

Wann und wie geschlossene Drehzahlregelungssysteme bei Gleichstrommotoren eingesetzt werden sollten

19 May 2023

Bei einigen Miniatur-Gleichstrommotoren, die beispielsweise in bestimmten chirurgischen Handwerkzeugen zum Einsatz kommen, sorgt ein geschlossener Regelkreis auch bei ansteigender und variierender Belastung für stabile Drehzahlen. Ob eine Regelung mit offenem oder geschlossenem Regelkreis erforderlich ist und auf welche Weise die Drehzahl geregelt werden soll, ist für den OEM-Ingenieur eine wichtige Entscheidung, die bereits in der frühen Entwicklungsphase getroffen werden sollte.

Samuel Klein, Anwendungsingenieur und Miniaturantriebsspezialist bei Portescap, erklärt, wie sich bei Gleichstrommotoren eine Drehzahlregelung mit geschlossenem Regelkreis erreichen lässt.

Bei vielen Anwendungen wird ein Gleichstrommotoren im offenen Regelkreis betrieben. In diesen Fällen gibt es keine Rückkopplung zwischen der Leistungsendstufe und dem Motoreingang. Die Drehzahl eines Motors mit offenem Regelkreis wird über die Spannungsregulierung gesteuert. Bei erhöhter Motorlast (wenn beispielsweise eine Bohrerkrone auf dichtes Zahnmaterial trifft) verringert sich dann jedoch die Drehzahl des Motors. Das Ausmaß dieser Verringerung hängt vom Drehzahl-Drehmoment-Verhältnis des Motors ab.

Die Drehzahl des Motors erhöht oder verringert sich linear zur Eingangsspannung. Abhängig von der Stromspannung wird die maximale Motordrehzahl durch die Leerlaufdrehzahl (welche die höchstmögliche Drehzahl des Motors darstellt) und das Stillstandsmoment definiert, ab dem die Motordrehung aufgrund des Lastwiderstands nicht mehr möglich ist. Zwischen diesen Grenzwerten sinkt die

Drehzahl entsprechend der Last, basierend auf dem Drehzahl-Drehmoment-Wert des Motors.

Anwendungen wie eine Bohrmaschine oder ein elektrischer Schraubendreher für den Hausgebrauch können in der Regel einen Drehzahlabfall tolerieren, wenn die Last schwankt oder steigt. Ein leistungsstärkerer Motor oder ein Getriebe kann die Drehzahl und das Drehmoment stabilisieren, auch wenn die Motorlast zunimmt. Beide erhöhen jedoch den Platzbedarf, das Gewicht und die Kosten der Anwendung. Auch das Problem der Drehzahlschwankungen wird dadurch nicht gelöst, da diese auch weiterhin auftreten. Einige Anwendungen erfordern eine genaue und stabile Drehzahlregelung, wie beispielsweise Schlauchpumpen oder bestimmte chirurgische Elektrowerkzeuge. Um die Drehzahl eines Gleichstrommotors an einem beliebigen Punkt kontinuierlich zu regeln, ist ein geschlossenes Drehzahlregelungssystem erforderlich.

Geschlossene Regelkreissysteme

Sobald die Rückkopplung vom Motorausgang (auch im Hinblick auf dessen Drehzahl) wieder den Wert des Eingangsstadiums angenommen hat, „schließt“ sich gewissermaßen der Regelkreis. Dies ermöglicht eine bedarfsgerechte Anpassung der Leistung.

Zu diesem Zweck misst ein Regler kontinuierlich die Motordrehzahl, während Geräte wie Hallsensoren, Drehgeber oder andere Systeme zur Überwachung der elektromotorischen Kraft (EMF) eines Motors für die Rückkopplung sorgen. Der Regler gleicht den tatsächlichen Drehzahlwert mit dem Eingangssollwert ab und passt die Spannung oder den Strom neu an, um eine konstante Drehzahl gemäß dem Eingangsbefehl aufrechtzuerhalten.

Unabhängig davon, ob offene oder geschlossene Regelkreissysteme verwendet werden: Die Eingangsspannung und der Eingangsstrom werden durch die Bauart des Motors und das übergeordnete System sowie durch die tatsächliche

Stromzufuhr begrenzt. Infolgedessen werden auch die Motordrehzahl und das Drehmoment entsprechend begrenzt.

