

ABB Antriebstechnik

Grundlagen der Motion-Control-Antriebe

Technische Anleitung Nr. 9



ABB

ABB Antriebstechnik
Grundlagen der Motion-Control-Antriebe

Technische Anleitung Nr. 9

3AFE68893283 REV B DE
GÜLTIG AB: 07.02.2007

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1 - Einleitung	7
1.1. Motion Control versus Drehzahlregelung	7
1.2. Dezentrale oder zentrale Steuerung und Regelung	8
1.3. Vergleich von dezentralen und zentralen Systemen	9
1.4. Funktionale Hauptbestandteile der Maschinen	9
1.5. Maschinenkomponenten	10
Kapitel 2 - Kombination von Regler und Motor	11
2.1. Bürstenbehaftete DC-Servoantriebe	11
2.2. Bürstenlose DC-Servoantriebe	11
2.3. Asynchron-Servoantriebe	12
2.4. Synchron-Servoantriebe	13
Kapitel 3 - AC-Synchron-Technologie	14
3.1. Regelkreis-Performance	14
3.2. Unterschied von Synchron-Servomotoren und Asynchronmotoren	15
Kapitel 4 - Synchron-Servomotor – Betriebsprinzip	16
4.1. Besonderheiten bei der Inbetriebnahme	17
4.2. Traditionelle Drehzahl- und Stromregelung	17
Kapitel 5 - Typische Servomotor-Daten	19
5.1. Momentkonstante	19
5.2. Induzierte Gegenspannung EMK	19
5.3. Momentkurve	19
5.4. Typische Motordaten	20
Kapitel 6 - Drehgeber	21
6.1. Resolver	21
6.2. Inkrementalgeber	22
6.3. SinCos-Geber	22
Kapitel 7 - Motion Control	24
7.1. Allgemeines	24
7.2. Motion Control – Grundfunktionen	24
7.3. Motion Control – Formeln und Profile	25
7.4. Motion-Profil	25
7.5. Lage-Interpolator	25

Kapitel 8 - Typische Motion-Funktionen 26

8.1. Positionierung 26
8.2. Absolute Positionierung 26
8.3. Relative Positionierung 26
8.4. Synchronisierung 27
8.5. Rundachse 28
8.6. Dynamische Begrenzung 28
8.7. Kurvenscheibe (CAM-Disk) 28
8.8. Referenzfahrt 29
8.9. Zyklische Korrekturen 31
8.10. Drehgeber-Getriebe-Funktionen 32
8.11. Virtueller Master/Achse 33

Kapitel 9 - Anwendungsbeispiele, dezentrale Steuerung 34

9.1. Transportband, Lagekorrektur beim Materialtransport 34
9.2. Transportband, Abstandsregelung 35
9.3. Schneidemaschine, schneiden auf Länge 36
9.4. Querschneider 37
9.5. Verpackungsmaschine, zyklische Korrekturen 38
9.6. Fliegende Säge 39
9.7. Fliegende Schere, parallel 40
9.8. Furnier-Schälmaschine 41
9.9. Abfüllanlage 42
9.10. Längsschneidemaschine 43
9.11. Stapelmaschine, greifen und stapeln 44
9.12. Hochregallager 45
9.13. Wickler 46
9.14. Verpackungsmaschine, umwickeln 47

Kapitel 10 - Motion Control – *Glossar und Definitionen 48

Kapitel 1 - Einleitung

Mit dieser Anleitung sollen Anwender einen Überblick über High-Performance-Antriebe und die Regelung von Positionen (Lageregelung) mit Motion Control erhalten. Leicht verständlich für die meisten Anwendungen geschrieben, setzt diese Anleitung beim Leser Grundkenntnisse der AC-Antriebstechnik voraus.

Bei einer Motion Control-Applikation ist es wichtig, alle Elemente des Systems einschließlich Frequenzumrichter, Motoren, mechanische Kraftübertragung, Anwendungsprogramme usw. zu kennen.

Ein High-Performance-Antriebssystem besitzt eine oder mehrere der folgenden Eigenschaften:

- Hochdynamische Regelung
- Genaue Regelung auf die Sollwerte
- Hohe Wiederholgenauigkeit
- Sehr präzise Lageregelung
- Regelung für verschiedene Motortypen

1.1. Motion Control versus Drehzahlregelung

Elektrische Standardantriebe mit Drehzahlregelung regeln Motoren normalerweise mit Drehzahlsollwerten. Das System arbeitet typischerweise ohne Drehzahlrückführung und mit vordefinierten Drehzahlbereichen, diese entsprechen 0 bis 10 Volt, 4-20 mA, oder Sollwerte über den Feldbus.

Motion Control arbeitet mit einer ständigen Rückführung der Istposition. Sie wird mit dem Positionssollwert verglichen und die Regeldifferenz wird fortlaufend durch den Regelalgorithmus des Lagereglers korrigiert.

Die Positionierung ist ein gutes Beispiel, das den Unterschied verdeutlicht. Bei Verwendung eines Standardantriebs dreht der Motor normalerweise mit hoher Drehzahl, wird dann gebremst und stoppt. Alternativ kann der Antrieb einem Analogsignal folgen. Bei diesen Methoden wird kein Positionssollwert vorgegeben, Abweichungen der Position werden nicht erkannt und korrigiert.

Eine genaue Lageregelung kann durch einen speziellen Lageregler erreicht werden. Hier können jedoch die Dynamikwerte und Abtastintervalle (generell mehrere Millisekunden) von Standardantrieben zum "Nadelöhr" werden.

1.2. Dezentrale oder zentrale Steuerung und Regelung

In einem zentralen System enthält eine zentrale Steuerung das Anwendungsprogramm und die Antriebe folgen dem Drehzahl-sollwert. Der Antrieb selbst enthält keine Lageregelung.

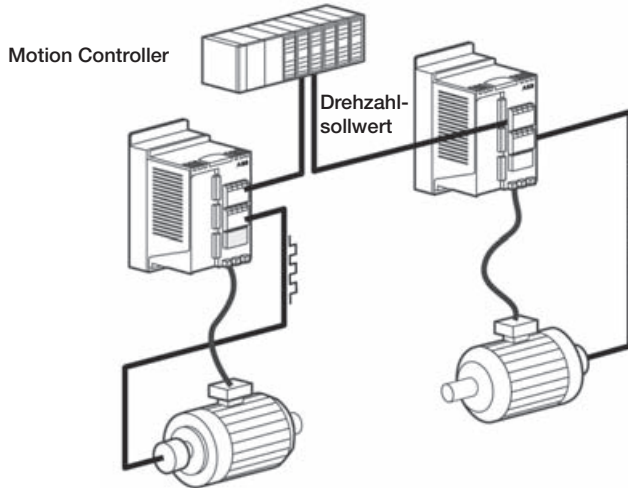


Bild 1.1 Vereinfachte Darstellung eines zentralen Systems.

In einem dezentralen System sind die Umrichter intelligenter und sind mit einem Lageregler ausgestattet. Das bedeutet geringere Kosten für die zentrale Steuerung, da hierfür eine geringere Rechenleistung benötigt wird.

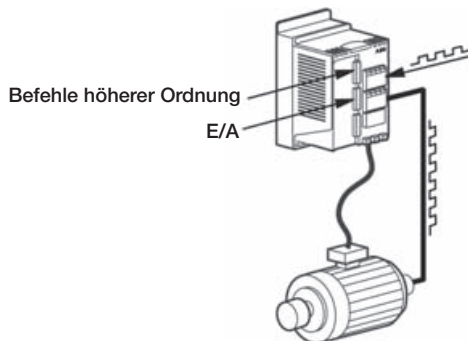


Bild 1.2 Vereinfachte Darstellung eines dezentralen Systems.

1.3. Vergleich von dezentralen und zentralen Systemen

Merkmal	Dezentral	Zentral	Vorteile dezentraler Steuerung
Anzahl der Steuerkabel	Gering	Hoch	Weniger Kabel – geringere Kosten – einfachere Anschlüsse
Gehäuse/ Schaltschrank	Weniger Komponenten, kleiner	Mehr Komponenten erforderlich	Geringere Arbeits- und Materialkosten
Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)	Antriebsnahe Lageregelung	Zentrale Lageregelung aller Achsen, höhere Hardware-Kosten	Einsparungen bei SPS-Hardware
Aktualisierungszeit	Geschlossener Regelkreis im Antrieb*	Regelkreis im überlagerten Motion Controller	Gutes Kosten/ Nutzen-Verhältnis
Kommunikation zwischen Antrieben	Schnelle, direkte Kommunikation	Nicht notwendig	Weniger Hardware

*Anschluss des Drehgebersignals direkt an den Antrieb. Kein Umweg über SPS oder Motion Controller, das ermöglicht eine schnellere Reaktion.

Detaillierte Informationen über Motion Control enthält das Kapitel 7.

1.4. Funktionale Hauptbestandteile der Maschinen

Maschinen mit Motion Control und/oder High-Performance-Antrieben haben folgende Bestandteile, die alle einen entscheidenden Einfluss auf die Systemleistung haben:

- Motion Control Hardware - regelt den Betrieb des Systems; zentral oder dezentral
- Motion Control Software - regelt Funktionen der Maschine durch Verarbeitung der empfangenen Daten und Anweisungssätze
- Frequenzumrichter oder Regelverstärker – empfängt Befehle von der Motion Control Software
- Motor – erzeugt die mechanische Energie mit der erforderlichen Drehzahl und dem nötigen Drehmoment zur Bewegung der Last in der spezifizierten Weise
- Mechanische Kraftübertragung – Riementriebe, Getriebe, Kupplungen, Kugelspindeln usw.

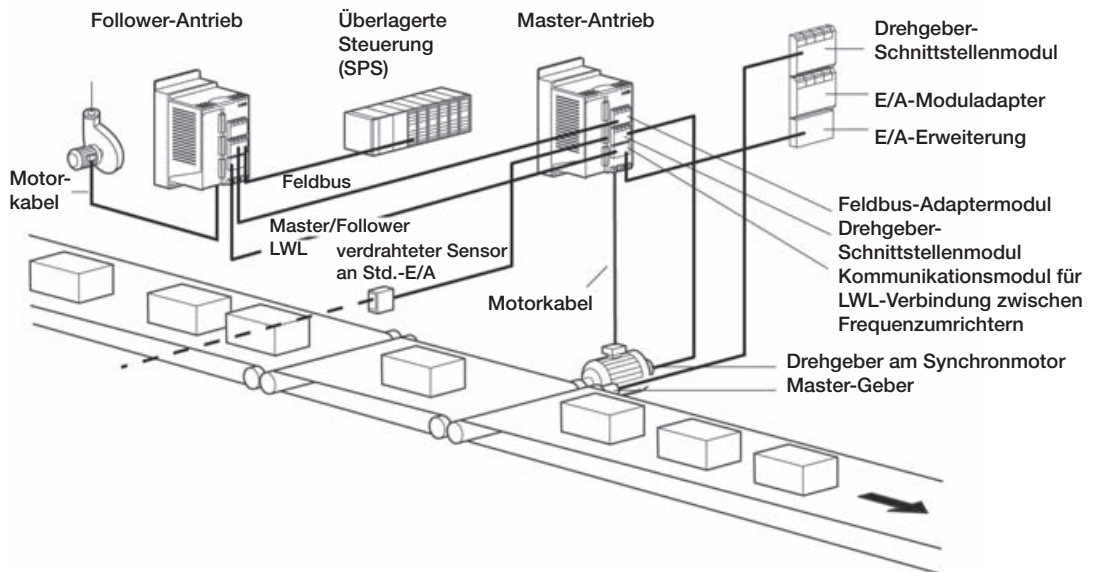


Bild 1.3 Abstandsregelung - Einrichten gleicher Abstände.

1.5. Maschinenkomponenten

Bild 1.3 veranschaulicht einen Grundaufbau. Der Abstand von Paketen auf dem Förderband ist unterschiedlich, und es ist die Aufgabe der Motion Control Software, die Bandgeschwindigkeit so zu beschleunigen bzw. zu verzögern, dass ein gleicher Abstand der Pakete hergestellt wird.

Hauptkomponenten:

- Antriebe und Kabel (Energie, Signalführung, Steuerung)
- Übergeordnete Steuerung durch SPS
- Motor-Drehgeber für die Motorregelung und Lageinformationen für zyklische Korrekturen
- Master-Geber gibt den Geschwindigkeitssollwert der Produktionslinie
- LWL-Kabel für die schnelle Kommunikation zwischen den Antrieben
- Optionsmodule für Feldbus, Drehgeber und Kommunikation zwischen den Antrieben
- Sensor mit 24 V Ein/Aus-Meldung zum Regler
- Synchron-Drehgeber

Kapitel 2 -Kombination Regler und Motor

Regler und Motor werden normalerweise als Kombination geliefert, die genau auf die Anwendung abgestimmt ist. In diesem Kapitel werden Hauptantriebe, Motortypen und Eigenschaften beschrieben.

2.1. Bürstenbehaftete DC-Servoantriebe

Das Grundprinzip ist vergleichbar mit industriellen High-Performance-DC-Antrieben. Der Hauptunterschied besteht darin, dass es keinen Feldstromkreis gibt. Stattdessen ist der Motorstator mit Permanentmagneten ausgestattet. Rotorstrom und -spannung werden über Bürsten und einen Kommutator eingespeist.

Normalerweise kann die Netzspannung nicht direkt genutzt werden. Mit einem Transformator wird die Spannung reduziert. Einige Antriebe sind mit einem Gleichrichter ausgestattet, während andere einen externen Spannungswandler benötigen.

Die Elektronik ist relativ einfach und die Drehzahlregelung erfordert lediglich eine Drehzahlrückführung. Bürstenbehaftete DC-Antriebe gehören zu einer kleineren Anzahl von Regelungsplattformen, die einen Tacho als Signalgeber für den Drehzahlwert verwenden.

Wenn eine Antriebs- und Motor-Kombination dieses Typs für Motion Control verwendet wird, wird die Motorwelle in der Regel mit einem Inkrementalgeber ausgestattet. Der Motion Controller berechnet aus der Anzahl der empfangenen Inkremente die Position.

Der Vorteil der Bürsten-Technologie ist der relativ einfache und kostengünstige Regler. Der Nachteil liegt in der begrenzten Lebensdauer des Kommutators und der Bürsten als mechanische Komponenten. Speziell bei Anwendungen in denen der Motor stets an der gleichen Position stoppt, wird der Kommutator an einer Stelle abgenutzt, was seine Lebensdauer noch mehr verkürzt.

2.2. Bürstenlose DC-Servoantriebe

Der Stromkreis eines bürstenlosen DC-Servoantriebs ist ähnlich dem eines AC-Antriebs. Der Eingangsstrom wird in einer Diodenbrücke gleichgerichtet und mit der angeschlossenen DC-Zwischenkreis-Kapazität gefiltert. Die Wechselrichtereinheit besteht aus sechs Leistungshalbleitern.

Jedoch wird bei einem bürstenlosen DC-Antrieb die Ausgangsspannung nicht, wie bei einem AC-Antrieb, zu einem sinusförmigen Strom moduliert. Stattdessen wird aus sechs möglichen Schaltkombinationen ein trapezförmiges Vektordiagramm gebildet. Typischerweise werden Hall-Sensoren (erkennen ein magnetisches Feld) zur Ermittlung der Rotorposition verwendet und ein Tacho meldet die Istdrehzahl an den Drehzahlregler.

