

**SIEMENS**

*Ingenuity for life*



# Schutz von Asynchronmotoren mit Korndörfer Starter

[www.siemens.com/siprotec5](http://www.siemens.com/siprotec5)

# SIPROTEC 5 Applikation

Schutz von Asynchronmotoren mit Korndörfer Starter

---

## SIPROTEC 5 Applikation

# Schutz von Asynchronmotoren mit Korndörfer Starter

APN-033, Edition 1

## Inhalt

1	Schutz von Asynchronmotoren mit Korndörfer Starter .....	3
1.1	Einführung .....	3
1.2	Prinzip .....	3
1.3	Schutz des Motors .....	4
1.4	Differentialschutzversionen .....	5
1.5	Zusammenfassung .....	7

# 1 Schutz von Asynchronmotoren mit Korndörfer Starter

## 1.1 Einführung

Während des Starts von Motoren ist der Anlaufstrom deutlich höher als der Nennstrom. Diese Spitzen belasten das Netz so, dass es in kleinen Netzwerken zu Spannungsausfällen kommen kann.

Im Hinblick auf die Netzverhältnisse soll der Anlaufstrom möglichst klein gehalten werden. Daher wird der Motor mit besonderen Anlaufverfahren zugeschaltet bei denen die Motor spannung abgesenkt wird. Eine Möglichkeit ist der Teilspannungsanlauf in der sogenannten Dreischaltermethode, oder auch Korndörferschaltung genannt. Diese Methode eignet sich bei Hochspannungsmotoren oder bei Motoren mit großer Nennleistung. Der Differentialschutz wird bei diesen Motortypen als schneller Kurzschlusschutz empfohlen.

Dieses Applikations-Papier beschreibt diese Methode und notwendigen Anpassungen der Schutzeinstellungen sowie die Anwendung des Motordifferentialschutzes während des Anfahrens.

## 1.2 Prinzip

Die **Korndörferschaltung** ist eine Methode zum sanften Anfahren von Induktionsmotoren durch reduzierte Spannung. Dabei werden ein dreiphasiger Autotransformator (Spartrafo) und drei dreiphasige Schalter verwendet. Diese Anfahrmethode wurde 1908 von Max Korndörfer in Berlin erfunden.

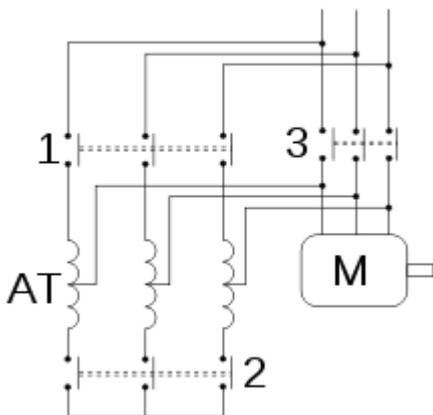


Bild 1: Korndörferschaltung mit Motor (M), Autotransformer (AT) und Dreifach-Schalter (1, 2, 3)

Wenn alle Schalter geöffnet sind ist der Motor komplett vom Dreiphasen-Netzwerk getrennt.

Um den Motor zu starten werden die Schalter 1 und 2 geschlossen. Damit wird der Motor mit einer verminderten Spannung über den Spartransformator versorgt, da die Windungen des Spartrafo's wie eine in Reihe mit dem Motor geschaltete Impedanz wirken. Die geringe Spannung begrenzt den Strom zum stehenden (stationären) Motor der damit in Bewegung gesetzt wird. Das Motordrehmoment wird dabei ebenfalls herabgesetzt so dass es ca. 10 bis 15 % über dem [Drehmomentbedarf](#) der anzutreibenden Maschine liegt.

Der Motor beschleunigt weiter bis Motordrehmoment und Lastmoment ausgeglichen sind und eine stabile Drehzahl erreicht ist. In diesem Stadium wird Schalter 2 geöffnet und vorübergehend der Motor mit noch niedrigerer Spannung versorgt, Dieser Moment ist kurz – gerade lang genug um Schalter 2 zu öffnen und Schalter 3 zu schließen, welcher die volle Spannung dem Motor zuführt. Der Motor beschleunigt weiter bis er seine volle Nenn-Drehzahl erreicht hat.

Mit diesem Moment ist der Sanft-Anlauf beendet und der Motor kann unter Volllast arbeiten. Der Spartrafo wird nicht mehr benötigt und bei geöffnetem Schalter 1 entregt.

