

Gearing Mode - Was geht, was geht nicht?

Zusammenfassung

In Fertigungsanlagen müssen Antriebe zum Teil winkelsynchron betreiben werden, beispielsweise in Konfigurationen wie in Abbildung 1: Förderband mit mehreren Antrieben.

Es wird beschrieben, wie sich dies mit Faulhaber-Antrieben implementieren lässt

Betrifft

Faulhaber Motion Controller der Generation V2.5 mit RS232-Schnittstelle.

Beschreibung

Wenn mehrere Achsen winkelsynchron betrieben werden müssen, bietet sich dazu der Gearin-Mode oder der Steppermode der Faulhaber MotionControl Systeme an. Beispiele sind z.B. Fördereinrichtungen wie in Abbildung 1.

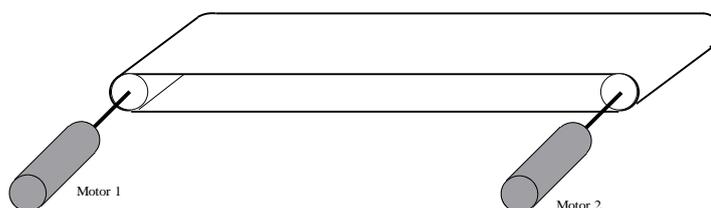


Abbildung 1: Förderband mit mehreren Antrieben

Je nach Art der Ansteuerung der verwendeten Antriebe ergeben sich unterschiedliche zum Teil deutlich unterschiedliche Betriebseigenschaften:

Anwendung	Elektronische Welle	Master-Slave
Stationär gleiche Drehzahl	geht	mit Einschränkungen
Winkelsynchroner Betrieb	geht	geht nicht

Fester winkelsynchroner Betrieb („elektronische Welle“)

Ein streng winkelsynchroner Betrieb der Motoren kann erreicht werden, wenn die Regelungen vergleichbar eingestellt sind und alle Antriebe den gleichen Winkelsollwert als Vorgabe erhalten (Abbildung 2).

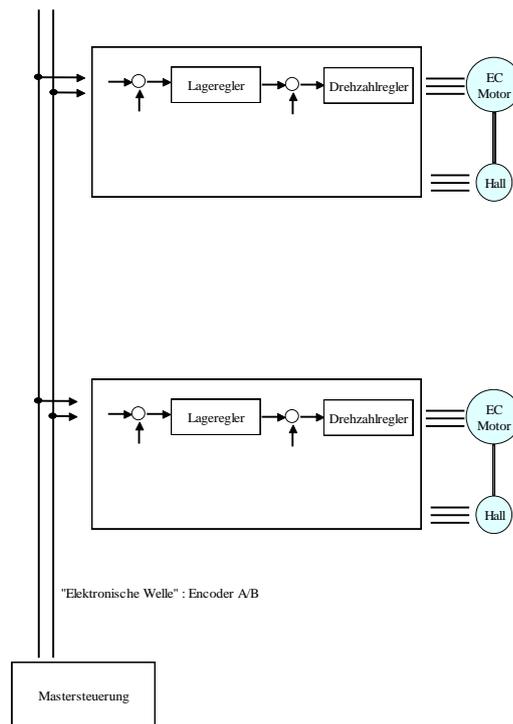


Abbildung 2: Synchronbetrieb im Gearing Mode als elektronische Welle (starre Kopplung)

Voraussetzung dafür ist, dass alle Antriebe im Gearing Mode konfiguriert sind und eine überlagerte Steuerung allen Antrieben gemeinsam den jeweiligen Sollwert über ein Paar von Quadratursignalen vorgibt.

Alternativ könnten die Antriebe auch im Steppermode konfiguriert sein und der Sollwert über ein Frequenzsignal vorgegeben sein.

Wichtig ist aber, dass alle synchron zu betreibenden Antriebe in der gleichen Betriebsart am gleichen Sollwert laufen.

Weiche Kopplung (Master-Slave)

Wenn zwei Antriebe im Rahmen von Verfahrensvorgängen lediglich die gleiche Endposition erreichen sollen, während des Verfahrensvorgangs aber ein Schlupf zwischen den Winkellagen der Antriebe toleriert werden kann, können die Antriebe auch im Master-Slave Betrieb konfiguriert werden (Abbildung 3).