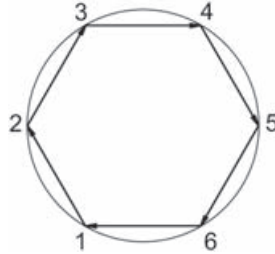


Bild 2.1 Drehende Spannungsvektoren mit trapezförmiger Regelung.

Bei einem AC-Antrieb ist die Rück-EMK (Elektromagnetische Kraft) des Motors sinusförmig, während bürstenlose DC-Servomotoren eine trapezförmige Rück-EMK haben.

Der Regelalgorithmus eines bürstenlosen DC-Servoantriebs benötigt nicht soviel Rechnerleistung wie ein Antrieb mit sinusförmigem Ausgangsstrom.

Mit schnelleren, leistungsfähigeren und kostengünstigen Prozessoren war es jedoch möglich, High-Performance-Antriebe mit sinusförmigem Ausgangsstrom zu entwickeln.

Das Hauptproblem bei trapezförmiger Regelung ist die Drehmomentwelligkeit speziell bei niedrigen Drehzahlen.

2.3. Asynchron-Servoantriebe

Asynchron-Servomotoren haben einen leichten Rotor mit kleinem Rotor-Durchmesser und ein minimales Massenträgheitsmoment. Das ermöglicht hohe Beschleunigungen mit geringerem Beschleunigungsmoment als bei einem Standard-Asynchronmotor. Das Massenträgheitsmoment von Synchron-Servomotoren liegt jedoch noch unter dem der Asynchron-Servomotoren.

Geeignete Regelungsmethoden hierfür sind Vektorregelung mit Rückführung oder DTC-Regelung, mit denen eine hohe Performance erreicht werden kann. Der hauptsächliche begrenzende Faktor ist der Motor.

Wegen der Motorart oder des geschlossenen Regelkreises wird dieser Antrieb oft als Servoantrieb bezeichnet.

Für solche High-Performance-Antriebe ist jedoch immer ein Rückführsignal von einem Inkrementalgeber, Resolver oder SinCos-Geber erforderlich.

2.4. Synchron-Servoantriebe

Dieser Motortyp wird oft als bürstenloser AC-Servoantrieb bezeichnet. Synchron-Servomotoren haben einen Rotor mit Permanentmagneten und einen Stator für die dreiphasige Spannungsversorgung. Der Rotor besitzt ein sehr geringes Massenträgheitsmoment und kann schnell und dynamisch geregelt werden. Die Motordrehzahl ist synchron mit der speisenden Frequenz und der Drehgeber muss in der Lage sein, ständig Lage- und Drehzahlsignale an den Regler zu liefern.

In Kapitel 3 (Seite 15) wird der AC-Synchron-Servomotor detailliert beschrieben.

Kapitel 3 - AC-Synchron-Technologie

Gespeist vom DC-Zwischenkreis, erzeugt der Antrieb oder Regler (traditioneller Modulator oder eine fortschrittliche Methode wie DTC-Motorwechselrichter) eine modulierte AC-Spannungsversorgung für einen geregelten Motorbetrieb. Der Leistungskreis ist mit den konventionellen Antrieben identisch. Bei AC-Synchron-Servomotoren erzeugt der Regler nur den Strom für das Drehmoment - Magnetisierungsstrom ist nicht erforderlich.

Servomotoren, wie Induktionsmotoren, werden mit verschiedenen Polzahlen hergestellt. Nimmt man z.B. einen 6-poligen Motor mit einer Nenndrehzahl gemäß Motorschild von 940 U/min, so beträgt die Synchrondrehzahl 1000 U/min. Sie wird bei einer Eingangsfrequenz von 50 Hz erreicht, und bei höheren Drehzahlen arbeitet der Motor in seinem Feldschwächebereich. Oft werden jedoch Asynchron-Servomotoren für den Betrieb mit einem anderen Feldschwächepunkt als 50 Hz ausgelegt.

Synchronmotoren arbeiten mit sinusförmigem Strom und konstantem Drehmoment bis zur Nenndrehzahl. Beispielsweise kann aber bei einem 6-poligen Motor die Frequenz 150 Hz bei einer Nenndrehzahl von 3000 U/min betragen, wobei sich das verfügbare Moment entsprechend der Motorkennlinie reduziert.

3.1. Regelkreis-Performance

Ein wichtiger Performance-Indikator ist die Bandbreite der verschiedenen Regelkreise. Ein typischer guter Drehzahl-Regelkreis hat eine Bandbreite von 100 Hz und der Drehmoment-Regelkreis hat 800 Hz.

Eine zu hohe Signalfrequenz kann bewirken, dass die Regelelektronik ihre Reaktionsfähigkeit verliert. Normalerweise wird die Bandbreite bis zu einem Pegel gemessen, bei dem der Ausgang 3 dB unter dem Referenzpegel liegt. Die Bandbreite eines Signals wird durch die Geschwindigkeit der Änderung über die Zeit gemessen. Daraus folgt, dass je größer die Bandbreite, desto schneller können die Änderungen des Signals sein.

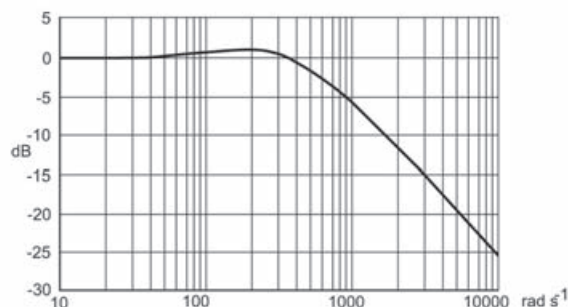


Bild 3.1 Ansprechverhalten des Reglers als Funktion der Frequenz.

Das andere Problem ist die Phasenverschiebung im Regelkreis. Wird die Frequenz erhöht, kann der Regler die Originalphasenlage verschieben.

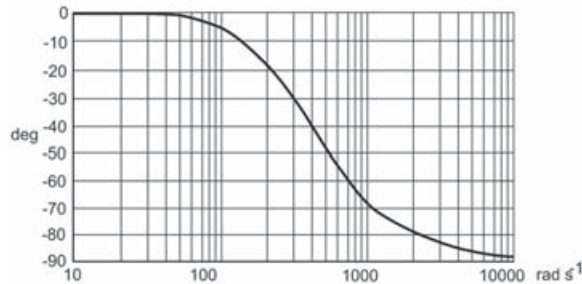


Bild 3.2 Phasenverschiebung des Reglers als Funktion der Frequenz.

3.2. Unterschied von Synchron-Servomotoren und Asynchronmotoren

Der Hauptunterschied zwischen Synchron-Servomotoren und Asynchronmotoren (Induktionsmotoren) besteht in der Leistung der Motorwelle. Bei Synchron-Servomotoren sind das Massenträgheitsmoment und der Durchmesser des Rotors minimiert. Deshalb erfordert die Beschleunigung des Rotors vergleichsweise wenig Drehmoment. Das meiste erzeugte Drehmoment steht für die Bewegung der Last zur Verfügung.

Typische Eigenschaften von Synchron-Servomotoren.

- Der Wirkungsgrad des Motor beträgt typisch über 95% bei voller Leistung.
- Der Motor hat eine hohe Leistungsdichte – kein Rotorstrom und deshalb keine Wärmeentwicklung im Rotor.
- Motoren können mit großem Temperaturanstieg betrieben werden, z.B. bei 40 °C Umgebungstemperatur ist die Wärmeklasse H=125 °C zulässig.
- Schutzart IP65 (typisch) gegenüber IP54 für Standard-Induktionsmotoren.
- Standard AC-Asynchronmotoren sind kostengünstig. Für eine höhere Performance ist jedoch eine Rückführeinrichtung erforderlich.
- Diese Zusatzkosten für Inkrementalgeber, Lüfter usw. machen die Asynchron-Servomotoren zu einer interessanten Alternative.
- Eine hohe Moment-Überlastfähigkeit ist von der Motorkonstruktion und dem magnetischen Material abhängig. Generell haben Synchron-Servomotoren eine 2-5-fache kurzzeitige Überlastbarkeit.
- Resolver, Inkrementalgeber mit Kommutationskanälen oder verschiedene Typen von SinCos-Gebern können für die Rückführung eingesetzt werden. Digitale Systeme sind auch verfügbar.
- Neue Entwicklungen bei Antrieben und Motion Control Systemen sowie kostengünstiges magnetisches Material hat die Markt- und Anwendungsmöglichkeiten für Synchron-Servomotoren schnell erweitert.

Kapitel 4 - Synchron-Servomotor – Betriebsprinzip

Der Synchron-Servomotor arbeitet ohne Kommutator oder Bürsten. Der Antrieb (Regler) sorgt für die korrekte Stromverteilung mit den richtigen Vektorwinkeln und der richtigen Winkel-Geschwindigkeit.

Der Rotor des Synchron-Servomotors ist nicht symmetrisch, hat aber eine magnetische Polarität. Der in den Stator eingeprägte 3-phasige sinusförmige Strom bildet den Flussvektor.

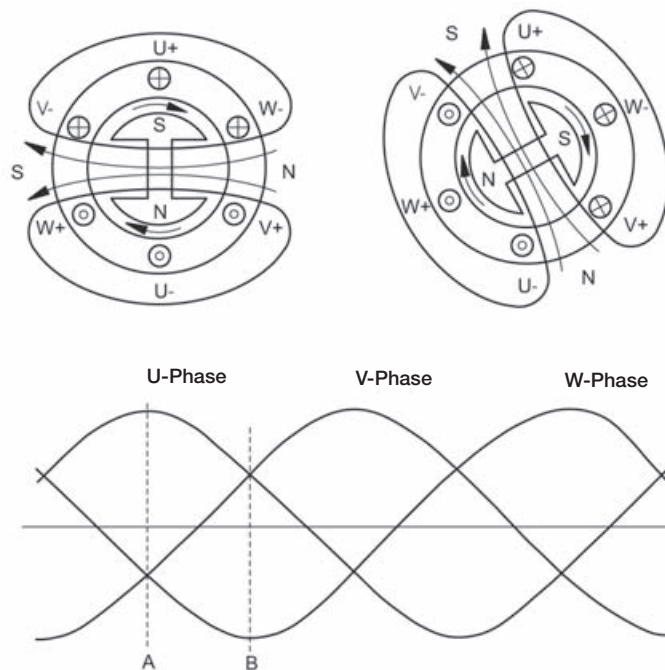


Bild 4.1 Magnetische Felder in zwei Positionen.

Der Fluss der Permanentmagnete und der von den Statorströmen erzeugte Fluss müssen sich exakt gegenüber stehen um die abstoßenden und anziehenden Kräfte der magnetischen Felder zu maximieren.

Dieses sind die Kräfte, die das Drehmoment erzeugen und die Motorwelle drehen. Für den Betrieb ist ein Drehgeber erforderlich, der die Winkelposition der Welle ständig erfasst, damit der Regler den Sinusstrom im richtigen Winkel einstellen kann.

4.1. Besonderheiten bei der Inbetriebnahme

Bei neuen Motoren besteht manchmal ein Unterschied zwischen der Istposition des Rotors und der vom Geber erfassten Position. Dies muss korrigiert werden, da sonst der Motor durch fehlerhafte Positionsmeldungen nicht das volle Drehmoment und seine optimale Leistung erreicht.

Der Phasenfehler kann auf verschiedene Arten behoben werden:

Erstmalige Inbetriebnahme:

- Der Antrieb erkennt mittels einer Phasenfehler-Software während des ID-Laufs den Fehler und korrigiert ihn mit seinem Regelalgorithmus.
- Fehlerinformationen des Motorherstellers werden als Parameterwert in das Applikationsprogramm eingegeben. Dies ist bei der Installation von Ersatzmotoren wichtig, wenn ein lastfreier ID-Lauf schwierig auszuführen ist.
- Einige Motorhersteller sorgen für einen Nullphasenfehler bei der Produktion – bei dieser Option sind die oben genannten Schritte nicht erforderlich.

Inbetriebnahme nach einem Spannungsausfall

- Beim Wiedereinschalten wird die absolute Rotorposition mit einem geeigneten Drehgeber, Resolver oder SinCos-Geber mit Kommunikationssignalen innerhalb einer Umdrehung erkannt.
- Wird ein Inkrementalgeber verwendet, sind Kommutationskanäle erforderlich. Beim Start wird der Motor mit dem trapezförmigen Muster geregelt, solange, bis die Position mit Hilfe der Kommutations-signale erkannt worden ist.

4.2. Traditionelle Drehzahl- und Stromregelung

Bild 4.2 stellt das Grundprinzip der Drehzahl- und Stromregelung dar.

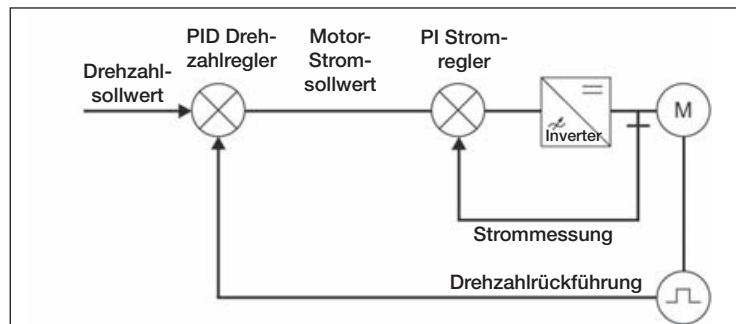


Bild 4.2 Klassischer Drehzahl- und Strom-Regelkreis.

Es ist die Aufgabe des Servoantriebs oder Reglers, sicherzustellen, dass die Motordrehzahl und das Drehmoment den Sollwerten folgen. Das Drehzahl-Istwertsignal wird vom Motor zum Drehzahlregler zurückgeführt. Der Drehzahlregler ist typischerweise als PID-Regler ausgeführt, der den Sollwert mit dem Drehzahl-Istwert vergleicht.

Der Ausgang des Drehzahlreglers wird als Sollwert zum Stromregler gesendet. Der Stromregler, typischerweise ein PI-Regler, stellt den richtigen Strom ein, damit das notwendige Drehmoment erzeugt wird, um die Drehzahl am Sollwert zu halten.

Bei der fortschrittlichen DTC-Regelung wird der Drehzahlregler-Ausgang direkt als Momenten-Sollwert weiterverarbeitet

Kapitel 5 - Typische Servomotor-Daten

5.1. Momentkonstante

Die Momentkonstante ist eine wichtige Wertangabe für Asynchron-Servomotoren. Der Wert in Nm/A gibt an, welches Drehmoment pro Ampere erzeugt wird.

5.2. Induzierte Gegenspannung EMK

Der Permanentmagnetmotor wirkt wie ein Generator und erzeugt eine EMK-Spannung, die proportional zur Winkelgeschwindigkeit ist. Die Gegenspannung wirkt entgegengesetzt zur Einspeisespannung und steht in einem direkten Verhältnis zur Winkelgeschwindigkeit.

K_e ist eine Konstante, die das Spannungs-/Drehzahlverhältnis charakterisiert, und wird normalerweise in V/1000 U/min (Spannungseffektivwert) angegeben.

