromkreis in der Übersicht

Unten ist der Steuerstromkreis für den oben gezeigten Hauptstromkreis dargestellt.

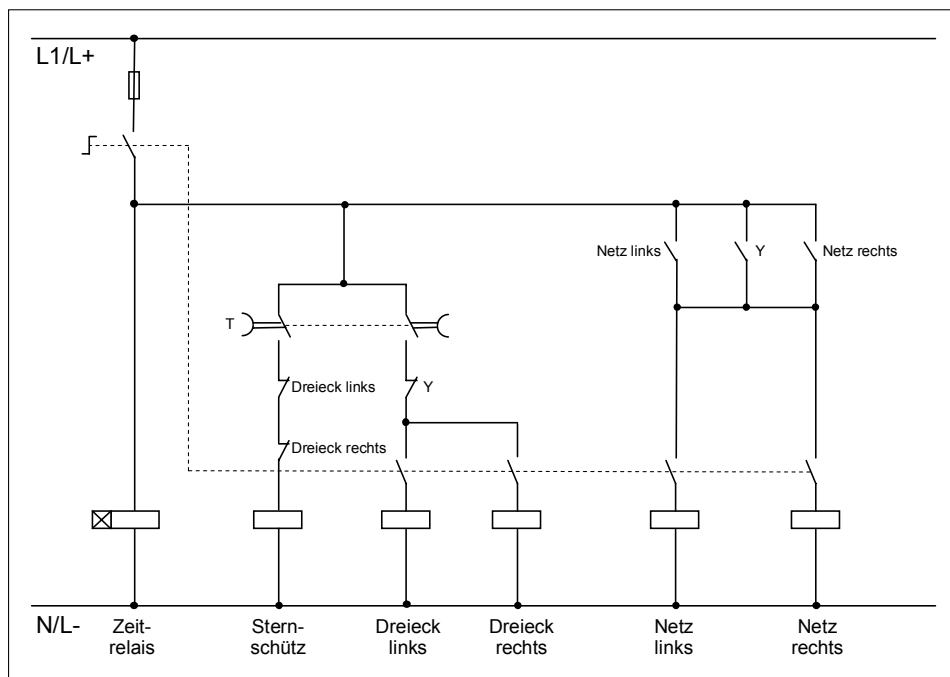
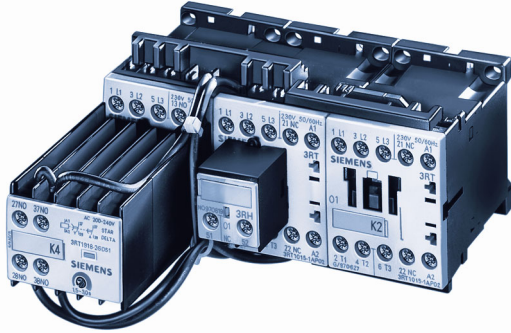


Bild 7: Steuerstromkreis Stern-Dreieck-Kombination

4 Siemens – Lösung für komplette Stern-Dreieck-Kombinationen bis 75 kW für eine Drehrichtung



Schütz – Kombinationen

Drehstrommotor AC-3/400V		Baugröße	fertig verdrahtet und geprüft für AC 230V, 50/60 Hz
[kW]	[A]		
5,5	12	S00-S00-S00	3RA14 15-8XB21-1AP0
7,5	17	S00-S00-S00	3RA14 16-8XB21-1AP0
11	25	S0-S0-S0	3RA14 23-8XC21-1AL2
15/18,5	32/40	S0-S0-S0	3RA14 25-8XC21-1AL2
22/30	50/65	S2-S2-S0	3RA14 34-8XC21-1AL2
37	80	S2-S2-S2	3RA14 35-8XC21-1AL2
45	86	S2-S2-S2	3RA14 36-8XC21-1AL2
55	115	S3-S3-S2	3RA14 44-8XC21-1AL2
75	150	S3-S3-S2	3RA14 45-8XC21-1AL2

Weitergehende Informationen, beispielsweise für andere Spannungen und/oder Zubehör, siehe Katalog LV 1.

5 Ansprechpartner

Technical Assistance für Niederspannungs-Schalttechnik

Persönlich von Mo - Fr. 8.00 bis 17.00 (CET)

Telefon: +49 (911)-895-5900

E-Mail: technical-assistance@siemens.com

Internet: <http://www.siemens.de/lowvoltage>

Per Fax rund um die Uhr

Fax: +49 (911)-895-5907

6 Gewährleistung, Haftung und Support

Für die in diesem Dokument enthaltenen Informationen übernehmen wir keine Gewähr.

Unsere Haftung, gleich aus welchem Rechtsgrund, für durch die Verwendung der in diesem Sirius Functional Example beschriebenen Beispiele, Hinweise, Programme, Projektierungs- und Leistungsdaten usw. verursachte Schäden ist ausgeschlossen, soweit nicht z.B. nach dem Produkthaftungsgesetz in Fällen des Vorsatzes, grober Fahrlässigkeit, wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit, wegen einer Übernahme der Garantie für die Beschaffenheit einer Sache, wegen des arglistigen Verschweigens eines Mangels oder wegen Verletzung wesentlicher Vertragspflichten zwingend gehaftet wird. Der Schadensersatz wegen Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist jedoch auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, soweit nicht Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit vorliegt oder wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit zwingend gehaftet wird. Eine Änderung der Beweislast zu Ihrem Nachteil ist hiermit nicht verbunden

7 Literaturverzeichnis

- [1] Schalten, Schützen, Verteilen in Niederspannungsnetzen, Fachbuch Siemens
- [2] L. Vercelli, Sprecher&Schuh AG, CH-5000 Aarau (Suisse): "Rechts und Linkslauf der Motoren bei Y-D-Anlauf" in Elektrotechnik (CH) 2/1978, Seite 53

Copyright© 2006 Siemens A&D.

Weitergabe oder Vervielfältigung dieser Niederspannungs-Schalttechnik-Beispiele oder Auszüge daraus sind nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich von Siemens A&D zugestanden.