Der Motor wird nun vom dreiphasigen Netz gespeist. Um ihn zu stoppen muss Schalter 3 geöffnet werden.

# SIPROTEC 5 Applikation

## Schutz von Asynchronmotoren mit Korndörfer Starter

Die Korndörferschaltung kann manuell bedient werden. Neuere Ausführungen bieten Kompaktstarter bei denen eine automatische Steuerung den kompletten Hochlauf übernimmt.

### Vorteile

Die Korndörferschaltung begrenzt deutlich den Einschaltstrom. Sie wird bei Hochspannungs-motoren oder bei Motoren mit großen Leistungen in so genannten weichen Spannungsversorgungs-netzen verwendet bei denen ein Direktanlauf nicht möglich ist.

Schweranlauf ist aufgrund der langen Hochlaufzeiten nur bedingt möglich.

Die effektivste Übersetzungsverhältniss für Spartrafos liegt zwischen 65 – 80%.

## 1.3 Schutz des Motors

Grundsätzlich bietet die modulare SIPROTEC 5 Geräteserie ein durchgängiges Schutzportfolio für Motoren. Die verschiedenen Funktionen für den Motorschutz wie z.B. thermische Überlast sind im SIPROTEC 7SK85 Handbuch beschrieben.

Wie oben erwähnt wird bei Motoren großer Leistung als schneller und selektiver Kurzschlusschutz ein Differentialschutz empfohlen.

Bei Motoranlauf kommt es häufig durch die hohen Ströme zu Wandlersättigung mit starkem Anstieg des Differentialstromes. Ursache hierfür sind Gleichstromglieder im

Anlaufstrom. Obwohl gleiche Stromwandler genutzt werden, kann es durch unterschiedliche Wandlerbürde zu abweichendem Übertragungsverhalten kommen.

Im Hinblick auf die hohen Anlaufströme muss der Motor-Anlaufvorgang mit Korndörferschaltung (Spartrafo) genauer betrachtet werden. Es ist nötig zu überprüfen ob der beim Anfahrvorgang entstehende Differentialstrom zu einer ungewollten Auslösung führt bzw. wie dieser stabilisiert werden kann.

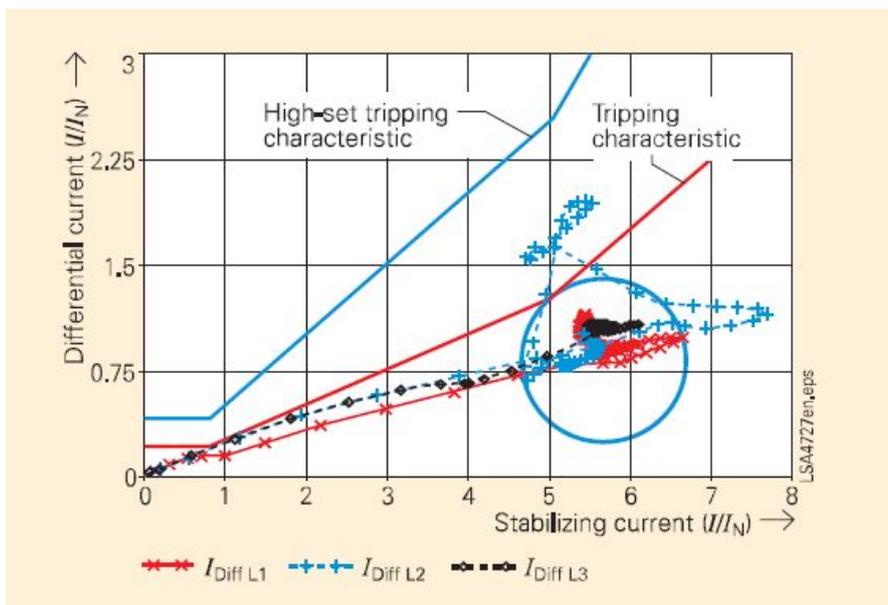


Bild 2: Differentialströme bei Motoranlauf (ca.5s) [2]

Der Arbeitspunkt wandert dadurch in das Auslösegebiet oberhalb der Auslösekennlinie was im ungünstigen Fall eine Auslösung des Schutzes nach sich ziehen kann.

### 1.4 Differentialschutzversionen

Die Korndörferschaltung ist in den Versionen mit und ohne Stromwandler im QA3 Pfad anzutreffen.