5.3. Momentkurve

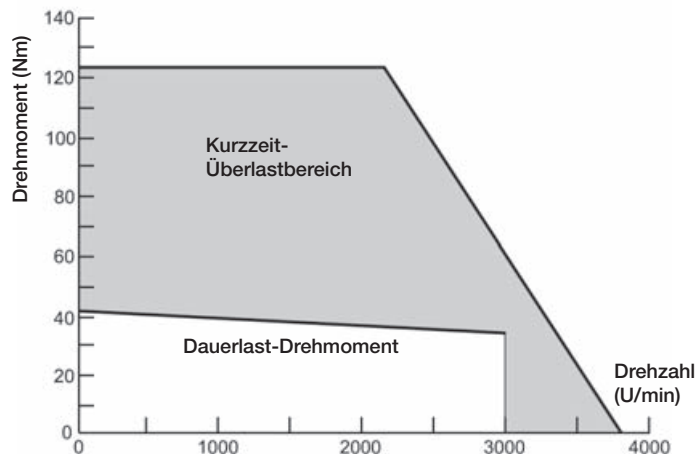


Bild 5.1 Momentkurven eines Synchron-Servomotors.

Das Bild zeigt einen typischen Drehmomentverlauf eines Synchron-Servomotors. Er zeigt eine Dauerlast-Drehmomentkurve und eine Kurzzeit-Überlastkurve. Typische Werte als Teil der Motordaten sind:

- Stillstandsmoment bei Drehzahl Null
- Nennmoment bei Nenndrehzahl
- Spitzenmoment, typisch das 2- bis 5-fache des Nennmoments.

Synchron-Servomotoren werden normalerweise verwendet, wenn die höchste Betriebsdrehzahl nahe der Nenndrehzahl liegt. Die EMK ist ein wichtiger begrenzender Faktor.

Mit höherer Drehzahl steigt auch die EMK. Das bedeutet, dass es eine Grenze gibt, an der die EMK gleich oder höher als die maximale Ausgangsspannung des Reglers wäre.

Synchron-Servomotoren werden normalerweise mit einer Spannung weit unterhalb der maximalen Ausgangsspannung des Reglers betrieben. Der DC-Zwischenkreis hat z.B. 560 V, wobei die Nennspannung des Motors 300 V beträgt. Der Grund ist, dass sich der Motor von Spitzenlasten sehr schnell erholen können muss.

Andererseits gibt es technische Lösungen, die die einen Synchronmotorbetrieb im Feldschwächebereich ermöglichen. Das erfordert, dass der Stromregler mehr Strom in die Motorwicklungen leitet. Dies wird durch Erhöhung der Spannung erreicht und deshalb muss eine Spanne zwischen Nenn- und Maximalspannung vorhanden sein, und das Maximalmoment nimmt ab, wenn sich die Drehzahl der Nenndrehzahl nähert.

Bürstenlose AC-Servomotoren sind nicht immer mit Lüfter ausgestattet. Einige Hersteller bieten Lüfter als Option an. Damit wird das Nenn- und auch das Effektivmoment erhöht, nicht aber das Spitzenmoment.



5.4. Typische Motordaten

Zusammenfassung typischer Nenndaten und anderer Motordaten. Sollwerte gelten für ABB Servomotoren der Serie 8C.

Typ	Drehmoment bei Drehzahl Null M_0 [Nm] (3)	Strom bei Drehzahl Null I_0 [A] (1) (2) (3)	Nennmoment M_N [Nm] (3)	Nennstrom I_N [A] (1) (2) (3)	Nenn-drehzahl n_N [revi/min]	Mechanische Nennleistung P_N [kW] (3)	Spitzen-Drehmoment M_{max}	Strom bei Spitzenmoment I_{max} [A] (1)	Motorstromgrenze I_{limit} [A]
8C1.1.30	1.3	2.1	1.2	2	3000	0.38	4.6	8.1	13.8

Typ	Konstantmoment K_{i0} [Nm/A] (1) (2) (3)	EMK zwischen Phasen bei Nenndrehzahl V [V] (1) (2) (3)	Widerstand an den Anschlüssen R_{UV} [W] (1) (2) (3)	Induktivität an den Anschlüssen L_{UV} [mH] (4)	Rotor-Trägheitsmoment J_m [revi/min]	Gewicht m [kg]	Kurven (5)
8C1.1.30	1.05	190	20.8	47	0.9	3.1	501000

Kapitel 6 - Drehgeber

In High-Performance-Antrieben werden oft Drehgeber für die Istwerterfassung eingesetzt:

- Die Drehzahlrückführung zum Drehzahlregler
- Die Istpositionsmeldung zum internen/externen Lageregler
- Die Erkennung der Wellenposition der Motorwelle
- Die Istlagemeldung bei Einsatz als zweiten Geber
- Die Absolutposition nach einem Spannungsausfall

6.1. Resolver

Ein Resolver ist ein Drehwandler. Der gebräuchlichste Typ ist ein bürstenloser Resolver.

Der Resolver besteht aus einer Anordnung von drei Spulen. Das Trägersignal, eine 8 kHz Sinusschwingung, ist über einen Wandler an den drehenden Teil des Gerät angeschlossen. Damit dreht die Spule mit dem Trägersignal mit der gleichen Drehzahl wie die Motorwelle.

Die zwei weiteren Spulen sind um 90° phasenversetzt angeordnet. Die drehende Spule induziert eine Spannung in diese Spulen, die als Ausgangssignale in den Regler geführt werden. Drehzahl und Position des Rotors werden durch Verarbeitung dieser Signale berechnet.

Häufig werden die Resolversignale auch in eine Impulsfolge für einen externen Motion Controller umgewandelt. Bei dieser Umwandlung werden die Impulse der Kanäle A, B und Z emuliert. Lesen Sie bitte auch die Informationen des Inkrementalgebers.

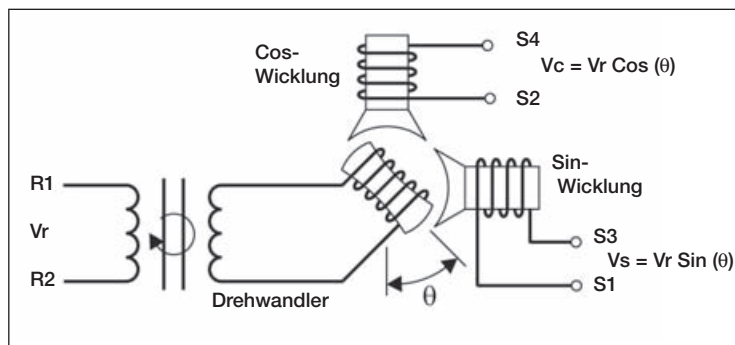


Bild 6.1 Prinzipdarstellung eines Resolvers.

6.2. Inkrementalgeber

Inkremental-Geber werden in größerem Umfang in Maschinenbau-Anwendungen eingesetzt.

Der Betrieb funktioniert mit einer Lichtquelle, einer Scheibe und einer Fozelle (Sensor). Die Scheibe wird zwischen der Lichtquelle und dem Sensor installiert. Die Scheibe hat ein sehr feines Raster, mit dem das Licht zum Sensor durchgelassen oder gesperrt wird. Der Sensorausgang erzeugt einen Rechteck-Impuls, wenn Licht erkannt wird. Wenn die Scheibe dreht, erzeugt der Sensor eine Impulsfolge. Die Frequenz der Impulsfolge steht in Relation zur Drehzahl der Welle die ein Empfänger daraus berechnen kann.

Es gibt verschiedene Spezifikationen für Geber, wobei für Motion Control zwei Kanäle und ein Null-Kanal üblich sind. Jeder Kanal liefert ein Differenzialsignal, so dass die Ausgänge A, A invers, B, B invers und Z, Z invers zur Verfügung stehen.

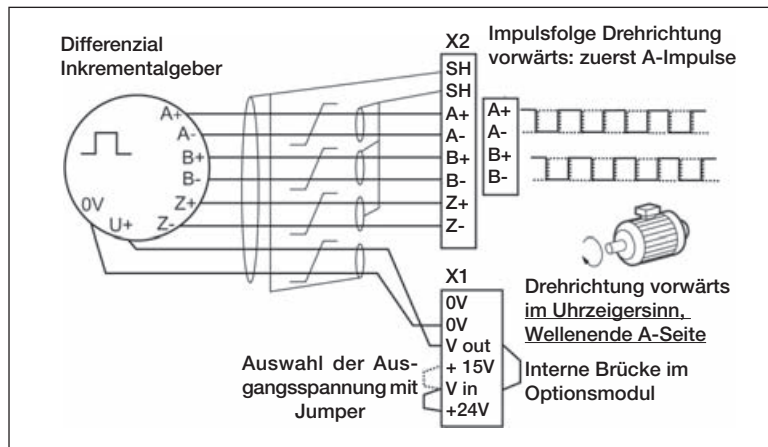


Bild 6.2 Typische Schaltung und Anschlüsse

6.3. SinCos-Geber

SinCos-Geber arbeiten ähnlich wie Inkremental-Geber. Sie haben typischerweise die drei Kanäle A, B und Z. Während der Ausgang eines Inkremental-Gebers digitalisierte Rechteck-Schwingung liefert, erzeugt der Ausgang des SinCos-Gebers eine bestimmte Anzahl voller Sinus- und Cosinus-Schwingungen pro Umdrehung. Die Anzahl der Schwingungen (Inkremente) pro Umdrehung kann z.B. 1024 sein. Der Regler des Frequenzumrichters berechnet und interpoliert die Inkremente, um die Auflösung zu verbessern. Die Interpolation hängt von der Aktualisierungszeit des Frequenzumrichters ab. Beträgt sie z.B. 250 μ s, werden die Sinus- und Cosinus-Signale alle 250 μ s verarbeitet. Bei geringerer Drehzahl kann eine sehr hohe Auflösung erreicht werden. Aus mathematischer Sicht ergibt sich der Winkel mit der Gleichung $\alpha = \arctan (\sin\alpha/\cos\alpha)$.

Die Auswertung im Frequenzumrichter erzeugt normalerweise Rechtecksignale aus den Sinus-/Cosinussignalen und wandelt diese durch die Flankenauswertung in eine Impulsfolge um. Die ansteigenden und abfallenden Flanken beider Kanäle können als vier Inkremente pro Schwingung genutzt werden. Damit ist die Anzahl der Signale viermal größer als die Anzahl der im Datenblatt des Inkrementalgebers angegebenen Inkremente pro Umdrehung.

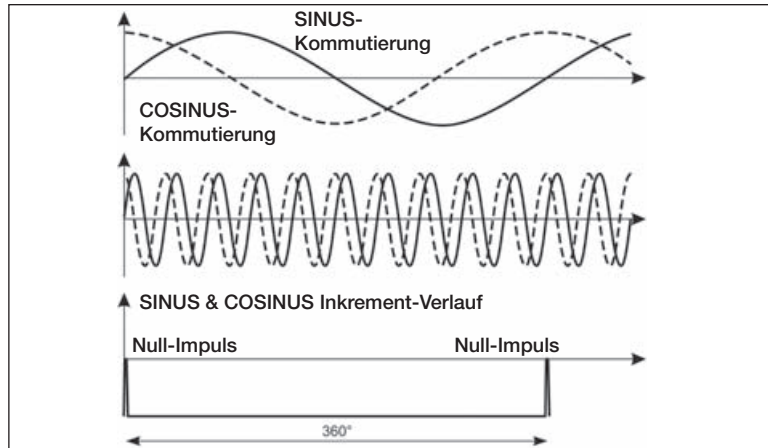


Bild 6.3 Ausgangssignale von SinCos-Gebern mit Kommutierungssignal.

Die Erkennung der absoluten Rotorposition beim Start des Motors kann mit einer seriellen Datenverbindung (siehe nächstes Kapitel) oder einem zusätzlichen Sin/Cos-Kanal (Kommutierungssignal) realisiert werden. Der Kanal überträgt eine volle Sinus- und Cosinus-Schwingung pro Umdrehung und ermöglicht so die Erkennung der Rotorposition. Die Null-Impuls-Lage kann bei aktivem Null-Impuls "1" mit der Position-Null-Erkennung der Sin/Cos-Kanäle abgeglichen werden.

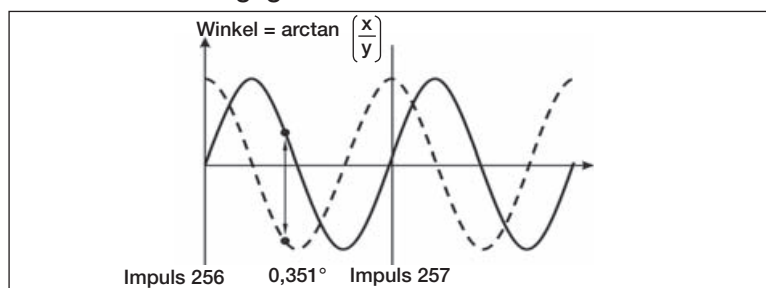


Bild 6.4 Interpolation innerhalb einer Schwingung im SinCos-Geber (bei 1024 Inkrementen pro Umdrehung)

SinCos-Geber werden auch mit einer seriellen Datenverbindung angeboten. Sie kann die absolute Position nach einem Ausfall der Spannungsversorgung zum Regler übertragen, eine Anforderung bei vielen Applikationen. Der Vorteil ist, dass nach einem Spannungsausfall keine Referenzfahrt erforderlich ist. Damit wird die Konstruktion der Maschine vereinfacht und die Verfügbarkeit erhöht. Daten der absoluten Position werden auch bei der Motor-Inbetriebnahme und beim Start zur Identifizierung der Rotorlage verwendet.

Kapitel 7 - Motion Control

7.1. Allgemein

Motion Control umfasst viele verschiedene Funktionen. In diesem Kapitel werden die Grundlagen der Drehzahl- und Lageregelung sowie funktionale Unterschiede behandelt.

7.2. Motion Control – Grundfunktionen

Bei drehzahlgeregelten Antrieben muss die Änderung der Drehzahl prozessbedingt oft nicht sehr schnell sein. Drehzahlsollwert-Änderungen erfolgen stufenweise und der Antrieb wechselt mit eigener Rampenzeit zur neuen Drehzahl. Der Antrieb folgt hierbei nicht einem sich kontinuierlich ändernden Sollwert.

Bei Motion Control ist die Situation anders. Der Motor folgt dem sich kontinuierlich ändernden Sollwert. Der Sollwert wird in einem Lageinterpolator gebildet und mit dem Istwert von der Geberrückführung verglichen. Der Lageregler erzeugt hieraus den Sollwert für den Drehzahlregler.