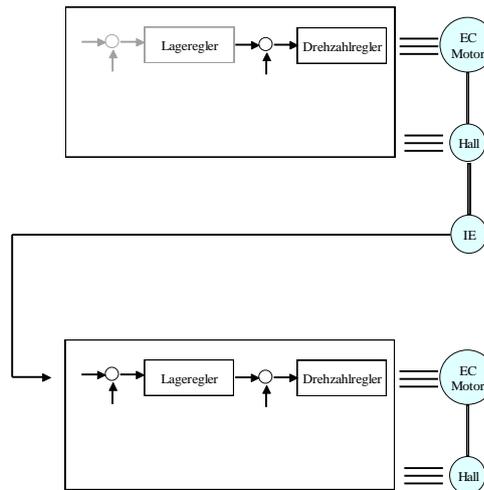


Abbildung 3: Master Slave Betrieb von zwei Achsen (weiche Kopplung)

Konfiguration des Masters

In dem Fall wird der Motor des Masterantriebs mit einem Encoder ausgeführt. Diese Encodersignale können im Master auch als Motorlagegeber z.B. bei DC Antrieben oder bei EC Antrieben im ENC Mode verwendet werden. Es kann ab auch, wie gezeichnet, der Master über analoge Hall-signale als Motorgeber betrieben werden.

Es spielt für die Anwendung keine Rolle, in welcher Betriebsart (Lage- oder Drehzahlregelung) der Master verwendet wird.

Konfiguration des Slaves

Als Motorgeber des Slaveantriebs kommen bei EC Motoren die Hallsignale, bei DC Motoren der Encoder zum Einsatz. Die Sollwertvorgabe für den Slave erfolgt im Gearingmode über die Encodersignale des Masterantriebs.

Abschätzung der Winkelabweichung zwischen Master und Slave

In einer Master/Slave Konfiguration ergibt sich im Verfahrensbetrieb ein Winkelversatz zwischen dem Master und dem immer nacheilenden Slave. Ursache ist die unterschiedliche Verwendung der Lageinformation des Masters in den beiden Antrieben (Abbildung 4), der sich einstellende Effekt ist als Schleppfehler bekannt.

Entscheidend ist, dass im Gearing- oder Steppermode der Geschwindigkeitssollwert n^* über den Lageregler aus der Abweichung zwischen der Ist- und der Soll-lage ermittelt wird:

$$n_{Slave}^* = \frac{PP}{k} (Lagesollwert - Lageistwert) = \frac{PP}{k} (\text{Schleppfehler}) \quad (1)$$

Istlage ist die Lage des Slaveantriebs, Soll-lage die Lage des Masterantriebs.

Der Faktor k ist eine interne Skalierung des Reglerparameters PP .

Für analoge Hallsensoren ist $k = 32$, für Antriebe mit Encodern hängt der Zahlenwert von k von der Encoderauflösung ab.

Der resultierende Schleppfehler in Motorumdrehungen ist unabhängig von der Encoderauflösung jeweils vergleichbar.

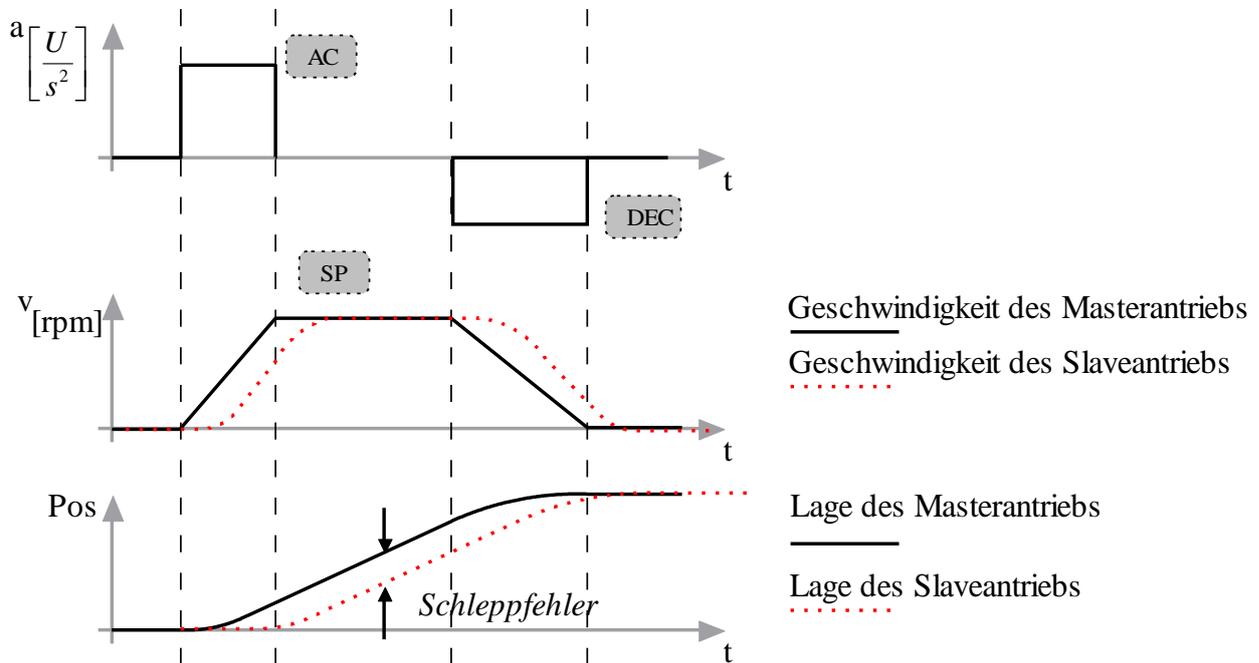


Abbildung 4: Geschwindigkeit und Lage von Master und Slave

Beispielrechnung:

In einem Ablauf wird eine Zeit lang stationär mit 3000 rpm gefahren. Als Slavemotor wird ein BL Motor mit analogen Hallensensoren verwendet, die resultierende Encoderauflösung ist dann 3000 Inkremente / Umdrehung. Als Proportionalverstärkung ist $PP = 10$ eingestellt.

