

Untersynchrone Stromrichter-kaskade USK

Technische Beschreibung

1. Allgemeines

Die unbestrittenen Vorteile des Drehstrom-Asynchronmotors gegenüber Gleichstrommotoren führten schon frühzeitig zu Bemühungen, die Drehstrommaschine auch für drehzahlgeregelte Antriebe einzusetzen.

Neben den Drehzahlstellungen über veränderbare Läuferwiderstände wurden Kaskadenschaltungen mit Hintermaschinen (Krämer- und Scherbius-Kaskade) entwickelt und eingesetzt.

Mit der Einführung der Stromrichtertechnik wurden diese durch die Untersynchrone-Stromrichter-Kaskade (USK) abgelöst.

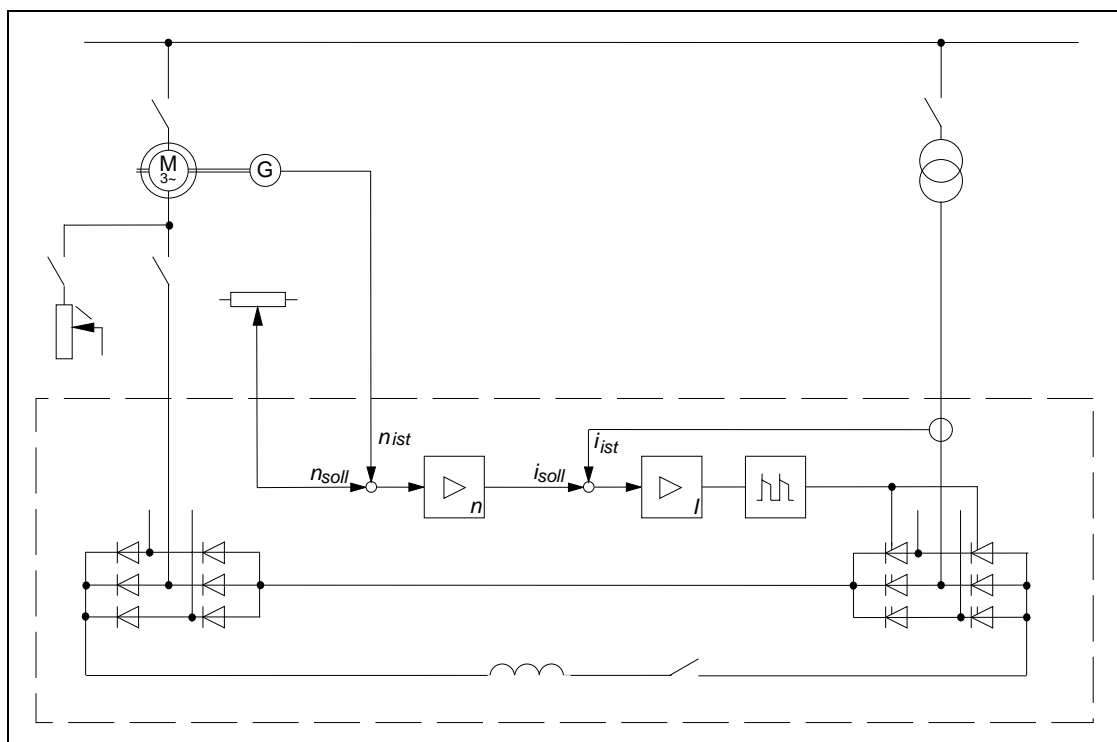
Als Kaskade bezeichnet man die Hintereinanderschaltung eines ungesteuerten und eines gesteuerten Stromrichters im Läuferkreis des Drehstromasynchronmotors zur Rückführung der Schlupfenergie in das speisende Netz.

Die USK kann grundsätzlich in allen Industriezweigen eingesetzt werden. Der bevorzugte Einsatzbereich liegt dort, wo der Gleichstrommotor wegen der Wartung des Kommutators unerwünscht ist und ein begrenzter Stellbereich der Drehzahl ausreicht. Dies trifft, z.B. für den Antrieb von Kreiselerdichtern, Gebläsen und rotierenden Pumpen zu.

Gegenüber einer Drosselverstellung, z.B. bei Wasserpumpen, lassen sich durch Einsatz einer USK Energieeinsparungen von 50 % und mehr erreichen. Gleiches trifft auch im Vergleich zur Drehzahlstellung gegenüber Läuferzusatzwiderständen zu.