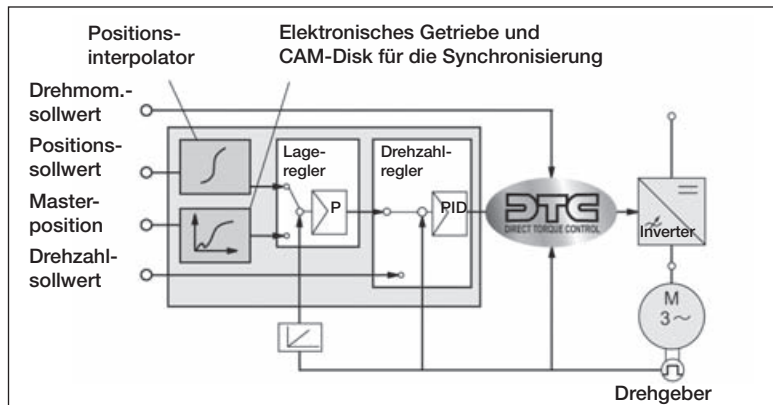


Bild 7.1 Motion Control Regelkreis

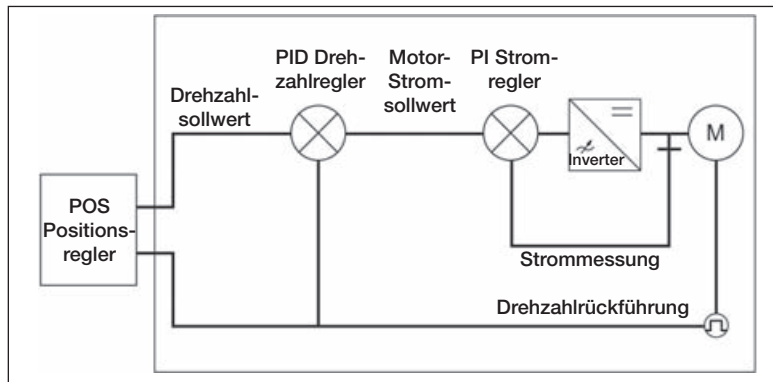


Bild 7.2 Positions-, Drehzahl- und Stromregelung.

7.3. Motion Control - Formeln und Profile

Die folgenden Formeln sind die Schlüsselparameter.

$$\begin{aligned} \text{Lage (Weg) } (\theta) &= \text{Geschwindigkeit} \times \text{Zeit} \\ &= \int v \cdot dt \text{ (Integral von Geschwindigkeit} \times \text{Zeit)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Geschwindigkeit } (v) &= \text{Weg/Zeit} \\ &= d\theta/dt \text{ (Änderungsrate des Weges)} \\ &= \int \alpha \cdot dt \text{ (Integral von Beschleunigung} \times \text{Zeit)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beschleunigung } (\alpha) &= \text{Geschwindigkeit/Zeit} \\ &= dv/dt \text{ (Änderungsrate der Geschwindigkeit)} \\ &= \int \gamma \cdot dt \text{ (Integral von Ruck} \times \text{Zeit)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beschleunigungsänderung / Ruck } (\gamma) &= \text{Beschleunigung/Zeit} \\ &= d\alpha/dt \text{ (Änderungsrate der Beschleunigung)} \end{aligned}$$

7.4. Motion-Profil

Das Bild zeigt den Sollwertverlauf bei Ansteuerung einer eingestellten Zielposition sowie das Geschwindigkeitsprofil und die jeweiligen Beschleunigungs- und Verzögerungsraten.

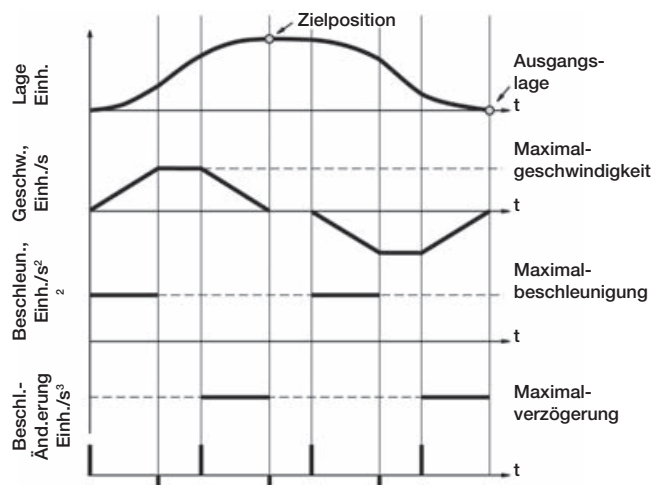


Bild 7.3 Profile der Lagesollwertänderung bei Ansteuerung einer Zielposition.

7.5. Lage-Interpolator

Der Lage-Interpolator berechnet mit dem festgelegten Verögerungssollwert die Drehzahl aus der der Antrieb zum Ziel hin abbrems. Aus der berechneten Drehzahl wird ein optimierter Lagesollwert gebildet, der den Antrieb in die Ziellage führt. Die Grafik zeigt, wie der Lage-Interpolator einen Lagesollwert bildet. Vom Benutzer werden typischerweise folgende Parameter (Fahrsatz) eingestellt:

- Beschleunigung
- Verfahrensgeschwindigkeit / -drehzahl
- Verzögerung
- Zielposition

Kapitel 8 - Typische Motion-Funktionen

8.1. Positionierung

Die Positionierung, oft auch Lageregelung genannt, ist eine der häufigsten Motion-Funktionen. Sie wird beim Transport von Material auf einer bestimmten Strecke von Punkt A nach B und dann weiter nach C usw. eingesetzt.

Die Positionierung kann unterteilt werden in eine Linearachsen- und eine Rundachsen-Anwendung. Rundachse bedeutet eine Positionierung innerhalb einer Umdrehung.

Bei der Linearachsen-Positionierung handelt es sich um eine lineare Bewegung. Es gibt zwei Hauptprinzipien bei der Positionierung, die absolute und die relative Positionierung.

8.2. Absolute Positionierung

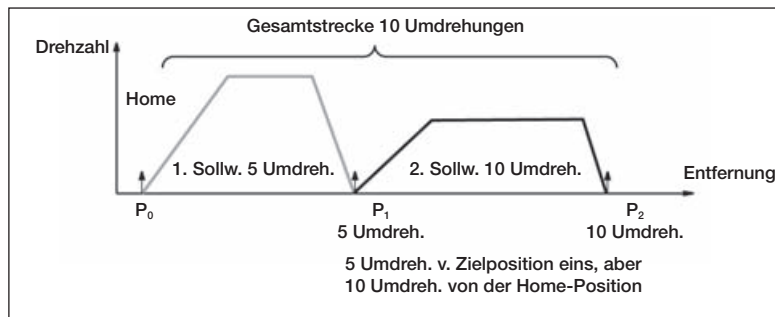


Bild 8.1 Absolute Positionierung.

8.3. Relative Positionierung

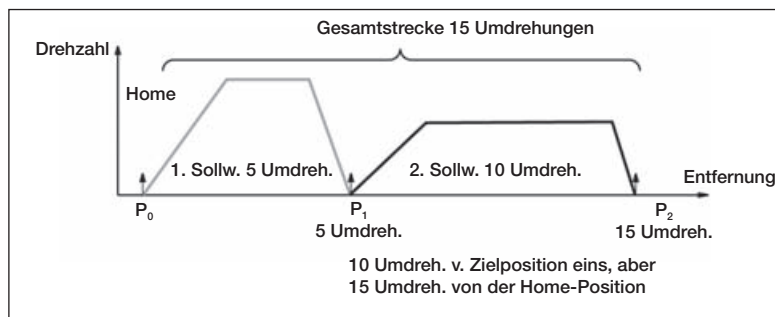


Bild 8.2 Relative Positionierung.

8.4. Synchronisierung

Bei der Synchronisierung erhält ein Follower-Antrieb den Drehzahl- und Lagesollwert von einem externen Geber oder einem anderen Antrieb. Das Getriebeverhältnis kann anwendungsspezifisch eingestellt werden. Die Synchronisierung kann absolut oder relativ erfolgen, sowohl bei Linear- als auch bei Rundachsen.

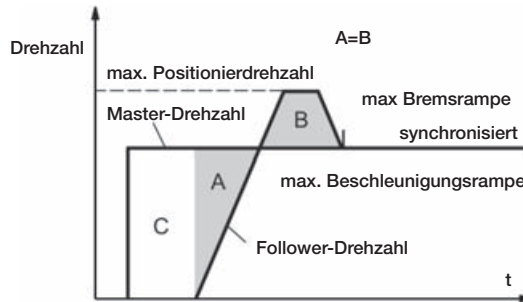


Bild 8.3 Relative Synchronisierung.

Linearachse (Bild 8.3), relative Synchronisierung: Der Follower-Antrieb dreht schneller als der Master-Antrieb, bis er die Lage erreicht, die der Master beim Start der Synchronisierung hatte. Wenn A und B gleich groß sind, hat der Follower die Lage erreicht.

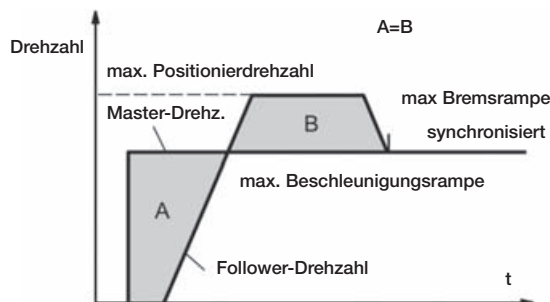


Bild 8.4 Absolute Synchronisierung.

Linearachse, absolute Synchronisierung: Sollwert ist hier die gesamte Strecke, die der Master-Antrieb zurückgelegt hat. Der Follower-Antrieb läuft solange mit höherer Drehzahl, bis er die Lage des Master-Antriebs erreicht hat.

8.5. Rundachse

Im Rundachsen-Modus wird innerhalb einer Umdrehung berechnet, dann startet die Berechnung erneut.

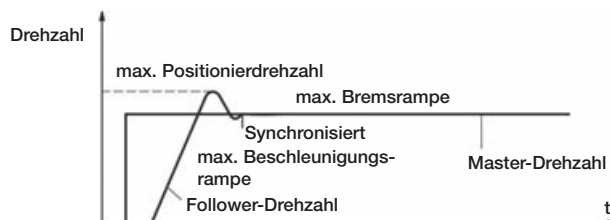


Bild 8.5 Rundachsen-Synchronisierung.

In der Abbildung ist dargestellt, wie der Follower-Antrieb zur Position des Master-Antriebs aufholt.

8.6. Dynamischer Begrenzer

In der abgebildeten Situation ist die Master-Drehzahl so hoch, dass der Follower-Antrieb nicht folgen kann und ein Synchronisierungsfehler zwischen dem Master- und dem Follower-Antrieb aufgetreten ist. In diesem Beispiel wird der Fehler korrigiert, wenn ein Stopfbefehl gegeben wird. Ein dynamischer Begrenzer regelt die Drehzahl des Followers bis die Positionierdrehzahl erreicht ist und der Follower die Position erreicht, die den Parametereinstellungen entspricht.

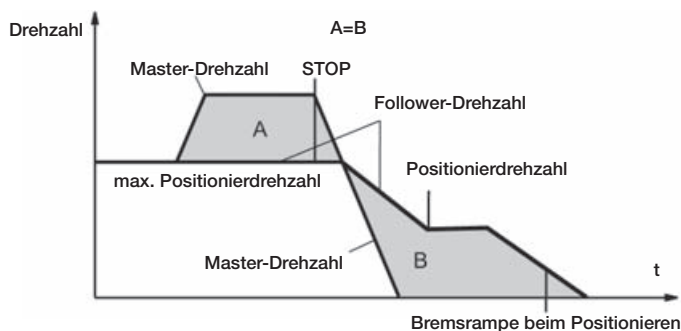


Bild 8.6 Dynamischer Begrenzer regelt die Follower-Drehzahl.

8.7. Kurvenscheibe (CAM-Disk)

Die Kurvenscheibenfunktion (CAM-Disk) wird verwendet, um Achsen asymmetrisch koppeln zu können, was in der Vergangenheit durch mechanische Komponenten realisiert wurde. Traditionell erzeugt ein rotierendes, nicht symmetrisches Werkzeug einen Sollwert für ein anderes Werkzeug. Diese Methode ist nicht sehr flexibel und enthält mechanische Bauteile, die durch Verschleiß an Genauigkeit verlieren können.

Diese mechanischen Systeme können in den meisten Fällen durch elektronische Kurvenscheiben ersetzt werden. Das Kurvenscheibenprofil wird in einer Kurvenscheibentabelle vom Anwender hinterlegt. Jede Master-Position hat eine zugeordnete Slave-Position.

Die Kurvenscheiben-Funktion ist z.B. für die Anwendung "Fliegende Schere" nützlich.

Kurvenscheibentabelle	
Master-Position	Follower-Position
0	0
20	20
40	20
60	40
80	40
100	60
120	90
140	120
160	150
180	180
200	150
220	120
240	90
260	60
280	40
300	40
320	20
340	20
360	0

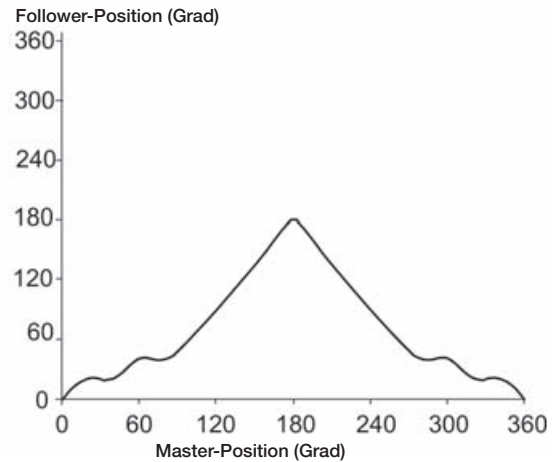


Bild 8.7 Kurvenscheiben-Tabellenwerte vs Kurvenscheiben-Profil.

8.8. Referenzfahrt

Die Referenzfahrt (Homing) ist beim Start und bei Positionsverlust nach Spannungsausfall des Systems erforderlich. Wenn jedoch ein Absolutwert-Geber verwendet wird, ist die tatsächliche Position bekannt, wenn die Spannungsversorgung wiederkehrt. Zur Vermeidung (wenn keine Absolutwertgeber eingesetzt werden) kann eine Hilfsspannungsversorgung (normalerweise 24 V) verwendet werden. Unabhängig vom System muss die Home-Position beim Start bestimmt werden. Nachfolgend werden Anwendungen ohne Absolutwert-Geber und einige typische Homing-Routinen beschrieben.

Wenn nur ein Homing-Referenziersignal vorhanden ist, prüft die Software den Status des Sensors (z.B. Näherungsschalter). Ist das Signal aktiv, muss die Last vorwärts bewegt werden, bis er abschaltet, dann ist die Home-Position erreicht.

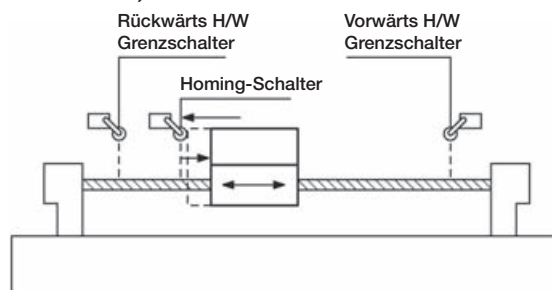


Bild 8.8 Homing gestartet, Homing-Schalter ist eingeschaltet.

Umgekehrt muss die Last rückwärts bewegt werden, wenn das Signal aus ist, bis es einschaltet und dann wieder Vorwärts, bis es wieder ausschaltet.

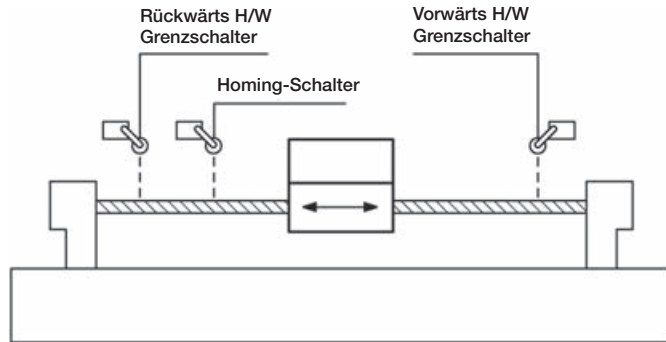


Bild 8.9 Homing startet mit ausgeschaltetem Homing-Schalter.