Stationär werden dann sowohl Master als auch Slave mit 3000 rpm fahren.

Es ist dann:

$$3000 \text{ rpm} = n_{\text{Slave}}^* = \frac{PP = 10}{k = 32} \left(\underbrace{\text{Solllage} - \text{Istlage}}_{\text{Schleppfehler}} \right) \quad (2)$$

Der Schleppfehler ergibt sich dann zu 9600 Inkremente entsprechend 3,2 Umdrehungen!

Einflussgrößen

Zur Beeinflussung des Schleppfehlers steht eigentlich nur die Proportionalverstärkung des Lage-reglers (PP) zur Verfügung. Wird diese mit dem Ziel den Schleppfehler zu minimieren zu hoch eingestellt, kann der Antrieb überschwingen oder instabil werden. Einer Konfiguration über eine „elektronische Achse“ ist in diesem Fall vorzuziehen.

Rechtliche Hinweise

Urheberrechte. Alle Rechte vorbehalten. Ohne vorherige ausdrückliche schriftliche Genehmigung der Dr. Fritz Faulhaber & Co. KG darf insbesondere kein Teil dieser Application Note vervielfältigt, reproduziert, in einem Informationssystem gespeichert oder be- oder verarbeitet werden.

Gewerbliche Schutzrechte. Mit der Veröffentlichung der Application Note werden weder ausdrücklich noch konkludent Rechte an gewerblichen Schutzrechten, die mittelbar oder unmittelbar den beschriebenen Anwendungen und Funktionen der Application Note zugrunde liegen, übertragen noch Nutzungsrechte daran eingeräumt.

Kein Vertragsbestandteil; Unverbindlichkeit der Application Note. Die Application Note ist nicht Vertragsbestandteil von Verträgen, die die Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG abschließt, soweit sich aus solchen Verträgen nicht etwas anderes ergibt. Die Application Note beschreibt unverbindlich ein mögliches Anwendungsbeispiel. Die Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG übernimmt insbesondere keine Garantie dafür und steht insbesondere nicht dafür ein, dass die in der Application Note illustrierten Abläufe und Funktionen stets wie beschrieben aus- und durchgeführt werden können und dass die in der Application Note beschriebenen Abläufe und Funktionen in anderen Zusammenhängen und Umgebungen ohne zusätzliche Tests oder Modifikationen mit demselben Ergebnis umgesetzt werden können.

Keine Haftung. Die Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG weist darauf hin, dass aufgrund der Unverbindlichkeit der Application Note keine Haftung für Schäden übernommen wird, die auf die Application Note zurückgehen.

Änderungen der Application Note. Änderungen der Application Note sind vorbehalten. Die jeweils aktuelle Version dieser Application Note erhalten Sie von Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG unter der Telefonnummer +49 7031 638 688 oder per Mail von mcsupport@faulhaber.de.

Legal notices

Copyrights. All rights reserved. No part of this Application Note may be copied, reproduced, saved in an information system, altered or processed in any way without the express prior written consent of Dr. Fritz Faulhaber & Co. KG.

Industrial property rights. In publishing the Application Note Dr. Fritz Faulhaber & Co. KG does not expressly or implicitly grant any rights in industrial property rights on which the applications and functions of the Application Note described are directly or indirectly based nor does it transfer rights of use in such industrial property rights.

No part of contract; non-binding character of the Application Note. Unless otherwise stated the Application Note is not a constituent part of contracts concluded by Dr. Fritz Faulhaber & Co. KG. The Application Note is a non-binding description of a possible application. In particular Dr. Fritz Faulhaber & Co. KG does not guarantee and makes no representation that the processes and functions illustrated in the Application Note can always be executed and implemented as described and that they can be used in other contexts and environments with the same result without additional tests or modifications.

No liability. Owing to the non-binding character of the Application Note Dr. Fritz Faulhaber & Co. KG will not accept any liability for losses arising in connection with it.

Amendments to the Application Note. Dr. Fritz Faulhaber & Co. KG reserves the right to amend Application Notes. The current version of this Application Note may be obtained from Dr. Fritz Faulhaber & Co. KG by calling +49 7031 638 385 or sending an e-mail to mcsupport@faulhaber.de.