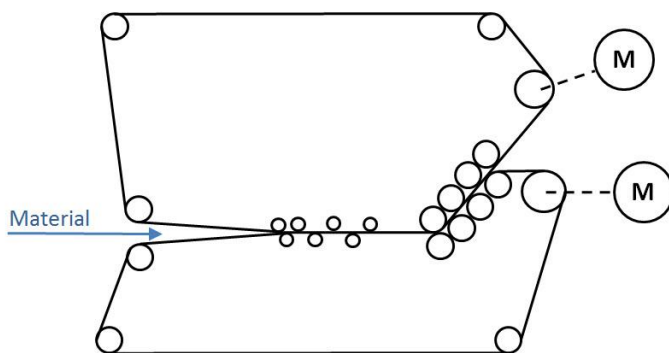


## PowerXL™

DA1 Frequenzumrichter

Gleiche Lastverteilung mit der Droop-Funktion



Level 3	<p>1 – Fundamental – keine weiteren Kenntnisse nötig</p> <p>2 – Basic – Grundwissen empfehlenswert</p> <p>3 – Fortgeschritten – Grundwissen notwendig</p> <p>4 – Expert – Praxiserfahrung in dem Thema empfehlenswert</p>
---------	---

## Inhalt

1	Allgemeines .....	5
2	Die Droop-Funktion .....	6
2.1	DroopMax (P6-09) und DroopFeedback (P0-62).....	6
2.2	M-Max Generatorisch (P4-09) und Überspannung Stromgrenze (P7-09) .....	7
3	Anwendungsbeispiel .....	8

## Gefahr! - Gefährliche elektrische Spannung!

- Gerät spannungsfrei schalten.
- Gegen Wiedereinschalten sichern.
- Spannungsfreiheit feststellen.
- Erden und kurzschließen.
- Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken.
- Die für das Gerät angegebenen Montagehinweise (IL) sind zu beachten.
- Nur entsprechend qualifiziertes Personal gemäß EN 50110-1/-2 (VDE 0105 Teil 100) darf Eingriffe an diesem Gerät/System vornehmen.
- Achten Sie bei Installationsarbeiten darauf, dass Sie sich statisch entladen, bevor Sie das Gerät berühren.
- Die Funktionserde (FE, PES) muss an die Schutzterde (PE) oder den Potenzialausgleich angeschlossen werden.
- Die Ausführung dieser Verbindung liegt in der Verantwortung des Errichters.
- Anschluss- und Signalleitungen sind so zu installieren, dass induktive und kapazitive Einstreuungen keine Beeinträchtigung der Funktionen verursachen.
- Damit ein Leitungs- oder Aderbruch auf der Signalseite nicht zu undefinierten Zuständen führen kann, sind hard- und softwareseitig entsprechende Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.
- Schwankungen bzw. Abweichungen der Netzspannung vom Nennwert dürfen die in den technischen Daten angegebenen Toleranzgrenzen nicht überschreiten, andernfalls sind Funktionsausfälle und Gefahrenzustände nicht auszuschließen.
- NOT-AUS-Einrichtungen nach IEC/EN 60204-1 müssen in allen Betriebsarten wirksam bleiben. Entriegeln der NOT-AUS-Einrichtungen darf keinen Wiederanlauf bewirken.
- Einbaugeräte für Gehäuse oder Schränke dürfen nur im eingebauten Zustand betrieben und bedient werden.
- An Orten, an denen auftretende Fehler Personen- oder Sachschäden verursachen können, müssen externe Vorkehrungen getroffen werden, die auch im Fehler- oder Störfall einen sicheren Betriebszustand gewährleisten beziehungsweise erzwingen (z. B. durch unabhängige Grenzwertschalter, mechanische Verriegelungen usw.).
- Während des Betriebs können die Frequenzumrichter heiße Oberflächen besitzen.
- Das unzulässige Entfernen der erforderlichen Abdeckung, die unsachgemäße Installation und falsche Bedienung von Motor oder Frequenzumrichter, kann zum Ausfall des Geräts führen und schwerste gesundheitliche Schäden oder Materialschäden verursachen.
- Bei Arbeiten an unter Spannung stehenden Frequenzumrichter sind die geltenden nationalen Unfallverhütungsvorschriften (z. B. BGV A3) zu beachten.
- Die elektrische Installation ist nach den einschlägigen Vorschriften durchzuführen (z. B. Leitungsquerschnitte, Absicherungen, Schutzleiteranbindung).
- Alle Arbeiten zum Transport, zur Installation, zur Inbetriebnahme und zur Instandhaltung dürfen nur von qualifiziertem
- Fachpersonal durchgeführt werden (IEC 60364 bzw. HD 384 oder DIN VDE 0100 und nationale Unfallverhütungsvorschriften beachten).
- Anlagen, in die Frequenzumrichter eingebaut sind, müssen ggf. mit zusätzlichen Überwachungs- und Schutzeinrichtungen gemäß den jeweils gültigen Sicherheitsbestimmungen, z. B. Gesetz über technische Arbeitsmittel, Unfallverhütungsvorschriften usw. ausgerüstet werden.
- Während des Betriebs sind alle Abdeckungen und Türen geschlossen zu halten.
- Der Anwender muss in seiner Maschinenkonstruktion Maßnahmen berücksichtigen, die die Folgen bei Fehlfunktion oder Versagen des Frequenzumrichters (Erhöhung der Motordrehzahl oder plötzliches Stehenbleiben des Motors) begrenzen, so dass keine Gefahren für Personen oder Sachen verursacht werden können, z. B.: – Weitere unabhängige Einrichtungen zur Überwachung sicherheitsrelevanter Größen (Drehzahl, Verfahrweg, Endlagen usw.). Elektrische oder nichtelektrische Schutzeinrichtungen (Verriegelungen oder mechanische Sperren) systemumfassende Maßnahmen. Nach dem Trennen der Frequenzumrichter von der Versorgungsspannung dürfen spannungsführende Geräteteile und Leistungsanschlüsse wegen möglicherweise aufgeladener Kondensatoren nicht sofort berührt werden. Hierzu sind die entsprechenden Hinweisschilder auf dem Frequenzumrichter zu beachten.