Ein besseres Ergebnis mit höherer Genauigkeit kann durch Verwendung eines Null-Impulses und die Vor-Referenzierungsfunktion erreicht werden. Dies funktioniert folgendermaßen:

- Bei der Inbetriebnahme ist die absolute Position des Null-Impulses des Drehgebers bekannt oder sie kann eingestellt werden
- Die Entfernung zwischen Näherungsschalter und Null-Impuls muss innerhalb einer Umdrehung liegen
- Sobald der Näherungsschalter aktiviert wird, beginnt die Software auf den Null-Impuls zu warten und stoppt beim Null-Impuls oder in einem festgelegten Abstand davon. Dahinter steht als Grundannahme, dass mechanische Schalter aufgrund von Abnutzung ungenau sein könnten. Null-Impulse sind sehr genau und ohne Drift.

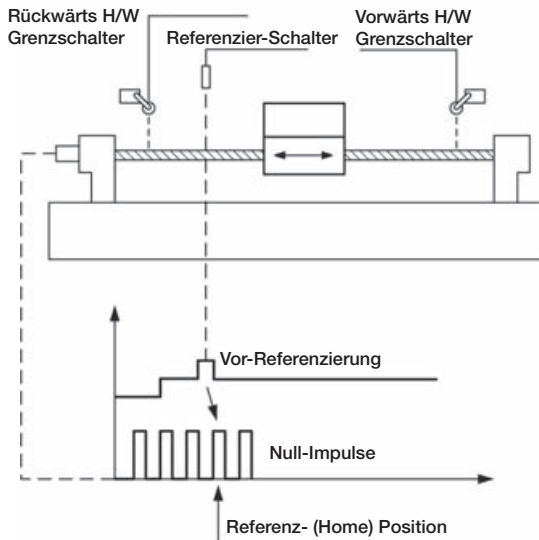


Bild 8.10 Referenzfahrt (Homing) mit Vor-Referenzierung und Null-Impuls.

8.9. Zyklische Korrekturen

Die zyklische Korrektur wird in vielen Anwendungen benutzt, um Schlupf oder eine fehlerhafte Materiallage auszugleichen. Dies gilt für Rund- und Linearachsen.

Für die zyklische Korrektur wird immer eine Referenzier-Information der Position benötigt. Diese kann von einem externen Sensor oder einem Nullimpuls eines Drehgebers gemeldet werden.

Mit Beispielen lässt sich die Funktion am besten veranschaulichen.

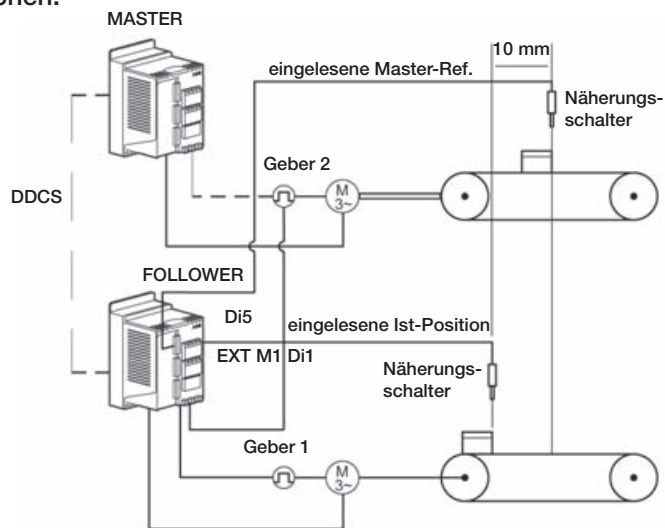


Bild 8.11 Master/Follower Transportbänder.

In Bild 8.1 ist eine Master/Follower-Anwendung dargestellt. Zwei Hülsen auf zwei Bändern müssen in diesem Beispiel den korrekten Abstand voneinander von 10 mm haben.

Der Master meldet dem Follower seine Geschwindigkeit und Lageinformation. Dies kann auf zwei Arten erfolgen:

1. Lesen der Geschwindigkeit und Lage des Masters über einen Inkrementalgeber. Der Follower braucht Anschlüsse für zwei Inkrementalgeber. Der Master läuft ohne Rückführung.
2. Die andere Möglichkeit ist die direkte Kommunikation zwischen den Antrieben z.B. per LWL-DDCS-Link. Der Master hat einen Inkrementalgeber und sendet die Drehzahl- und Lageinformation an den Follower.

Unabhängig von der Kommunikationsmethode werden Näherungsschalter an die (programmierbaren) digitalen E/As /Referenziereingänge) des Followers angeschlossen. Der Follower vergleicht die Abstandsdifferenz und korrigiert den Abstand, in diesem Beispiel auf 10 mm.

8.10. Drehgeber-Getriebe-Funktionen

Motion Control-Anwendungen benötigen immer eine Drehzahlrückführung. Diese kann vom Motor, der Last oder beiden erfolgen.

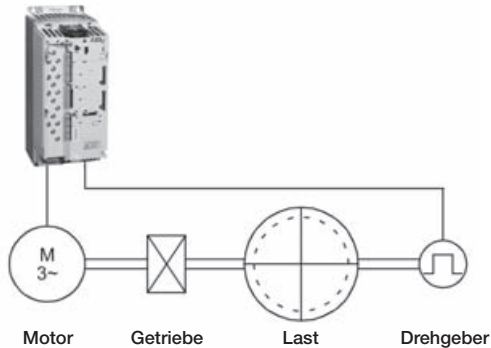


Bild 8.12 Verwendung der Motor-Drehgeber-Getriebe-Übersetzung.

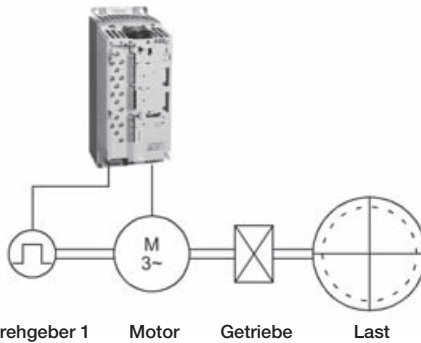


Bild 8.13 Verwendung der Last-Drehgeber-Getriebe-Übersetzung.

Wenn die Last nicht mit einem Drehgeber ausgestattet ist, muss die elektronische Lastgetriebe-Übersetzung im Regler der mechanischen Getriebe-Übersetzung entsprechen. So kann der Antrieb die Istlage der Last mittels der Drehzahl-Rückführung vom Motor regeln.

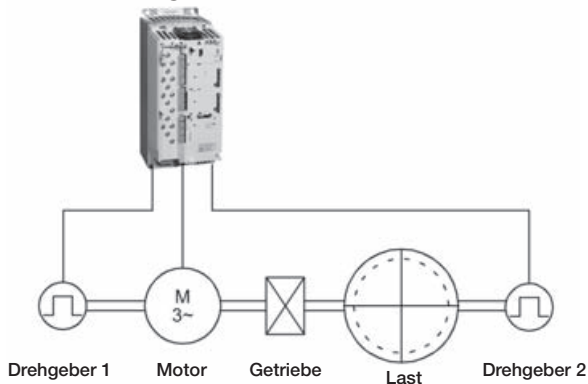


Bild 8.14 Motor und Last sind mit Drehgebern ausgestattet.

8.11. Virtueller Master/Achse

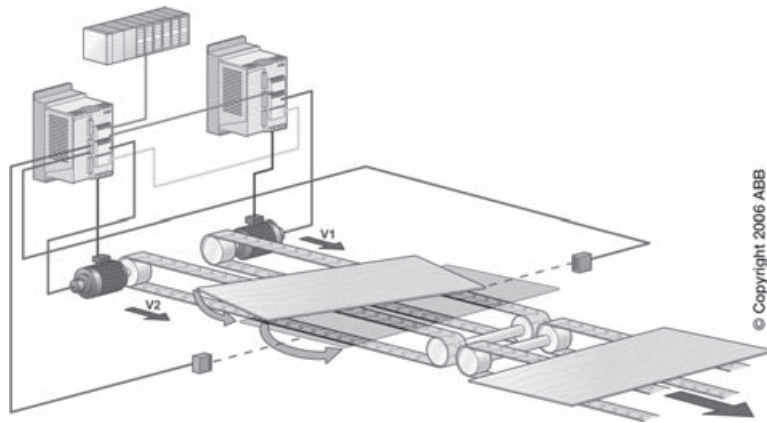
Virtueller Master bedeutet, dass der Drehzahl-Sollwert über ein Software-Modell in einen Lage-Sollwert umgerechnet und dadurch eine virtuelle Drehachse erzeugt wird. Diese virtuelle Drehachse sendet den Lage-Sollwert an alle Folgeantriebe (Follower). Die virtuelle Achse sorgt für störungsfreie Drehzahl- und Positionssignale in Anwendungen bei denen mehrere Achsen synchronisiert werden müssen.

Die virtuelle Achse ist auch bei der Inbetriebnahme von Systemen sehr nützlich, wenn Teile von Maschinen getestet werden müssen, ohne den gesamten Prozess ablaufen zu lassen.

Kapitel 9 - Anwendungsbeispiele, dezentrale Steuerung

In diesem Kapitel werden einige typische Motion Control-Anwendungen vorgestellt. In den meisten Abbildungen ist eine SPS dargestellt, die Steuerungsbefehle empfängt und sendet. Die eigentlichen Regelungsaufgaben werden dezentral von den Antriebsreglern ausgeführt.

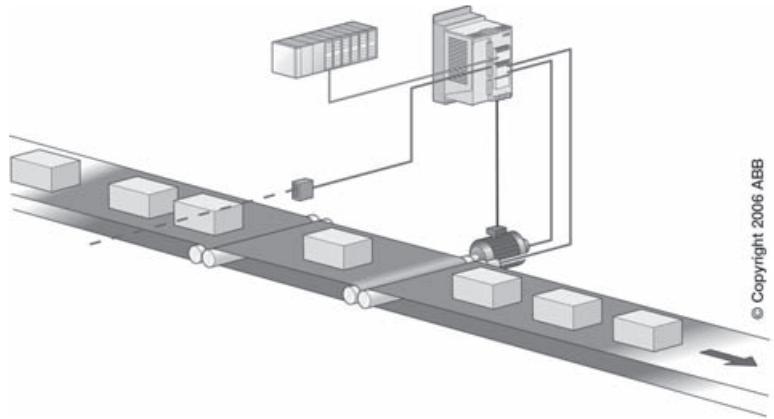
9.1. Transportband, Lagekorrektur beim Materialtransport.



Aufgabe dieser Maschine ist die Korrektur von Lage- (Winkel-) Fehlern des Materials. Die beiden Antriebe arbeiten in einer Master/Follower-Anordnung. Der Master bestimmt die Hauptgeschwindigkeit der Linie. Der Follower erhält einen Lagesollwert. Zwei Sensoren sind an Digitaleingänge angeschlossen. Der Follower berechnet die Wegdifferenz als Anzahl von Impulsen zwischen der Messung beider Sensorsignale. Diese Regeldifferenz wird durch Erhöhen oder Verringern der Drehzahl des Follower-Antriebs korrigiert.

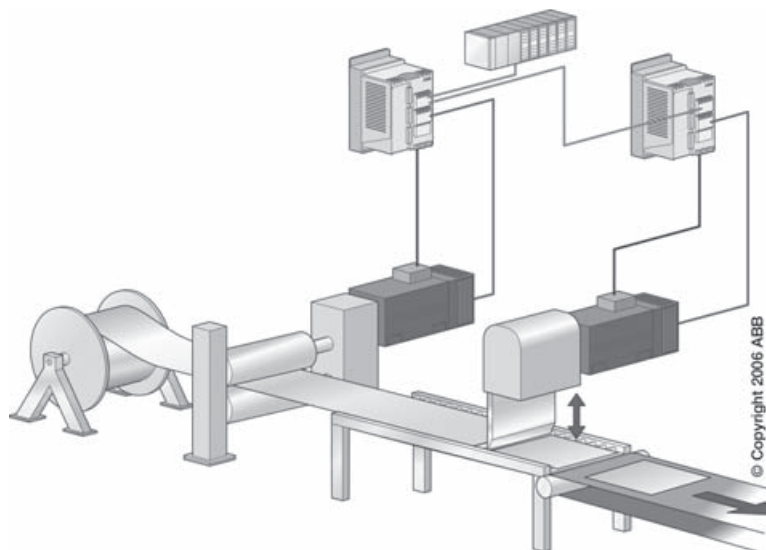
Je nach Anwendung können verschiedene Motortypen eingesetzt werden. Das Drehgebersignal ist immer erforderlich.

9.2. Transportband, Abstandsregelung



Die Bandförderanlage besteht aus einem Zuführband, einem Regelband und einem Band für den Weitertransport. Die Pakete kommen mit unregelmäßigen Abständen an. Der Antrieb empfängt den Bandgeschwindigkeitssollwert vom Geber. Der Sensor erkennt die Vorderkante der Kartons. Nach Erkennen der Vorderkante erfasst er mit dem Sensor die hintere Kante. Der Abstand zur nächsten Kartonvorderkante ist der gemessene Istabstand zwischen den Paketen. Dieser wird mit dem Sollabstand verglichen, und die Software regelt den richtigen Abstand durch ein entsprechendes Ändern der Geschwindigkeit des Regelbandes.

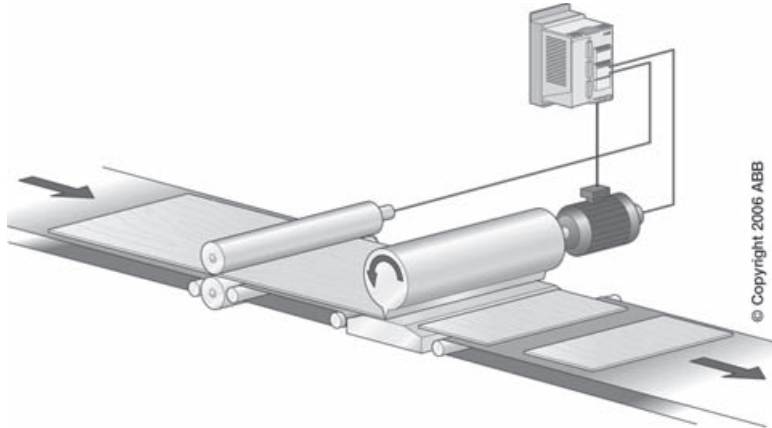
9.3. Schneidemaschine, Schneiden auf Länge



Es gibt viele Methoden, verschiedene Materialien auf die erforderliche Länge zu schneiden. Hier werden nur die gebräuchlichsten Methoden als Beispiele vorgestellt. Es gibt daneben viele weitere Konfigurationen.

In Anwendungen, bei denen das Band zum Schneiden gestoppt wird, verwenden beide Achsen die Lageregelung der Antriebe. Der Antrieb, der das Material zuführt, führt eine bestimmte Anzahl von Umdrehungen aus, mit denen der Materialvorschub für die erforderliche Länge erfolgt. Wenn die Zielposition erreicht ist, sendet der Antrieb ein entsprechendes Signal an die SPS. Der Motor der Schneidmaschine führt die für den Schneidevorgang erforderliche Anzahl der Umdrehungen aus. Danach sendet sein Umrichter ein Signal für den nächsten Vorschub an den Transportantrieb. Wie bei anderen Anwendungen bestimmen die dynamischen Leistungsanforderungen des Systems die Motorauswahl.