Besonders vorteilhaft lassen sich problemlos vorhandene Antriebe mit Schleifringläufer-Motor auch nachträglich zur Untersynchronen Stromrichter-Kaskade erweitern, wenn der Motor eine Leistungsreserve von 10 % besitzt:

Prinzipschaltbild einer USK



2. Ein Antriebssystem mit einer USK bietet dem Anwender folgende Vorteile:

- Einsatz von Schleifring-Asynchronmaschinen, die billiger und robuster als Gleichstrommaschinen sind
- kleines Volumen, geringe Masse, niedrige Verluste
- weitgehende Wartungsfreiheit
- Stromrichterleistung niedriger als die Motornennleistung, damit ist der Einsatz bis zu sehr großen Motorleistungen möglich

Die Motorleistung sollte nicht kleiner als 500 kW sein, um den technischen Aufwand in ökonomisch vertretbaren Grenzen zu halten.

3. Einsatzmöglichkeiten

Die USK eignet sich für die Antriebsregelungen in allen Industriezweigen sofern ein begrenzter Drehzahlstellbereich (etwa zwischen 0,5 ... 0,9facher Nenndrehzahl) ausreicht.

Das trifft beispielsweise für Antriebe von:

- Kreiselverdichtern,
- Gebläsen und
- rotierenden Pumpen

zu, da bei diesen die Leistung bereits bei halber Drehzahl auf 1/8 des Nennwertes zurückgeht.

Auch für Antriebe der Verfahrens- und Fördertechnik ist diese Antriebsregelung einsetzbar, da hier eine Drehzahlabenkung bis auf 50 % den meisten Anwendungsfällen genügt.

Hierzu zählen u.ä.:

- Zementrohnmühlen
- Mischer, Knetter
- Briquettpressen,
- Extruder, Schneckenpressen
- Förderbänder

4. Schaltungstechnische Konzeption

Die USK ist eine Einrichtung für einen drehzahlveränderbaren Drehstromantrieb mit einem Schleifring-Drehstrom-Asynchronmotor, dessen Schlupfleistung über einen Gleichrichter und einen netzgelöschten Wechselrichter ins Netz zurückgespeist wird.

Die Schlupfleistung realisiert sich in Form der Läuferleistung, die mit wachsender Drehzahl linear abnimmt und des Läuferstromes, welcher direkt proportional dem Gegenmoment ist.

Im Gleichstromzwischenkreis ergibt die Spannungsbilanz im wesentlichen zwei gegeneinandergerichtete Komponenten, einmal die übersetzte Läuferleistung und auf der anderen Seite die mit umgekehrtem Vorzeichen anstehende Wechselrichterspannung. Die Wechselrichterspannung ist über die Anschnittsteuerung auf jeden Wert zwischen Null und einem maximal zulässigen Wert einstellbar.

Diesem Wert muß die Läuferleistung folgen, bis das Spannungsgleichgewicht im Zwischenkreis wieder hergestellt ist.

Die Regelung des Vorganges wird mit zwei überlagerten Regelkreisen realisiert.

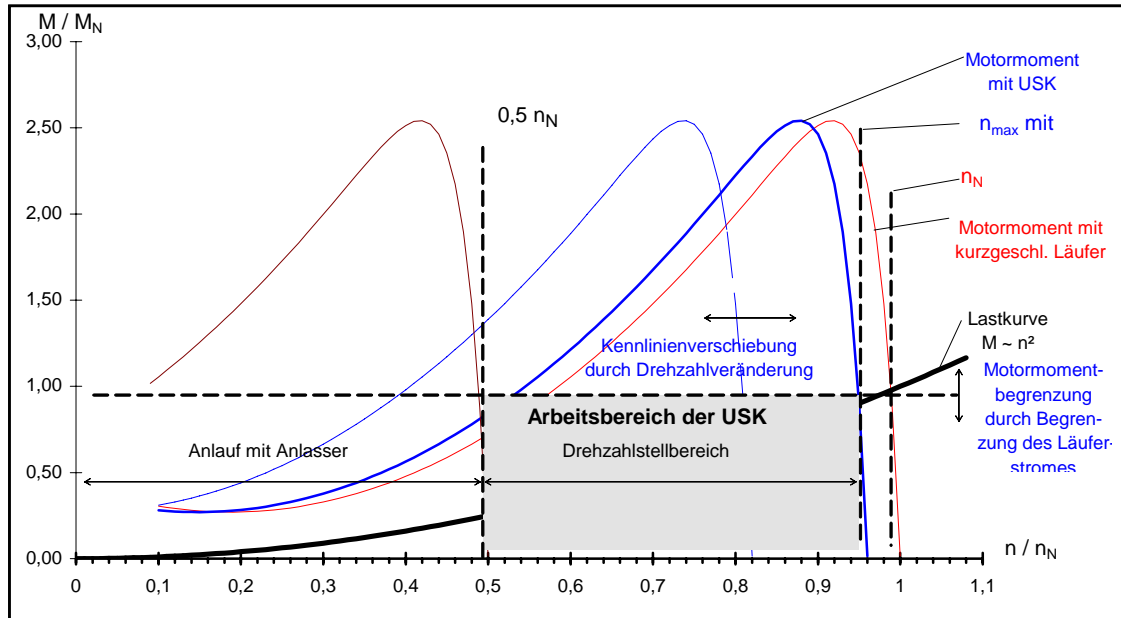
Schaltungstechnisch greift der Stromrichter in den Läuferkreis ein, sobald der Anlauf des Motors über die herkömmliche Widerstands-Anlaßsteuerung erfolgt ist.

