

Oxni Wiki

Bremsenergie

Version A

**07. Juni 2022
Oxni GmbH**

Zusammenfassung

Um sicherzustellen, dass ein Antrieb kontrolliert stillgesetzt werden kann, muss die Energie im System zu jeder Zeit kontrolliert umgewandelt werden können. Dazu können ein elektrischer Zwischenspeicher, Bremswiderstand oder auch die Rückspeisung ins Netz genutzt werden.

Mit ein paar einfachen Berechnungen kann eine mögliche Lösung korrekt dimensioniert werden.

Leistung / Energie

Leistung multipliziert mit Zeit ergibt Energie. Bei einem elektrischen Antrieb ist die Leistung für die Dimensionierung relevant und daher meist besser greifbar.

$$P_{mechanisch} = T * \omega = T * \frac{2 * \pi * n}{60}$$

Über die Zeit verrichtet diese Leistung die Arbeit, die vom Antrieb gefordert wird. Beim Ausschalten muss die im System vorhandene Energie umgewandelt werden.

Bremsen

Zum Beschleunigen wird dem System Energie zugeführt, beim Abbremsen muss diese Energie wieder kontrolliert abgeführt werden. Dabei gibt es verschiedene Punkte zu beachten: den Zyklus, die bewegte Schwungmasse, die Zwischenkreiskapazität, mechanische und elektrische Verluste.

Schwungmasse

Die im System vorhandene Energie hängt von der bewegten Masse ab. Folgend die Formel für ein rotatives System:

$$W_{kinetische} = \frac{1}{2} * J * \omega^2$$

Zwischenkreis

In den Kondensatoren des Zwischenkreises kann bei einem nicht geregelten Gleichspannungsbus Energie gespeichert werden. Dabei gilt es zu beachten, wie hoch die Spannung ansteigen darf.

$$W_{Zwischenkreis} = \frac{1}{2} * C * (U_{max}^2 - U_{Bus}^2)$$



Reibung

Durch Reibung wird ein Teil der Energie direkt abgebaut. Mittels Zeitmessung der frei auslaufenden Applikation kann die Leistung, welche so umgewandelt wird, abgeschätzt werden.

$$P_{Reibung} = \frac{J * \omega_{max}^2}{t_{Auslaufen}}$$

Wicklungsverlust

Der Stromfluss in den Wicklungen erzeugt einen Verlust. Dieser kann über das Drehmoment und den Wicklungswiderstand berechnet werden.

$$P_{Wicklung} = \left(\frac{T}{K_T}\right)^2 * R_{P-P} * 1.5$$

Bremswiderstand

Die Zusammenstellung aller vorgegangenen Formeln erlaubt eine exakte Bestimmung der Bremsleistung, auch für den zyklischen Betrieb.

$$P_{Brems} = \frac{\frac{1}{2} * (J_M + J_L) * (\omega_{max}^2 - \omega_{min}^2) - \frac{1}{2} * C * (U_{max}^2 - U_{Bus}^2)}{T_{Zyklus}} - \left(\frac{T}{K_T}\right)^2 * R_{P-P} * 1.5 - \frac{J * \omega_{max}^2}{t_{Auslaufen}}$$

Zur einfacheren Bestimmung des Bremswiderstands gibt es die folgenden Formeln, die die Leistung des Bremswiderstand bestimmen:

$$n_2 = \sqrt{n_1^2 - \frac{W_c * 219}{J_M + J_L}} \quad W_{Brems} = \frac{(J_M + J_L) * n_2^2}{228} \quad P_{Brems} = \frac{N * W_{Brems}}{t}$$

$$P_{Brems} = \frac{N}{t} * \frac{(J_M + J_L)}{228} * \left(n_1^2 - \frac{W_c * 219}{J_M + J_L}\right)$$

Symbol	Beschreibung	Einheit
W _c	In Zwischenkreis speicherbare Energie	Ws
J _L	Lastträgheitsmoment	kg * m ²
J _M	Motorträgheitsmoment	kg * m ²
n ₁	Nennzahl der Applikation	rpm
n ₂	Reduzierte Drehzahl ohne Bremswiderstand	rpm
N	Anzahl Zyklen	-
t	Zeit für die Anzahl Zyklen	S



Dynamisch bremsen

Das Stillsetzen eines Motors mit einem kontrollierten Kurzschliessen der Wicklungen wird dynamisches Bremsen genannt.