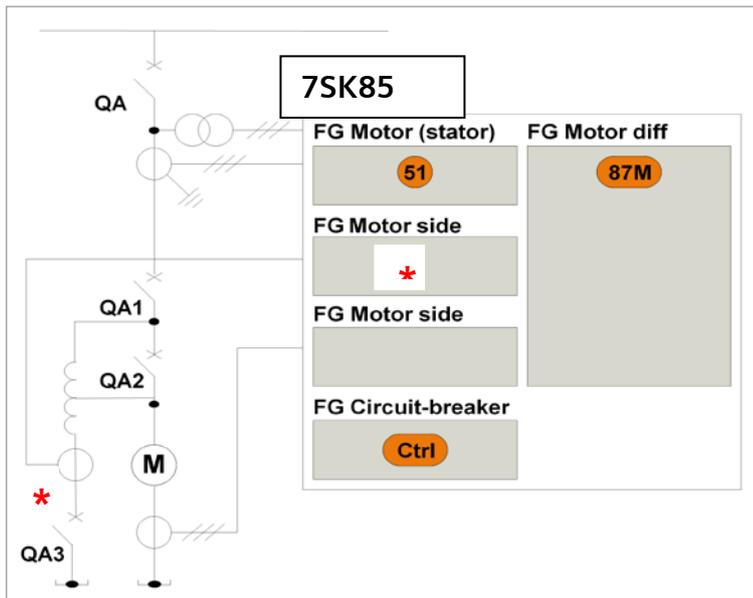


Bild 3: 7SK85 Motor Schutz mit Korndorfer Starter; (\* zusätzlicher Stromwandler, zusätzliche Funktionsgruppe)

Damit ergeben sich unterschiedliche Möglichkeiten für einen sicheren Differentialschutz.

#### 1.4.1 Version ohne (dritten) zusätzlichen Stromwandler

Von Aufzeichnungen während Inbetriebnahmen wissen wir, dass der Anlaufstrom einen typischen Verlauf zeigt. Eine Stromspitze verursacht durch ein Kompensationsphänomen beim Kurzschließen des Anfahrtransformators (schließen von QA2) ist auffällig.

Um eine Überfunktion bei diesen Betriebssituationen zu vermeiden, kann im Anlaufmoment die Charakteristik der Differentialschutzkennlinie erhöht werden.

Es wird empfohlen diese um den Faktor 2 zu erhöhen.

Die Dauer für die Empfindlichkeitserhöhung sollte über diesen Zeitbereich eingestellt werden.

Das ist beim SIPROTEC 7SK85 einfach durch Parametersatzumschaltung mit Hilfe von Binäreingabe und Automatisierungsfunktionen (CFC) realisierbar.

Diese Anwendung ist detailliert in der Applikationsnotiz (SIP5-APN-023\_Parametersatzumschaltung über CFC) beschrieben.

#### 1.4.2 Version mit zusätzlichem (drittem) Stromwandler im QA3 Pfad

Soll auf die volle Empfindlichkeit nicht verzichtet werden, benötigt man einen zusätzlichen Stromwandler im Sternpunkt des Anlauftransformators (siehe Bild 3) um damit den Differentialschutzbereich zu erweitern.