Bei der USK wird durch den Stromregler der Läuferstrom und damit das Drehmoment auf einen einstellbaren Wert begrenzt und so ein elektrischer und ein mechanischer Überlastschutz erreicht.

Ein Lastmoment, dessen Wert über dem maximalen Wert liegt, führt zu einer Absenkung der Drehzahl bis an die unterste Grenze des Stellbereiches.

Die Drehzahl-Drehmomenten-Kennlinien zeigen über den gesamten Drehzahlstellbereich Nebenschlußverhalten.

Drehzahl-Drehmomenten-Kennlinie einer Untersynchronen Stromrichtererkaskade



5. Einsatzbedingungen

Die mit der USK über den Wechselrichter aus der Schlupfleistung erzielbare Energierückspeisung ist abhängig vom

- Drehzahlstellbereich und der
- mechanischen Charakteristik

der Arbeitsmaschine.

Die Nennleistung des Antriebsmotors sollte mindestens 500 kW betragen.

Im allgemeinen steht ab dieser Leistung die erzielbare Energieeinsparung zum Anschaffungspreis der Anlage in einem wirtschaftlich guten Verhältnis.

Da die Typenleistung der USK dem gewählten Drehzahlstellverhältnis proportional ist, wird man für den Einsatz dieser Technik Antriebe bevorzugen, deren Drehzahl im Stellbereich oberhalb der halben synchronen Drehzahl liegt. Die obere Grenze des Drehzahlstellbereiches sollte etwa bei dem 0,95fachen der synchronen Drehzahl liegen, um unter Berücksichtigung der Verluste in der USK überhaupt noch Energie zurückspeisen zu können.

Unter diesen Bedingungen ergibt sich ein ökonomischer Drehzahlstellbereich der untersynchronen Stromrichtererkaskade zwischen den Grenzen.

$$0,5 n_{\text{Nenn}} \leq n \leq 0,95 n_{\text{Nenn}}$$

6. Auswahlhinweise

Da die Stromrichter cascade nicht überlastbar ist, wird sie für die bei minimaler Drehzahl vorhandene Läufer spannung und den beim maximalen Lastmoment auftretenden Läuferstrom ausgelegt.

Die Läuferstillstandsspannung beeinflusst maßgeblich die Auslegung der Stromrichter. Mitunter erlaubt die Anwendung von Motoren mit kleinen Läufer spannungen bzw. die Verringerung des geforderten Schlupfes die Verwendung von preisgünstigeren Stromrichtern.

Falls der Antriebsmotor bereits vorhanden ist, können anhand der Leistungsschild-Angaben die Werte für minimale Drehzahl und maximal erreichbares Drehmoment nach folgenden Formeln ermittelt werden:

Minimale Drehzahl

$$n_{\min} = n_N \cdot \left(1 - \frac{U_{L\max}}{U_{Lo}} \right) \cdot [\text{min}^{-1}]$$

Maximales Drehmoment

$$M_{\text{dmax}} = M_{\text{dN}} \cdot \frac{I_{L\max}}{I_{LN}} \cdot [\text{Nm}]$$

Es bedeuten:

n_N	Nenndrehzahl [min^{-1}]
U_{Lo}	Läuferstillstands-Spannung [V]
M_{dN}	Motornennmoment [Nm]
I_{LN}	Läuferennstrom [A]
$U_{L\max}$	Zulässige maximale Läufer spannung [V] *)
$I_{L\max}$	Zulässiger maximaler Läuferstrom [A] *)

*) Der Wert ist abhängig von der Stromrichterleistung (z.B. 315 V bei $U_N = 400$ V)

7. Technische Daten

Die Ausführung der Untersynchronen Stromrichter cascade lässt sich in zwei Bestandteile gliedern:

- dem Informationsteil, welcher die Geräte zu Steuerung und Regelung der USK beinhaltet und zu jedem Rückspeiseaggregat in einheitlicher Ausführung geliefert wird;

und

- dem Leistungsteil mit den Bauelementen zur Rückspeisung der Läufer-Energie.