Dies kann entweder direkt über den Verstärker erfolgen oder über eine externe Schaltung. Die durch die Geschwindigkeit induzierte Spannung generiert einen Stromfluss, der ein Drehmoment aufbaut. Dieses Drehmoment bremst den Motor.

Es gilt zu beachten, dass der Kurzschlusswiderstand einen Einfluss auf die Stromspitze und die zu erwartende Stillsetzungszeit hat.

Alternativen

Neben der Umwandlung der kinetischen Energie in Wärme gibt es Alternativen, welche die Energie grösstenteils im System halten und wieder verwendbar für die Anlage machen.

Netzurückspeisung

Mit einem aktiven Front-End kann nicht nur Energie aus dem Netz bezogen werden (motorischer Betrieb), sondern auch Energie ins Netz zurückgespeist werden (generatorischer Betrieb).

Dies ermöglicht es vor allem bei Leistungsklassen >15kW unnötige Abwärme zu reduzieren.

Zwischenkreisverbund

Bei der Belastung bei mehreren Antrieben im Verbund ist die Gleichzeitigkeit eine wichtige Grösse und sollte bereits bei der Auslegung einer Anlage berücksichtigt werden. Mittels Zwischenkreiskopplung können Achsen, welche nicht zur gleichen Zeit beschleunigen oder abbremesen, Energie direkt austauschen.

Kapazitätserweiterungen

Mit zusätzlichen Kapazitäten im DC-Verbund kann die Speicherleistung einfach erweitert werden. Dies ermöglicht eine grössere Unabhängigkeit zwischen den einzelnen Achsen.

Speziell bei Mehrphasengeräten ist die vorhandene Kapazität im Zwischenkreis meist eher klein gehalten.

Die Kapazitätserweiterung kann auf zwei Arten genutzt werden:

1. Zur Zwischenspeicherung von Bremsenergie
2. Zur Reduzierung von Spitzenbezugsleistungen am Netz



Ein Team in Bewegung – Oxni bietet Lösungen in der Antriebstechnik

Hocheffiziente, exakt synchronisierte Maschinen – in allen Branchen sorgen sie für Qualität, Effizienz und maximalen Durchsatz. Diese Maschinen sind das Ergebnis von durchdachter Antriebstechnik und massgeschneiderter Automatisierungsprozesse.

Möchten Sie in der Automatisierung Ihrer Anlage ein nächstes Level erreichen? Ist es Ihr Ziel, die Logistik zu optimieren? Suchen Sie nach Lösungen im Maschinenbau? Fragen Sie uns. Wir sind die Experten für Ihre Herausforderungen.

Oxni programmiert Maschinen auf Erfolg

Im Maschinenbau, in der Antriebstechnik und in der Logistik bringt die richtige Software gemeinsam mit führerlosen Transportsystemen (AGV) Ihre Automatisierung auf eine gänzlich neue Ebene. Um dieses zu erreichen, ist Expertenwissen gefragt.

Die Kernkompetenz von Oxni liegt darin, die Welt der Logistik und die des Maschinenbaus miteinander zu verbinden. Es gibt kaum eine Bewegung in einer Maschine, die sich nicht optimieren liesse. Mit Expertise und Erfahrung erstellen wir präzise Diagnosen und bieten aus dem Portfolio an Software sowie den Produkten bekannter Partner massgeschneiderte Lösungen.

Kontakt

Oxni GmbH
Klosterstrasse 34
8406 Winterthur
CHE-273.851.236 MWST

shop.oxni.ch
info@oxni.ch
+41 52 551 00 40