# SIPROTEC 5 Applikation

## Schutz von Asynchronmotoren mit Korndörfer Starter

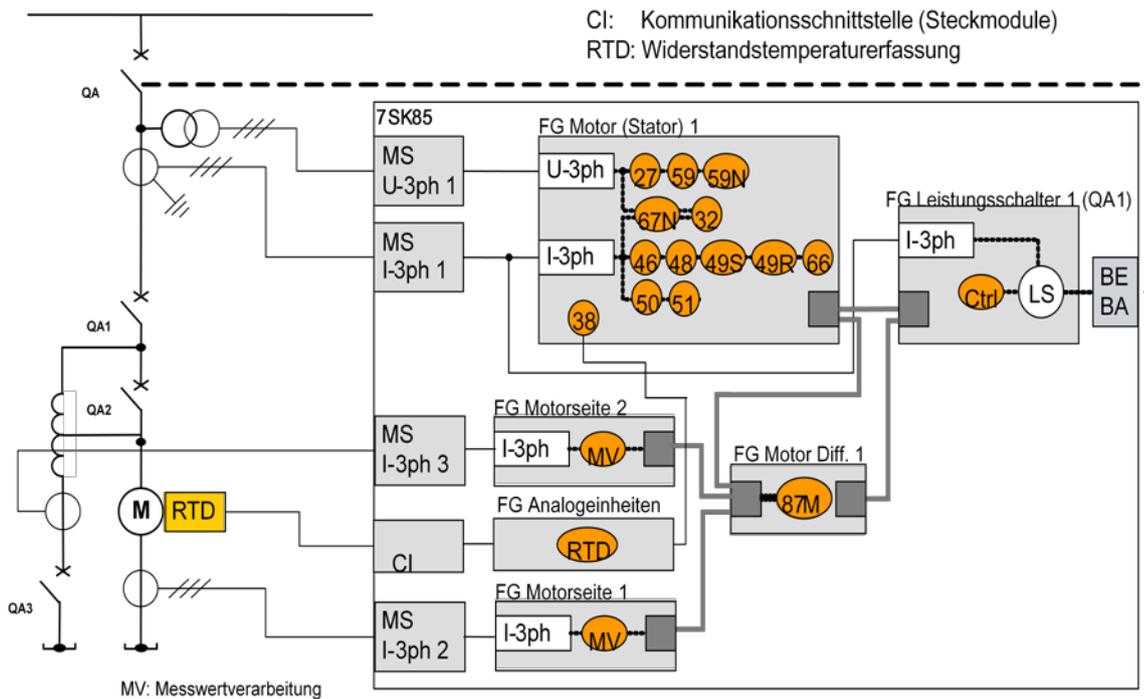


Bild 4: 7SK85 Motor Differential Schutz mit zusätzlicher Stromwandler und zusätzliche Funktionsgruppe Motor Seite

Als Resultat werden dadurch auch während des Anlaufs die korrekten Messwerte dem somit Drei-Bein-Differentialschutz zur Verfügung gestellt. Die Anhebung der Auslösekennlinie kann entfallen und damit empfindlich eingestellt bleiben

Beim 7SK85 ist die flexible Erweiterung um entsprechend erforderlichen Messeingang mittels E/A-Baugruppe leicht durchführbar. In diesem Fall ist die Auswahl des entsprechenden Gerätes mit Hilfe des Online Konfigurators für SIPROTEC5 Geräte zu empfehlen.

### SIPROTEC 5 Konfigurator - Perfectly tailored fit



Bild 5: 7SK85 Auswahlbeispiel

Dank der Modularität der SIPROTEC 5 Plattform ist es möglich die Hardware bedarfsgerecht auszuwählen. In diesem Beispiel (Bild 5) wird das Grundgerät 7SK85 bestehend aus dem Stromversorgungsmodul PS201 und Eingabe/Ausgabe

Baugruppe IO202 ergänzt durch ein Erweiterungsmodul IO203. Damit erhält man ein Gerät mit 3 x 4 Stromwandlereingängen, 4 Spannungswandlereingängen und diversen Binär-Ein- und Ausgängen.

Das Mengengerüst entspricht dem in Bild 4 dargestellten Blockschaltbild.

Die funktionelle Anpassung erfolgt durch ergänzendes Einfügen und Aktivieren einer Meßschnittstelle für den zusätzlichen Stromwandler (MS I-3ph 3) sowie einer Funktionsgruppe Motorseite (2) und die Verknüpfung dieser Funktionsgruppe mit der FG Motor Diff. 1.

Das erfolgt einfach und übersichtlich mit der Maske: Funktionsgruppen Verbindungen im Parametrier- und Bedienprogramm DIGSI 5.