9.4. Querschneider



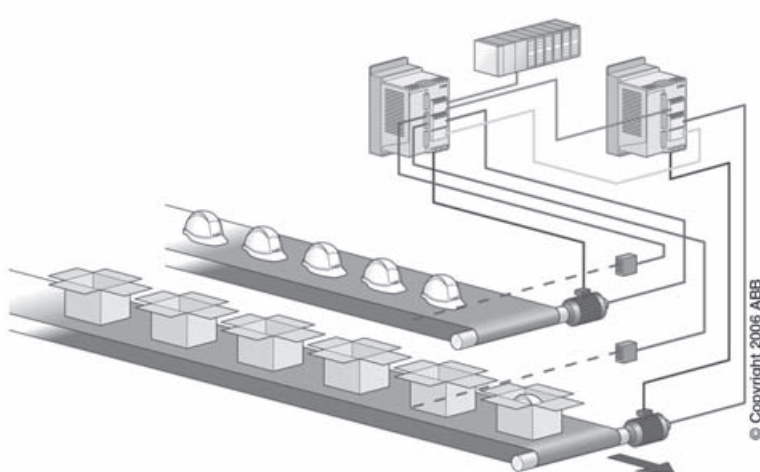
Mit einem Querschneider wird Material auf die erforderlichen Längen geschnitten oder Überlängen des Materials werden abgeschnitten. Die einfachsten Querschneider sind über ein elektrisches Getriebe auf die Bandgeschwindigkeit synchronisiert. Dies führt in vielen Anwendungen jedoch nicht zu befriedigenden Ergebnissen.

Für den Betrieb des Querschneiders sind vorab einige Überlegungen notwendig. Zunächst muss für das Schneiden unterschiedlicher Längen entschieden werden, ob das Werkzeug zwischen Schneidvorgängen stillsteht oder ständig dreht. Zweitens muss das Werkzeug beim Schneiden des Materials in den meisten Fällen die gleiche Geschwindigkeit haben, wie das Material. Drittens muss festgelegt werden, wo der Schnitt erfolgen muss.

Bei anspruchsvolleren Anwendungen muss das Messer beim Schneidezyklus ein bestimmtes Bewegungsprofil einhalten. Wenn bei stillstehendem Messer ein Schneidebefehl gegeben wird, muss das Messer beschleunigen, um die Schneideposition zu erreichen und dann auf die Schnittgeschwindigkeit abbremsen. Nach dem Schnitt muss das Messer so schnell wie möglich in seine Referenzposition zurückkehren, um für den nächsten Schnitt bereit zu sein.

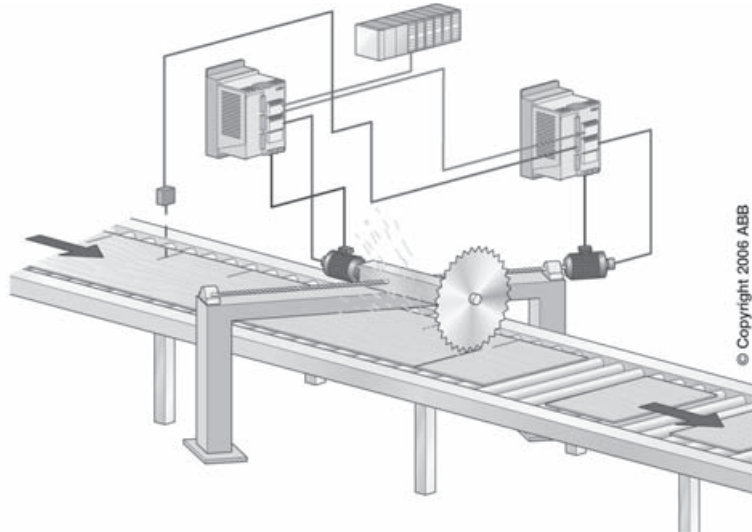
In einigen Fällen kann das Werkzeug nicht stoppen, sondern muss "fliegend" den nächsten Schnitt ausführen. Das bedeutet, dass ein weiteres Profil erforderlich ist. Für diese Aufgaben werden normalerweise CAM-Profile mit flexiblen Parametereinstellungen verwendet.

9.5. Verpackungsmaschine, Zyklische Korrekturen



Aus Software-Sicht ist dies der gleiche Betrieb wie in Beispiel 9.1, "Lageregelung beim Materialtransport". Der Unterschied liegt in der physikalischen Anordnung. Beide Beispiele arbeiten mit einer Master-Follower-Konfiguration und Sensoren für die Istlage-Erfassung und der vom Programm geregelten Korrektur. Das System besteht aus zwei Transportbändern. Die Regelung muss korrekte Abstände zwischen den transportierten Einheiten herstellen.

9.6. Fliegende Säge

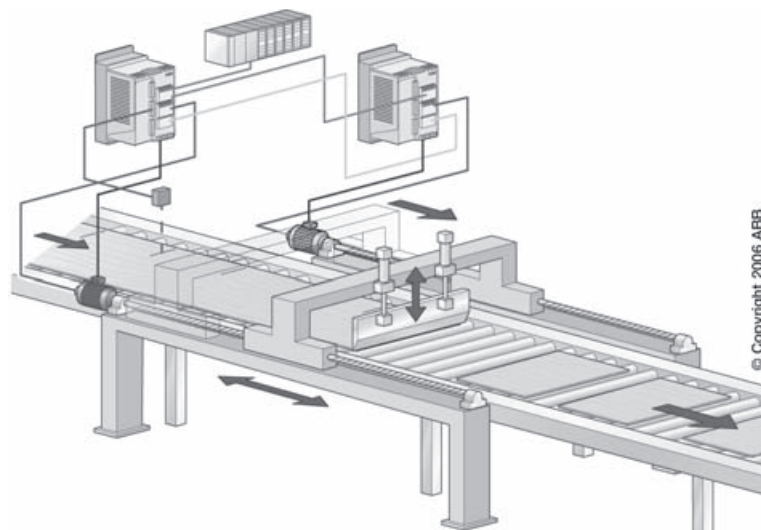


Eine fliegende Säge ist eine Schneidemaschine, mit der bei konstantem Materialfluss das Schneiden des Materials möglich ist. Sie basiert auf einem trigonometrischen Aufbau. Wenn die Geschwindigkeit des Bandes und der Säge bekannt sind, kann die Winkelposition für den Schnitt berechnet und entsprechend eingestellt werden. In dem abgebildeten Beispiel wird das Sägeblatt beim Schnitt in Richtung des weiterlaufenden Materials bewegt. Die Drehzahl der Säge ist nicht kritisch; es kann sogar ein unregelter Motor verwendet werden. In der Praxis wäre dies eine Lösung mit einem General Machinery Drive ACS350.

Für die Positionierung des Schnitts kann das Material entsprechend markiert werden oder die Positionierung erfolgt durch Positionsmessung mit einem Drehgeber. Typischerweise werden Synchronisierungs- oder CAM-Funktionen verwendet.

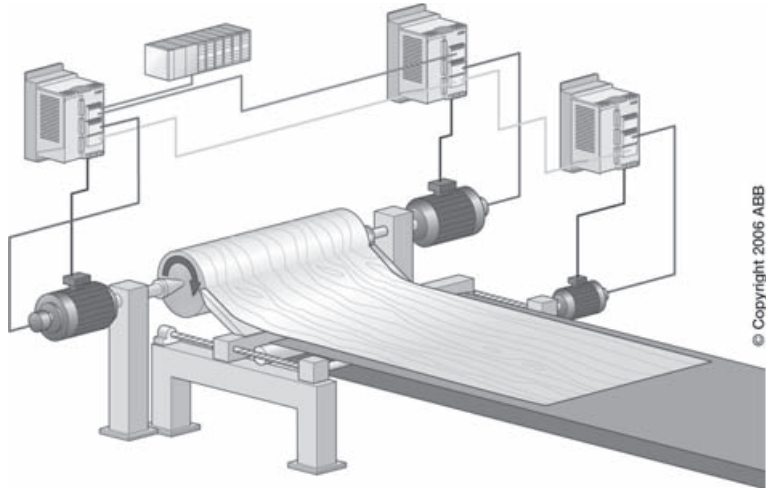
Diese Anordnung wird oft für Anwendungen benutzt, in denen das Material gesägt werden muss und nicht mit einem Messer geschnitten werden kann.

9.7. Fliegende Schere, parallel



Dies ist eine andere Version eines “fliegenden” Schnitts. Wie vorher beschrieben wird die Schnittposition durch eine Markierung oder einen Drehgeber bestimmt. Das Werkzeug erwartet den “Schnitt”-Befehl. Wenn der Befehl gegeben wird, beschleunigt der Werkzeugschlitten auf Materialgeschwindigkeit und synchronisiert auf den Schnittpunkt. Typischerweise werden Synchronisierungs- oder CAM-Funktionen verwendet und eine Guillotine führt den Schnitt aus. In der Abbildung ist ein System mit zwei Motoren dargestellt. Beide Antriebe laufen synchron mit Master/Follower-Funktion. Es gibt auch Systeme mit nur einem Motor.

9.8. Furnier-Schälmaschine



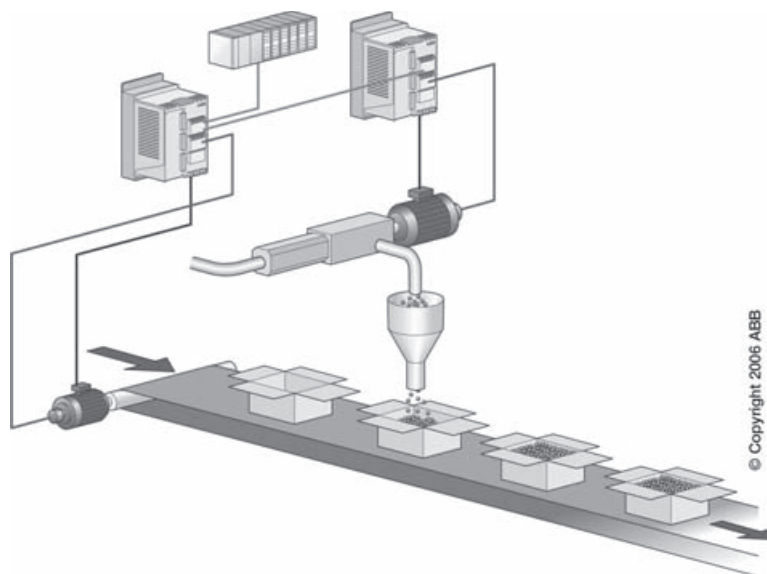
Diese vereinfachte Darstellung zeigt die drei Hauptbewegungsfunktionen einer Furnier-Schälmaschine.

Die Bandgeschwindigkeit muss konstant sein. Das bedeutet, dass die Drehzahl der Spindelmotoren geregelt und im Verhältnis zum sich ändernden Materialdurchmesser angepasst werden muss. Dies kann über eine SPS oder dezentral mit einem Antrieb mit Wickler-Software geregelt werden.

Die beiden Hauptmotoren laufen als Master in einer Master-Follower-Konfiguration. Dies ist besonders bei der Herstellung von Sperrholz kritisch, wenn die Spindelköpfe den Stamm mit Schraubgewinden halten. Wenn die Motoren mit unterschiedlicher Drehzahl laufen, beginnt sich einer der beiden Schraubköpfe zu öffnen bis schließlich der Stamm herausfällt.

Der Schälwagen mit dem Messer fährt im Synchronmodus. Die Getriebeübersetzung wird im Verhältnis zur Materialstärke eingestellt. Die erforderliche Stärke kann sehr einfach mit den Getriebe-Parametern eingestellt werden. Diese sind normalerweise so skaliert, dass der Benutzer an der Bedientafel die Stärke in Millimetern einstellen kann.

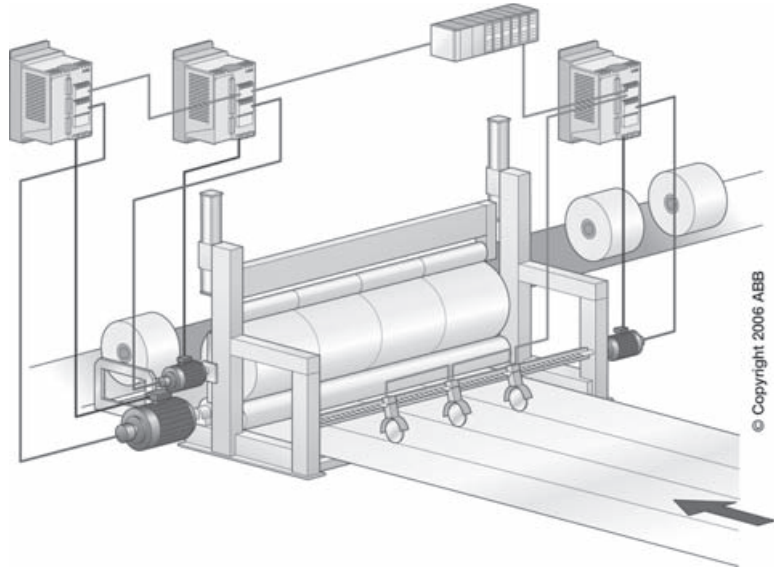
9.9. Abfüllanlage



Die Anwendung ist ähnlich dem in Beispiel 9.3 beschriebenen “Schneiden auf Länge”, wobei hier der Follower die Dosiereinheit antreibt.

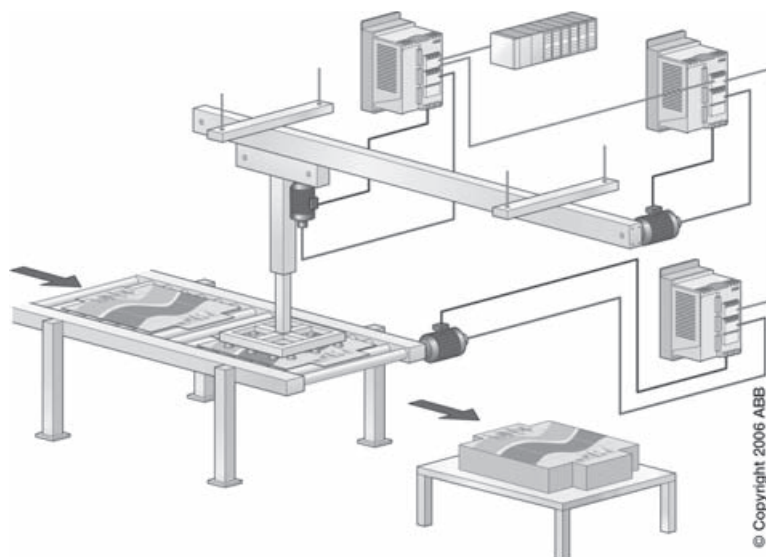
Dies ist nur eine von vielen möglichen Konfigurationen; es gibt mehrere andere Verfahren, Verpackungen und Flaschen zu befüllen.