## Gewährleistungsausschluss und Haftungsbeschränkung

Die Informationen, Empfehlungen, Beschreibungen und Sicherheitshinweise in diesem Dokument basieren auf den Erfahrungen und Einschätzungen der Eaton Corp. Und berücksichtigen möglicherweise nicht alle Eventualitäten.

Wenn Sie weitere Informationen benötigen, wenden Sie sich bitte an ein Verkaufsbüro von Eaton. Der Verkauf der in diesen Unterlagen dargestellten Produkte erfolgt zu den Bedingungen und Konditionen, die in den entsprechenden Verkaufsrichtlinien von Eaton oder sonstigen vertraglichen Vereinbarungen zwischen Eaton und dem Käufer enthalten sind. Es existieren keine Abreden, Vereinbarungen, Gewährleistungen ausdrücklicher oder stillschweigender Art, einschließlich einer Gewährleistung der Eignung für einen bestimmten Zweck oder der Marktgängigkeit, außer soweit in einem bestehenden Vertrag zwischen den Parteien ausdrücklich vereinbart. Jeder solche Vertrag stellt die Verpflichtung von Eaton abschließend dar.

Der Inhalt dieses Dokumentes wird weder Bestandteil eines Vertrages zwischen den Parteien noch führt er zu dessen Änderung. Eaton übernimmt gegenüber dem Käufer oder Nutzer in keinem Fall eine vertragliche, deliktische (einschließlich Fahrlässigkeit), verschuldensunabhängige oder sonstige Haftung für außergewöhnliche, indirekte oder mittelbare Schäden, Folgeschäden bzw. –verluste irgendeiner Art – unter anderem einschließlich, aber nicht beschränkt auf Schäden an bzw. Nutzungsausfälle von Geräten, Anlagen oder Stromanlagen, von Vermögensschäden, Stromausfällen, Zusatzkosten in Verbindung mit der Nutzung bestehender Stromanlagen, oder Schadensersatzforderungen gegenüber dem Käufer oder Nutzer durch deren Kunden – infolge der Verwendung der hierin enthaltenen Informationen, Empfehlungen und Beschreibungen. Wir behalten uns Änderungen der in diesem Handbuch enthaltenen Informationen vor. Fotos und Abbildungen dienen lediglich als Hinweis und begründen keine Verpflichtung oder Haftung seitens Eaton.

## 1 Allgemeines

In Anwendungsfällen, in denen mehrere Motoren auf die gleiche Last wirken, soll die Last auch gleichmäßig auf die beteiligten Motoren verteilt werden. Kleine Abweichungen und Toleranzen zwischen den Antrieben, seien sie mechanisch oder aber elektrisch bedingt, führen dazu, dass es zu einer ungleichmäßigen Lastaufteilung kommt. Im Extremfall muss ein Motor alles übernehmen und letztendlich schaltet er wegen Überlast ab.

Diesen Effekt kann man auch nicht über einen Feinabgleich im Drehzahl Sollwert oder ähnlichen Maßnahmen vermeiden, da die Effekte manchmal sporadisch und nicht im gesamten Drehzahlbereich gleich auftreten. Um trotzdem die Last in jedem Betriebspunkt gleichmäßig aufteilen zu können, wurde die „Droop-Funktion“ entwickelt.