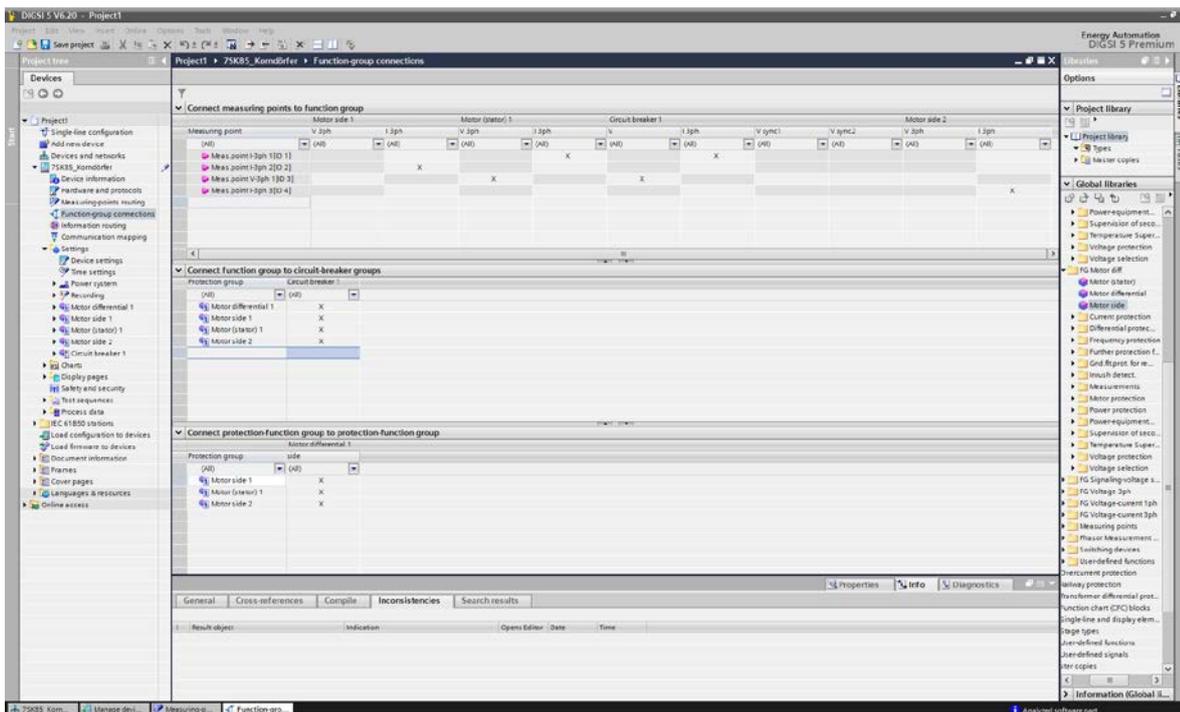


Bild 6: 7SK85 – Funktionsgruppen-Verbindung in DIGSI 5

## 1.5 Zusammenfassung

Durch die Nutzung des Motorschutzes SIPROTEC 7SK85 – ein Gerät der modularen SIPROTEC 5 Serie – ist es einfach, die nötigen Schutzfunktionen für nahezu jede Anforderung zur Verfügung zu stellen.

Schutz für große Asynchron Motoren mit Korndörferschaltung ist somit eine ideales Einsatzgebiet für Geräte der SIPROTEC 5 Reihe.

Quellen:

[1] [https://en.wikipedia.org/wiki/Kornd%C3%B6rfer\\_autotransformer\\_starter](https://en.wikipedia.org/wiki/Kornd%C3%B6rfer_autotransformer_starter)

[2] Optimaler Motorschutz mit SIPROTEC Schutzgeräten; by Dr. Hans Joachim Herrmann, SIEMENS AG, Order Nr: E50001-K4454-A101-A1

Herausgeber

Siemens AG 2016  
Energy Management Division  
Digital Grid  
Automation Products  
Humboldtstr. 59  
90459 Nürnberg, Deutschland

[www.siemens.de/siprotec](http://www.siemens.de/siprotec)

Wünschen Sie mehr Informationen,  
wenden Sie sich bitte an unser Customer  
Support Center.

Tel.: +49 180 524 70 00

Fax: +49 180 524 24 71

(Gebühren in Abhängigkeit vom Provider)

Email: [support.energy@siemens.com](mailto:support.energy@siemens.com)

© 2016 Siemens. Änderungen und Irrtümer vorbehalten.  
Die Informationen in diesem Dokument enthalten  
lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale,  
welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer  
in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich  
durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können.  
Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann  
verbindlich, wenn sie bei Vertragsschluss ausdrücklich  
vereinbart werden.

Für alle Produkte, die IT-Sicherheitsfunktionen der  
OpenSSL beinhalten, gilt Folgendes:  
This product includes software developed by the  
OpenSSL Project for use in the OpenSSL Toolkit.  
(<http://www.openssl.org/> )  
This product includes cryptographic software written  
by Eric Young (eay@cryptsoft.com )  
This product includes software written by Tim Hudson  
(tjh@cryptsoft.com)  
This product includes software developed by Bodo Moeller.