Schutzart:	IP20
Temperaturbereich:	0 bis +40 °C
Aufstellungsort:	Elektrotechnischer Betriebsraum
Aufstellungsart:	Freistehend

Untersynchrone Stromrichter-kaskade zur Drehzahlregelung von Schleifringläufer-Motoren

Bestellhinweise

Bei Anfragen senden Sie uns bitte den Fragebogen ausgefüllt zurück. Die darin enthaltenden Angaben ermöglichen es uns, Ihre Wünsche optimal zu berücksichtigen und Sie bei der Auswahl einer ökonomisch arbeitenden Anlage fachkundig zu beraten.

1. Angaben zur Arbeitsmaschine

- 1.1 Lastkennlinie $M = f(n)$
 1.2 Belastungscharakteristik $M = f(t)$
 1.3 Nennmoment $M_N = \dots\dots\dots \text{Nm}$
 1.4 Maximales Moment $M_{\text{max}} = \dots\dots\dots \text{Nm}$
 1.5 Drehzahlstellbereich
 von $\dots\dots\dots \text{min}^{-1}$
 bis $\dots\dots\dots \text{min}^{-1}$

2. Angaben zum Motor

- 2.1 Nennleistung $P_N = \dots\dots\dots \text{kW}$
 2.2 Nenndrehzahl $n_N = \dots\dots\dots \text{min}^{-1}$
 2.3 Statorspannung und -frequenz
 $U_S = \dots\dots\dots \text{V}$
 $f_s = \dots\dots\dots \text{Hz}$
 2.4 Statornennstrom $I_{Sn} = \dots\dots\dots \text{A}$
 2.5 Läuferstillstandsspannung $U_{Lo} = \dots\dots\dots \text{V}$
 2.6 Läuferennstrom $I_{LN} = \dots\dots\dots \text{A}$
 2.7 Leistungsfaktor im Nennbetrieb $\cos\varphi_n = \dots\dots\dots$
 2.8 Wirkungsgrad im Nennbetrieb $\eta = \dots\dots\dots$
 2.9 Magnetisierungsstrom
 oder Leerlaufstrom
 und Leistungsfaktor
 $I_\mu = \dots\dots\dots \text{A}$
 $I_o = \dots\dots\dots \text{A}$
 $\cos\varphi_o = \dots\dots\dots \text{A}$

3. Angaben zum Rückspeisenetz

- 3.1 Spannung und Frequenz
 $U_N = \dots\dots\dots \text{V}$
 $f_N = \dots\dots\dots \text{Hz}$
 3.2 Spannungsschwankungen $\Delta U = \dots\dots\dots \%$
 3.3 Kurzschlußleistung $S_k'' = \dots\dots\dots \text{MVA}$

transresch
 Antriebssysteme Berlin GmbH
 Marzahner Straße 34
 13053 Berlin
 DEUTSCHLAND

Ansprechpartner: Hr. Alfons Wolff
 Telefon: +49 (0)30-9861 2178
 Telefax: +49 (0)30-9861 2097
 E-Mail: wolff@transresch.de

Unser Leistungsprogramm

Wir liefern Antriebssysteme für Gleich- und Drehstromanlagen mit

- Thyristorstromrichter DCC für Gleichstromantriebe von 100 kW bis 10 MW
- Umrichter VSI-C als Einbaugeräte von 4,5 kW bis 315 kW
- Frequenzumrichter VSI in Schrankausführung von 90 kW bis 2,5 MW
- **Untersynchronen Stromrichter Cascaden USK von 500 kW bis 10 MW**
- Erregereinrichtungen

Sonstige Leistungen

- Stromversorgungen für technologische Prozesse
- Service und Inbetriebsetzung



transresch
ANTRIEBSSYSTEME

transresch
Antriebssysteme Berlin GmbH
Marzahner Straße 34
D-13053 Berlin

Telefon: +49 (0)30-9861 2178
Telefax: +49 (0)30-9861 2097
E-Mail: info@transresch.de
Website: <http://www.transresch.de>