In dieser Application Note werden folgende Punkte betrachtet:

- Beschreibung der Funktion
- Anwendungsbeispiel

Einige der hier erforderlichen Parameter befinden sich in den Menüs des Level 3. Diese Menüs sind durch Eingabe des „Kennwort Level3“ (P6-30) bei P1-14 (Kennwort) zu aktivieren. Das werkseitig eingestellte Kennwort ist „201“.

Die hier beschriebenen Funktionen beziehen sich auf eine Version der Applikationssoftware ab 2.0 (siehe Parameter P0-79).

## 2 Die Droop-Funktion

In den Fällen, in denen drehzahlgeregelte Antriebe durch Formschluss oder Reibung miteinander verbunden sind, übernimmt der jeweils schnellste Antrieb die Last und zieht die anderen Antriebe mit, die dann weniger, im Extremfall gar nicht belastet sind. Um diesem Effekt entgegenzuwirken, wird der Drehzahlsollwert belastungsabhängig korrigiert. Bei einer Lasterhöhung reduziert die Droop-Funktion den resultierenden Drehzahlsollwert (vorgegebener Sollwert - Drehzahlreduzierung), der Antrieb fällt in der Drehzahl etwas zurück und die anderen am System beteiligten Antriebe übernehmen automatisch mehr Last.

Anwendungserfahrungen zeigen, dass es in vielen Fällen von Vorteil ist, wenn innerhalb eines Mehrmotorensystems ein Motor ohne freigegebene Droop-Funktion läuft (P6-09 = 0.0 %), während diese bei den anderen Motoren im System freigegeben ist (P6-09 ungleich 0.0 %).

In Ausnahmefällen kann es aber auch günstiger sein, die Droop-Funktion bei allen Antrieben zu aktivieren.

### 2.1 DroopMax (P6-09) und DroopFeedback (P0-62)

„DroopMax“ (P6-09) bestimmt den Wert, um den der Sollwert bei Nennlast reduziert wird. Er wird angegeben in Prozent der „Motor-Nennfrequenz“ (P1-09).

Drehzahlreduzierung bei Nennlast:  $P1-09 \cdot P6-09$

Betrag der Drehzahlreduzierung:  $P1-09 \cdot P6-09 \cdot \frac{\text{aktuelles Drehmoment}}{\text{Nenn Drehmoment}}$

Drehzahl: Drehzahlsollwert – Drehzahlreduzierung

Der jeweils aktuelle Wert der Drehzahlreduzierung kann über den Parameter „DroopFeedback“ (P0-62) angezeigt werden. Die Art der Anzeige ist abhängig von der Einstellung von „Motor-Nennfrequenz“ (P1-10):

P1-10 = 0 Anzeige in Hz

P1-10 > 0 Anzeige in U/min

Der Einstellwert von „DroopMax“ ist applikationsabhängig und kann nicht generell angegeben werden. Ein guter Wert zum Starten ist 5.0 %. Bei der Einstellung kann dieser Wert schrittweise verändert werden, bis eine gleichmäßige Lastverteilung auf die Antriebe erreicht ist. Der jeweilige Strom kann an der Bedieneinheit abgelesen werden.

Die Droop-Funktion ist in beiden Drehrichtungen wirksam.

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
2901.0	P6-09	DroopMax	25.0 % · P1-09	0.0 %
2901.1	P0-62	DroopFeedback	-	-

## 2.2 M-Max Generatorisch (P4-09) und Überspannung Stromgrenze (P7-09)

Die werkseitige Einstellung der Parameter beruht auf Erfahrungswerten, mit denen sich in vielen Fällen gute Ergebnisse erzielen lassen. Abhängig von der Anwendung oder dem angeschlossenen Motor kann es vorkommen, dass die Droop-Funktion nicht ordnungsgemäß arbeiten kann, da sie an Begrenzungen innerhalb der Regelung stößt. In diesen Fällen hilft es meist, wenn die Werte für die Parameter „M-Max Generatorisch“ (P4-09) und/oder „Überspannung Stromgrenze“ (P7-09) erhöht werden.

### M-Max Generatorisch (P4-09)

Im Vektorbetrieb (P4-01 = 0 oder 1) bestimmt dieser Parameter die Höhe der Drehmomentbegrenzung im Generatorbetrieb.