9.10. Längsschneidemaschinen



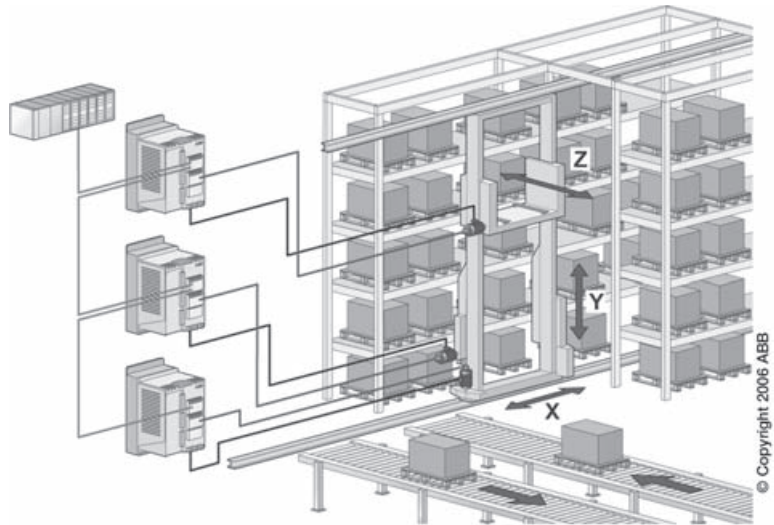
In der Abbildung ist die Schneide- und Wickeleinheit einer Längsschneidemaschine mit dem Einsatz der Schneidwerkzeuge dargestellt. Jedes Werkzeug ist einzeln an die Schraube angeschlossen. Wenn ein Werkzeug aktiviert wird, sendet die SPS die Adresse an den Antrieb. Das dezentrale Regelungssystem stellt die korrekte Positionierung sicher.

9.11. Stapelmaschine, greifen und stapeln



Bei dieser Anwendung werden drei Achsen dezentral so geregelt, dass der Materialfluss des Stapelguts gewährleistet ist. Das Greifwerkzeug wird mit der Transporteinrichtung synchronisiert, nimmt das Stapelgut mit Hilfe der Lageregelung auf und führt es zum Stapel. Dort wird es lagegenau auf dem Stapel abgelegt. Die Transporteinrichtung kann mit konstanter Geschwindigkeit oder Lageregelung betrieben werden.

9.12. Hochregallager



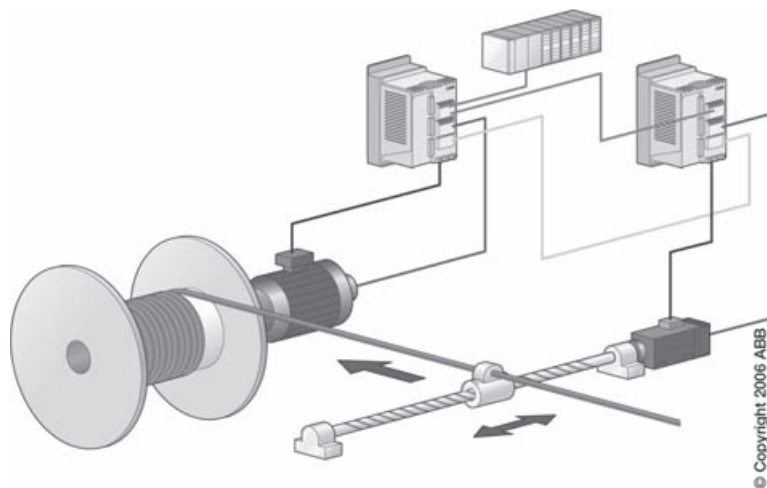
Anwendungen für Hochregallager können mit dezentraler Steuerung/Regelung sehr kostengünstig realisiert werden. Das übergeordnete Steuerungssystem ist Teil des Fabrikautomatisierungssystems und kennt den Lagerort der Paletten.

In den meisten Fällen werden hohe Drehzahlen und hohe Drehmomente bei Drehzahl Null benötigt. Dafür ist ein geschlossener Regelkreis erforderlich.

Die Anforderungen an die Systemdynamik sind bei den Anwendungen unterschiedlich und die Auswahl der Motoren reicht von Standard AC-Motoren mit Impulsgebern bis zu Brushless-Asynchron- oder AC-Synchron-Servomotoren.

Hochregallager können sehr groß sein und Motoren mit Inkrementalgebern reichen oft für die genaue Lageregelung nicht aus. Dieses Problem kann mit einem zweiten Geber für die Positionserfassung gelöst werden.

9.13. Wickler



Die vereinfachte Darstellung soll das Grundprinzip der Wickler-Applikation mit der Regelung der Querbewegung verdeutlichen. Die Regelung der Querbewegung ist eine elektronische Getriebe-funktion, bei der das Getriebeverhältnis so eingestellt wird, dass die lineare Bewegung der Traverse mit dem Aufbau der Wicklung gekoppelt ist. In der Abbildung ist der Begrenzungsschalter nicht dargestellt, der typischerweise die Richtungsumkehr steuert.

Wickeln und Abwickeln sind gebräuchliche Anwendungen, für die viele spezielle Softwarepakete verfügbar sind.

Kapitel 10 - Motion Control

*Glossar und Definitionen

AC-Servo

Ein Regler/Umrichter, der sinusförmigen Motorstrom erzeugt.

Achse

Hauptbewegungsrichtung eines Werkzeugs, einer Komponente oder eines Werkstücks.

Active front end

Ein Anwendungsprozessor, der Daten Upstream und Downstream von Geräten empfängt und verarbeitet sowie Änderungen ohne eine externe Steuerung ausführt.

Alarm

Warnmeldung, die besagt, dass ein Parameterwert / Istwert nicht im zulässigen Bereich oder innerhalb der eingestellten Grenzen liegt, oder ein Hinweis auf die Störung oder Fehlfunktion einer Komponente. Die Meldung ist eine Warnung oder Anweisung an einen Bediener oder ein Ausgangssignal, das eine Korrektur veranlasst oder einen Prozess abschaltet.

Analog-Servo

Meistens in Hydraulik- und ähnlichen Systemen verwendet, arbeitet ein Analog-Servo mit Analogregelung und Rückführsystemen wie Spannungs- und Druckänderungen.

Analogsignal

Ein Signal, das sich stufenlos ändert. Typische Beispiele sind ein 0-10 Volt Sollwertsignal und eine pneumatische Druckregelung.

Beschleunigung

Die Steigung, mit der die Geschwindigkeit erhöht wird, normalerweise ausgedrückt in Metern pro Sekunde² (m/s²)

Bewegungsachsen

Hauptrichtungen, in denen die Bewegungen von Maschinenteilen oder Komponenten stattfinden.

Die Achsen werden normalerweise folgendermaßen definiert:

X: Lineare Bewegung in Positionierichtung

Y: Lineare Bewegung quer zur Positionierichtung

Z: Vertikal lineare Bewegung

A: Winkelbewegung um Achse X (rollen)

B: Winkelbewegung um Achse Y (neigen)

C: Winkelbewegung um Achse Z (schwenken)

Bürstenloser Servomotor (brushless servo)

Ein Servoantrieb mit elektronischer Kommutierung des Stroms anstelle mechanischer Bürsten und Kommutator.

Bus

Kommunikationsverbindung zur Übermittlung von Informationen zwischen Steuerungselementen und Komponenten.

DC-Bus / DC-Sammelschiene

Gemeinsamer Kommunikationskreis mit einer DC-Spannung als Referenz. Der Begriff gilt auch für ein Energieverteilungssystem das mehrere Komponenten mit einer DC-Spannung speist.

Deterministische Abfragezeit

Frequenz, in der eine SPS ein Programm ausführt. Normalerweise gemessen in Millisekunden, einschließlich der Zeit für das Lesen eines speziellen Befehlssatzes und Senden einer Rückinformation.

Dezentrale Steuerung

Steuerungsmethode bestehend aus separaten Steuerelementen, die über einen Bereich oder Prozess verteilt sind. Die individuellen Elemente sind im Wesentlichen voneinander unabhängig, kommunizieren jedoch miteinander.

Diagnose-Code

Code, der an einer Bedienstation oder in einem Programm einen Fehler und seine Position anzeigt.

Digitaler Lageregler

Ein Motion Control-System, das Binärcodes für Berechnungen verwendet.

Digital-Servo

Ein Servoantrieb, der Binärcodes für alle Berechnungen und als Rückführsignale verwendet.

Digital-Signal

Signal in Form von Binärimpulsen zur Übertragung von Informationen, basierend auf Spannungspegeln die die Werte 0 und 1 darstellen.

Drehgeber

Eine Rückführeinrichtung, die mechanische Bewegung in elektrische Signale umsetzt, die die Erkennung der Lage ermöglichen. Mit Inkremental- und Absolutwert-Gebern werden inkrementelle oder absolute Lageänderungen angezeigt.

Drehmomentbegrenzung

Eine Funktion für die Überwachung und Begrenzung des Motordrehmoments eines Servomotors.

Druckmarken-Synchronisierung

Methode der Drehzahlregelung, durch Vergleich der Lage einer Marke eines Druckbereichs auf einem Produkt mit der erwarteten (voreingestellten) Lage zu regeln und Ausgleich der Lageabweichung.

Einbaumotor

Ein Motor, der nur aus Stator und Rotor besteht. Der Motor kann direkt in eine Maschine eingebaut werden, ohne eigene Welle oder eine andere mechanische Kraftübertragung.

Elektronische CAM-Profile

Eine Technologie, die mechanische Kurvenscheiben zur Steuerung nicht-linearer Bewegungen durch elektronische ersetzt.

Elektronische Kupplung

Methode zur Verwendung elektronischer Kurvenscheiben oder Getriebefunktionen, um ein Slave-Profil auf Basis einer Masterposition zu erzeugen.

Elektronische Getriebe

Simulation mechanischer Getriebe zum elektrischen Synchronisieren einer Achse auf eine andere mit Hilfe von Drehgebern.

Elektronische Welle

Eine virtuelle Achse, die weitere Achsen synchronisiert, entweder über elektronische Getriebe- oder Kurvenscheiben-Profile.

EnDat

Eine Standard-Schnittstelle für die serielle Datenübertragung, speziell für Lageerfassung und Parameter.

EMV/CE

Europäische Richtlinie der Normen und Grenzwerte für leitungsgebundene und abgestrahlte Emissionen. Für elektrische Antriebe können Netzfilter oder andere Komponenten erforderlich sein, um die Anforderungen der Richtlinie zu erfüllen.

Ethernet

Ein sehr weit verbreiteter offener Netzwerk-Standard. Ursprünglich für die Büroautomation mit einer Übertragungsrates von 1,5 MB/Sek. entwickelt, haben neuere Versionen bis zu 100 MB/Sek.

Ereignis

Wenn sich der Status eines Eingangsparameters ändert, wie z.B. Auslösen eines Grenzwertschalters oder eines Näherungssensors.

Fehler

Bedingung, die eine unzulässige Antriebs- oder Steuerungsaktion innerhalb des Prozesses versucht und deshalb gesperrt wurde.

FeldBus

Ein lokales Netzwerk, gemäß Definition durch die Norm ISA S50.02, das dazu verwendet wird, Steuerelemente und Sensoren miteinander zu verbinden.

Fliegender Start (Wiederanlauf)

Start eines Motors erneut während er noch dreht, normalerweise nach Erkennung der Motordrehzahl mit Hilfe des Drehgebergangs oder der Gegenspannung.

Fliegender virtueller Master

Fähigkeit eines Lageregelkreises, sofort von einem virtuellen Master auf einen anderen umzuschalten. Diese Eigenschaft ermöglicht die Verwendung neuester Synchronisierungsverfahren.

Folgefehler / Schleppfehler

Differenz zwischen der Sollage und der Istlage einer Achse, die sich mit der Drehzahl der Achse ändert.

Frequenzumrichter

Ein elektronisches Gerät, das die Drehzahl, den Motorfluss, das Drehmoment und den elektrischen Strom regelt, mit dem ein elektrischer Motor gespeist wird.

G-Code

Software für die Programmierung von Maschinenprozessen, wie 3-Achsen Walzgerüste und 2-achsigem Schneiden mit Draht.

Geber-Auflösung

Anzahl der elektrisch identifizierbaren Lagen bei einer 360-Grad-Drehung der Welle.

Genauigkeit

Vergleich von gemessenem Wert und Sollwert. Bei Motion Control bezieht sich dies meist auf einen Lage-Istwert mit einer Plus- oder Minus-Abweichung vom Sollwert oder auf einen Bereich von Werten um einen Sollwert.

Geräte-Bus

Ein gemeinsames Netzkabel (Ringtopologie), durch das einzelne Direktverbindungen zwischen SPS und den angeschlossenen Geräten eingespart werden.

Gerüst

Portalrahmen, der in den Achsen X, Y und/oder Z beweglich ist und viele Werkzeugarten oder Geräte für bestimmte Aufgaben aufnehmen kann.

Geschirmte Kabel

Kabel mit einem metallischen Schutzschirm um die Leiter. Der Metallschirm wird geerdet, um elektrische Störbeeinflussung zu verhindern.

Geschlossener Lage-Regelkreis

Das Sollwertsignal wird mit dem Drehgebersignal (Istwert) verglichen und die Differenz (Regelabweichung) wird von einem Regler korrigiert.

Geschwindigkeit

Die Drehzahl des Motors oder Geschwindigkeit eines mechanischen Systems.

Gleichrichter

Ein Gerät, das Wechselspannung in Gleichspannung zur Spannungsversorgung des Motorwechselrichters umwandelt.

Haltebremse

Mechanische Bremse die schließt und hält, wenn die Spannungsversorgung abgeschaltet wird.

Hard, Real-time-Regelung/Steuerung

Fähigkeit eines Controller, sofort auf ein Ereignis zu reagieren. SPS sind entsprechend ausgelegt, PCs sind dafür oft ungeeignet.

Hardware-Grenzschalter

Schalter, der den elektrischen Stromkreis ändert, der an die Maschine oder Einrichtung angeschlossen ist und der von Teilen oder der Bewegung einer elektrisch angetriebenen Maschine oder Einrichtung betätigt wird.

Home-Position

Referenzpunkt für alle absoluten Bewegungen bei der Lageregelung. Der Referenzpunkt wird beim Einschalten bestimmt und bleibt solange gültig, wie das Steuerungssystem in Betrieb ist.

Human-Machine Interface (HMI)

Eine Konsole, die Daten anzeigt und über die der Bediener Befehle zur Steuerung des Antriebs eingeben kann.

IGBT- Insulated Gate BiPolar Transistor

IGBT-Leistungshalbleiter werden als Schaltungen in Einspeiseeinheiten und für die Motorwechselrichter verwendet und sind die Basis der meisten modernen und leistungsfähigen drehzahlgeregelten Antriebssysteme.

Inching / Feinverstellung

Drehen eines Motors in kleinen Schritten durch wiederholtes Schließen eines Schalters.

Indexer

Elektronisches Gerät, mit dem eine SPS die Bewegung eines Schrittmotors steuert.

Indexing

Bewegung einer oder mehrere Achse(n) auf eine vorprogrammierte Lage.

Im Positionsfenster

Zulässiger Bereich der Ist-Position als Fensterbereich um den Positionssollwert.

Interpolation

Koordinierte Bewegung von zwei oder mehr Achsen, mit denen eine lineare oder zirkulare Bewegung erzeugt wird.

Istposition

Vergleich der Position (Lage) einer Achse mit dem Sollwert. Dies kann entweder die Zielposition am Ende einer Bewegungsstrecke sein oder die Differenz zwischen der Sollposition und der gemessenen Position an einem beliebigen Punkt der Bewegungsstrecke. Die letztgenannte wird gewöhnlich als Folgefehler bezeichnet.