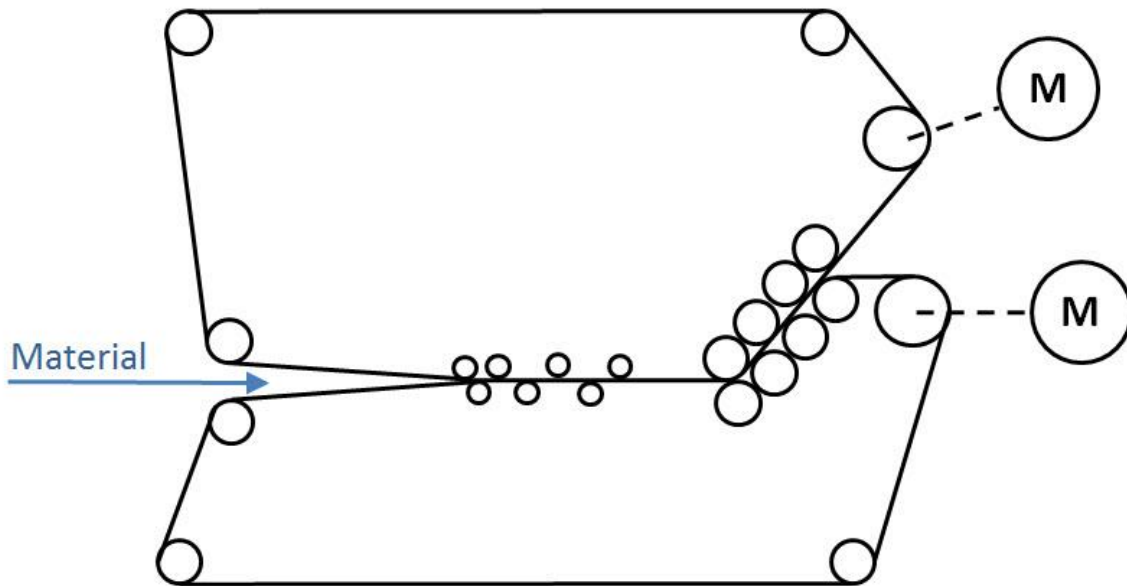
### Überspannung Stromgrenze (P7-09)

Strombegrenzung zur Verhinderung von Abschaltungen wegen Überspannung.

Dieser Parameter ist nur bei Drehzahlregelung mit Drehmomentbegrenzung (P4-01 = 1) aktiv und wird wirksam, wenn die Zwischenkreisspannung einen Grenzwert überschreitet. Dieser intern eingestellte Wert liegt unter dem für die Abschaltung aufgrund von Überspannung. P7-09 begrenzt den Drehmoment bildenden Strom im Ausgang, um eine Rückspeisung von Energie zu verhindern, die zu einer Überstromabschaltung führen könnte. Ein kleiner Wert von P7-09 begrenzt das Drehmoment des Motors, wenn die Zwischenkreisspannung den Schwellwert übersteigt. Ein hoher Wert kann zu einer Verzerrung des Motorstroms und damit zu einem rauen Verhalten des Motors führen.

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
31.1	P4-09	M-Max Generatorisch	0 ... 200 %	100 %
241.0	P7-09	Überspannung Stromgrenze	0.0 ... 100.0 %	5.0 %

### 3 Anwendungsbeispiel



Material wird zwischen zwei Bändern durch eine Maschine transportiert. Jedes Band wird durch einen eigenen Motor angetrieben. Durch den Anpressdruck sind beide Bänder mechanisch miteinander verbunden. Wenn einer der beiden Motoren nur ein wenig schneller zu laufen versucht als der andere, ergibt sich eine ungleiche Lastverteilung.

Ohne aktivierte Droop-Funktion ist Motor 1 mit 80 % seines Nennmoments belastet, Motor 2 mit 85 %. Motor 2 wird aufgrund der höheren Belastung wärmer werden als Motor 1, möglicherweise ist der Drehzahlunterschied auch auf dem Material sichtbar, das durch die Bänder transportiert wird..

Nun wird die Droop-Funktion mit P6-09 bei beiden Geräten aktiviert. Das System wird sich iterativ auf eine gleiche Belastung einstellen. Werte zu Beginn (Wir betrachten die Wirkungsweise bei 40 Hz / P1-09 = 50 Hz):

$$\text{Sollwert für Motor 1: } 40 \text{ Hz} - ((10 \% \cdot 50 \text{ Hz}) \cdot 80 \%) = 36 \text{ Hz}$$

$$\text{Sollwert für Motor 2: } 40 \text{ Hz} - ((10 \% \cdot 50 \text{ Hz}) \cdot 85 \%) = 35,75 \text{ Hz}$$

Motor 2 läuft nun langsamer als Motor 1 → Die Belastung für Motor 1 steigt an → Dadurch wird Motor 2 entlastet ..... . Dieser Prozess wiederholt sich, bis eine gleiche Lastverteilung erreicht ist. Bleibende Unterschiede in der Stromaufnahme der beiden Motoren lassen sich über P6-09 anpassen.