Kollisionserkennung

Beschreibt den Einsatz von Sensoren, um eine mögliche Kollision von Teilen oder Komponenten zu erkennen. Die Sensoren können Alarme erzeugen, die Bewegung stoppen oder verlangsamen, damit die Komponenten nicht zusammenprallen.

Kommutierung

Die Kommutierung stellt sicher, dass die korrekte Motorphase mit korrektem Strom oder Spannung gespeist wird. Sie kann

elektromechanisch mit Bürsten und Kommutator, wie in bürstenbehafteten, oder elektronisch, wie in bürstenlosen Motoren, erfolgen.

Jitter-freie-Synchronisierung

Anpassung der Beschleunigung und Verzögerung eines Slave-Antriebs an den Master-Antrieb um stoßfreie Übergänge zu erreichen.

Jog / Tippbetrieb

Bewegliche Achse mit fester Geschwindigkeit und Beschleunigungs-/Verzögerungsrate, in einer gewählten Richtung, jedoch ohne einen bestimmten Zielpunkt.

KP

Drehzahlregler-Proportionalverstärkung. Bestimmt, wie Regelabweichungen im Regelkreis verstärkt werden. Siehe auch: Tuning

KV

Lageregler-Verstärkung. Einstellung, siehe auch: Tuning

Lagefehler

Fehlermeldung, die ausgegeben wird, wenn die Abweichung der Ist-Lage von der Soll-Lage größer ist, als ein bestimmter eingestellter Differenzwert.

Lageregelung

Spezifikation für eine Bewegung mit Ziel-Lage, Geschwindigkeit und Beschleunigung. Die Ziel-Lage kann eine absolute Position sein oder eine relative Position bezogen auf die Ist-Lage sein.

Lage-Regelkreis

Signale, die Lageinformationen auf Basis von Drehgebern berechnen und korrigieren.

Längeneinheiten

Lineare Einheiten zur Programmierung und Konfiguration einer Achse, Einstellung meistens in Inch, Fuß, Meter oder Millimeter.

Linear

Ausgangswerte stehen in direktem Verhältnis zu den Eingangswerten in einem linearen System.

LWL - Lichtwellenleiter

Eine Glas- oder Kunststoffleitung, über die Lichtimpulse übertragen und dann in Stromsignale übersetzt werden.

Massen-Trägheitsmoment

Eigenschaft eines Körpers, in einer Lage oder einer gleichförmigen Bewegung zunächst zu verharren, wenn eine externe Kraft auf ihn einwirkt.

Modulo Wert

Der Lagewert bei dem die Drehachsenposition wieder auf 0 geht, d.h. 360 Grad.

Motion Control

Werkzeug oder Stellantrieb geregelt durch Lageregel-Software. Dabei kann es sich um ein hydraulisches, pneumatisches oder elektronisches System oder eine Kombination aus diesen handeln. Unabhängig vom System wird das Bewegungsprofil als Softwarecode geschrieben und der Stellantrieb folgt dem so genau wie möglich. Über Geber wird der Lage-Istwert erfasst und mit dem Sollwert ständig verglichen, und der Lagereglerlerler minimiert die Abweichung.

Nenn Drehzahl

Drehzahl, für die ein Motor ausgelegt ist.

Not-Aus

Eine Not-Aus-Funktion muss die folgenden Voraussetzungen erfüllen:

- Sie hat Vorrang vor allen anderen Funktionen und Betriebsanweisungen in allen Betriebsarten.
- Die Spannungsversorgung der Maschinenteile, die Gefährdung(en) entstehen lassen können, soll so schnell wie möglich abgeschaltet werden, ohne weitere Gefährdungen zu verursachen.
- Nach einem Reset darf ein Wiederanlauf nicht automatisch erfolgen.
- Der Not-Aus sollte entweder als Stopp nach Kategorie 0 oder Kategorie 1 funktionieren. Die Auswahl der Kategorie des Not-Auss muss entsprechend den Anforderungen der Anwendung festgelegt werden.

Offene Architektur

Hardware und/oder Software mit Standard-Schnittstellen, die viele Hersteller in ihre eigenen Produkte integrieren können, und die einfach an Geräte anderer Hersteller angeschlossen werden können und mit diesen zusammenarbeiten.

Offener/geschlossener Regelkreis

Der offene Regelkreis ist ein Steuerungssystem ohne Rückführung des Istwerts zur Regelung der Drehzahl. Ein System mit geschlossenem Regelkreis arbeitet mit Signalarückführung von externen Sensoren, um die Lage oder Geschwindigkeit zu korrigieren und damit auf den geforderten Sollwert einzustellen.

Offset

Abstand zwischen dem aktuellen Null-Referenzpunkt und einem programmierten Null-Referenzpunkt.

Override

Eine Achse gezielt während einer Fehlerbedingung zu verfahren. Override wird benutzt, um z.B. eine Achse wieder von einem Überfahr-Endschalter wegzubewegen.

Overshoot

Der Ausgang eines Systems geht über den angesteuerten Zielwert hinaus.

PC

Personal Computer

Phasing

Ausrichtung der Position einer Achse in Bezug zu anderen, um kleinere Referenzierungsprobleme zu lösen, die normalerweise bei sich bewegenden Achsen auftreten.

PLS

Programmable Limit Switch. Ein Gerät, das die Drehbewegung einer Welle in digitale Signale umwandelt. Es wird typischerweise verwendet, um die Lagegenauigkeit zu verbessern.

Profil

Grafische Darstellung einer Bewegung mit den Koordinaten Lage und Zeit, Geschwindigkeit und Zeit oder Drehmoment und Zeit.

Programmierbarer Grenzschalter

Siehe PLS

Protokoll

Ein spezielles Kodierverfahren für die Übertragung von Informationen.

Pulsbreitenfrequenz

Schaltfrequenz eines IGBT.

Pulsbreitenmodulation

Regelungsmethode mit veränderlichen Ein-/Aus-Zeiten der Spannungspulse eines Transistors.

Punkt-zu-Punkt-Verdrahtung (Sterntopologie)

Anschluss eines jeden Antriebs direkt an die SPS. Mit dieser Methode werden Kommunikationsverzögerungen durch ein Netzwerk eliminiert.

Quadratur

Technik zur Erkennung der Bewegungsrichtung, basierend auf der Trennung der Signal-Kanäle um 90° (elektrisch).

Quittierung

Signal von einer gesteuerten Maschine, mit dem ein Ereignis quittiert wird.

Rampenfunktionsgenerator

Gerät oder mathematisches Modell, das eine quadratische, dreieckige oder sinusförmige Ausgangsschwingung erzeugt.

Rauschen

Ein elektrisches Störsignal, normalerweise resultierend aus einer Hochfrequenz- oder elektromagnetischen Störung von Einrichtungen oder Geräten Wechselspannungsnetzen, Motoren, Generatoren, Transformatoren und Radiosendern.

Realer Master

Rückführung von Lage-Informationen für eine synchronisierte Achse.

Referenzfahrt (Homing)

Kalibrieren der Achsen durch Bezugnahme auf einen eindeutigen Referenzpunkt, erfolgt normalerweise beim Einschalten.

Referenzierung

Bezug der Drehgeber-Information relativ zur realen Umgebung.

Regelkreis-Aktualisierungszeit

Zeit zur Berechnung der Prozessvariablen aus der Regelabweichung.

Resolver

Typ eines Lage-Messumformers, der mit einer magnetischen Kopplung von Spulen die absolute Position der Welle misst.

Rückführung

Die Istdrehzahl- und Istlage-Information werden an den Lage- und Drehzahlregler geschickt.

Rückspeisung

Ein Motor-/Frequenzumrichtersystem kann beim Bremsen Rückspeiseenergie erzeugen, die über eine Sammelschiene zur Speisung anderer Maschinen am gleichen Netz genutzt werden kann.

Ruckbegrenzung

Begrenzung der Beschleunigungsänderungsrate, um mechanische Stöße bei Drehzahländerungen zu vermeiden.

Safe-Off

Sichere Abschaltmethode bei der keine Energie vom Frequenzumrichter zum Motor gelangen kann.

SCADA-Supervisory Control & Data Acquisition.

System aus Software und Hardware, das einen Produktionsprozess regelt und Istdaten erfasst.

Schneiden auf Länge

Algorithmus, mit dem Material eine definierte Strecke vorwärts transportiert wird, sodass ein Prozess bei dieser Position ausgeführt wird. Üblicherweise wird mit Drehgebern sichergestellt, dass die definierte Länge genau eingehalten wird.

Sequenz-Steuerung

Serie von Schritten, in denen eine Maschine eine Aktion ausführt.

SERCOS

Serial Real-time Communications Standard. Ein offenes Kommunikationsprotokoll für Motion-Control Netzwerke, mit Datenübertragung über LWL mit einer Geschwindigkeit von bis zu 4 MB/s.

Serielle Kommunikation

Übertragung digitaler 1-en und 0-en in Folge.

Servo-Mechanismus

Automatisches Motion Control System, das mit Gebersignalen in einem geschlossenen Regelkreis einen gewünschten Ausgang regelt, z.B. Lage, Geschwindigkeit oder Beschleunigung.

Servomotor

Ein Motor, der präzise geregelt werden kann. Der Umrichter, der ihn mit Spannung versorgt, erhält genaue Istsignale über die Motorlage von einem Resolver oder Inkrementalgeber.

SinCos

Drehgeber für eine hochgenaue und dynamische Regelung. Der Geber gibt sowohl digitale Signale als auch Analogsignale mit hoher Auflösung aus.

S-Kurve

Rampenregelung zur sanfteren Beschleunigung und Verzögerung des Motors zur Reduzierung der mechanischen Belastung. Die S-Rampenregelung ist zwar besser als eine lineare Beschleunigung, erreicht aber nicht die Leistung der Regelung mit einer Kurvenscheibe.

Software-Grenzschalter

Schalter, der durch das Anwendungsprogramm und nicht durch ein physisches Objekt gesteuert wird. Er wird verwendet, um physische Ausgänge ein- und auszuschalten, abhängig vom Zustand eines ihm zugeordneten Eingangssignals von Servomotoren, Resolvern oder Inkrementalgebern.

SPS

Speicherprogrammierbare Steuerung. Ein Computer der schnelle wiederholbare, deterministischen Abfrageintervallen zur Steuerung von Einrichtungen/Maschinen/Anlage verwendet.

SSI

Abkürzung für Serial Synchronous Interface. Typ eines Absolutwertgebers, der Lageinformationen als serielle Signalfolge im Gray-Code-Format (reflektierter Binärcode) sendet.

Stromregler

Elektronische Funktion zur Regelung des Motorstroms, die den Motor mit dem für die Last benötigten Strom versorgt. Der Strom ist regelbar, läßt sich auf einen Maximalwert begrenzen und reduziert somit die Gefahr, dass der Motor überlastet und beschädigt wird.

Synchronisierung

Wenn mehrere Funktionen einer Maschine einem gemeinsamen Steuer-/Regelsignal folgen.

Tachogenerator

Ein elektromagnetischer Drehgeber, der ein analoges Spannungssignal proportional zur Drehzahl eines Motors sendet.

Task

Eine Software-Systemsteuerung, die die Ausführungszeiten und Prioritätsebenen der Softwaremodule in einem Frequenzumrichter oder einer SPS festlegt.

TCP/IP

Transmission Control Protocol/Internet Protocol. Eine Methode der Kodierung von Daten in eine Serie von "Paketen" zur Übertragung in einem Netzwerk, ursprünglich für das Internet entwickelt, wird das Verfahren heute auch für die Produktionssteuerung verwendet.

Teach-in-Position

Position eines Antriebs, die in das Motion-Control-Programm "eingelernt" wird. Wenn der Antrieb in die gewünschte Lage bewegt worden ist, wird die "Teach-in-Position" in das Motion-Programm als Zielposition übernommen.

Telegramm

Ein Datenpaket für die Kommunikation zwischen Regler und Gerät.

TN

Drehzahlregler-Integrationszeit. Siehe auch: Tuning

Tuning

Einstellen der Reglerparameter des Antriebs zur Optimierung des Lage- und Drehzahlreglers.

Überstrom

Ein Strom, der höher ist als der erlaubte Strom des Antriebs.

Übertemperatur

Warn- oder Alarmmeldung, die anzeigt, dass ein Motor oder Frequenzumrichter zu heiß ist, meist das Ergebnis bei zu hohen Strömen.

Umrichter

Ein Gerät, das Drehspannung in DC-Spannung umwandelt und daraus wieder Drehspannung mit einer geregelten Frequenz erzeugt, um einen Motor mit Spannung zu versorgen und anzutreiben.

Verdrilltes Adernpaar

Zwei verdrillte Adern zur Eliminierung elektrischer Störungen.

Verzögerung

Die Steigung, mit der die Geschwindigkeit vermindert wird, normalerweise ausgedrückt in Metern pro Sekunde² (m/s²).

Virtueller Master

Ein im Motion-Control-Gerät intern erzeugtes “Drehgebersignal” (Positionssollwert) zur Synchronisierung mehrerer Servoachsen.

Vorschub

Funktion, mit der die lineare Geschwindigkeit des Materials konstant gehalten wird, wenn sich der Durchmesser der drehenden Achse ändert.

Vorsteuerung

Methode, mit der bekannte Regelabweichungen in einem Regelkreis kompensiert werden. Sie reagiert nur auf einen Befehl und nicht auf eine gemessene Regelabweichung.

Warnung

Warnmeldung eines Frequenzumrichters oder Controllers, die anzeigt, dass eine Störung aufgetreten ist. Wenn das Problem nicht behoben wird, folgt i.d.R. ein Fehler.

Wechselrichter

Ein Gerät, das Gleichspannung in Wechselspannung umwandelt. Ein Wechselrichter ist Teil eines Frequenzumrichters.

Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad eines Motors ist das Verhältnis der abgegebenen mechanischen Leistung zur elektrischen Leistungsaufnahme. Er gibt an, wie gut ein Motor die elektrische Leistung, die er aufnimmt, in nutzbare mechanische Leistung umwandelt.

Zentrale Steuerung

Ein System mit Software in einer physischen Einheit. Alle Eingangsinformationen von Sensoren und Drehgebern werden an diese Einheit angeschlossen, verarbeitet und als Steuerbefehl von ihr gesendet.

Zirkularinterpolation

Ausführen der kreisförmigen Bewegung einer Komponente/ Werkzeug entlang zweier Achsen (x, y) durch Anreihen von geradlinigen Bewegungen, die von der Software erzeugt werden.

* Glossar und Definitionen:

OMAC Motion for Packaging Working Group, Education Subcommittee, Glossary of Motion Control Terms, August 2001.

**ABB Automation Products GmbH**

Motors & Drives
Wallstadter Straße 59
D-68526 Ladenburg
Deutschland

Telefon +49 (0)6203 717 717
Telefax +49 (0)6203 717 600
Service-Tel. 0180 5 222 580
E-Mail motors.drives@de.abb.com
Internet www.abb.de/motors&drives

ABB Schweiz AG

Normelec
Badener Straße 790
CH-8048 Zürich
Schweiz

Telefon +41 (0)1 4356 666
Telefax +41 (0)1 4356 605
Internet www.abb.ch

ABB AG

Clemens-Holzmeister-Straße 4
A-1109 Wien
Österreich

Telefon +43 (0)1 60109 3999
Telefax +43 (0)1 60109 8312
Internet www.abb.at