Chirurgische Handwerkzeuge

Chirurgische Handwerkzeuge arbeiten entweder mit offenem oder geschlossenem Regelkreis – welche Lösung die bessere ist, hängt von den jeweiligen Anwendungsanforderungen ab. Bei geschlossenen Drehzahlregelungssystemen kann der Benutzer die gewünschte Drehzahl per Tastendruck festlegen. Wenn mit dem Bohren oder Schneiden begonnen wird, wird eine Last aufgebracht, doch die tatsächliche Ausgangsdrehzahl des Werkzeugs bleibt trotz der steigenden Drehmomentlast stabil und konstant. Somit muss der Chirurg nicht mehr auf eine Taste drücken, um die Geschwindigkeit aufrechtzuerhalten: Der Bediener wird also entlastet, was bei langwierigen Eingriffen ein entscheidender Vorteil sein kann. Vor allem jedoch bietet ein solches geschlossenes Regelsystem oft eine bessere Kontrolle, wenn konstante Drehzahlen erforderlich sind.

Bei Werkzeugen, die die Drehzahl durch das Regulieren der Spannung steuern, kommt es auch sehr darauf an, wie stark der Chirurg den Auslöser drückt. Wenn die Motorlast steigt, sinkt die Drehzahl, und der Chirurg steuert den Prozess über den von ihm ausgeübten Druck. Diese Methode ist bei Anwendungen vorzuziehen, die dem Chirurgen eine flexiblere Kontrolle über einen Prozess ermöglichen, bei dem eine gleichbleibende Geschwindigkeit nicht entscheidend ist.

Überlegungen in der Konstruktionsphase

Obwohl Gleichstrommotoren in der Regel ohne Rückführung betrieben werden, kann die Einführung eines geschlossenen Regelkreises die Genauigkeit der Drehzahlregelung für kritische Anwendungen erhöhen. Die Drehzahlregelung, einschließlich der Auswahl des optimalen Konzepts und seiner Umsetzung, ist bei den meisten Bewegungssystemen von entscheidender Bedeutung. Da die Drehzahl zudem Auswirkungen auf übergeordnete Eigenschaften (wie Spannung oder Drehmoment) haben kann oder von diesen abhängt, ist es von Vorteil, bereits in der

Konstruktionsphase mit einem Bewegungsspezialisten zusammenzuarbeiten, um das Ergebnis des gesamten Projekts zu optimieren. Die Ingenieure von Portescap können OEM-Designer während eines Projekts unterstützen und sicherstellen, dass sie die am besten geeignete Lösung für ihre Anwendung erhalten.

Image captions:

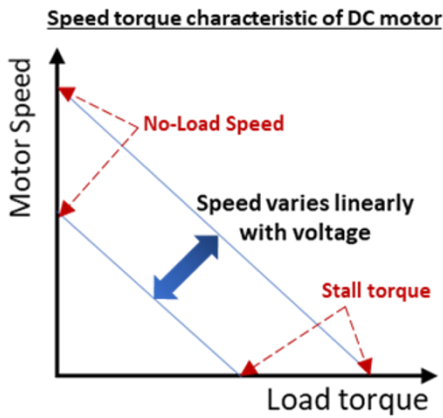


Image 1: Drehzahl-Drehmoment-Variation eines Gleichstrommotors mit Spannung



Image 2: Offene Regelkreissysteme in Gleichstrommotoren

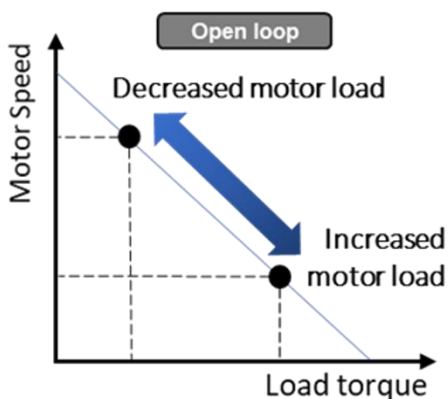


Image 3: Gleichstrommotorspannungssteuerung mit offenem Regelkreis

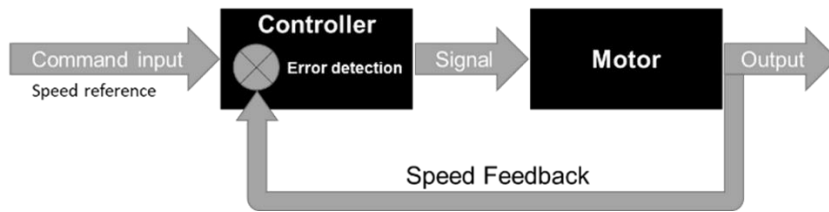
Speed Closed loop control

Image 4: Geschlossene Drehzahlregelungssysteme bei Gleichstrommotoren



Image 5: Beispiel eines chirurgischen Handwerkzeugs

The image(s) distributed with this press release are for Editorial use only and are subject to copyright. The image(s) may only be used to accompany the press release mentioned here, no other use is permitted.

Über Portescap

Portescap bietet die breiteste Palette an Miniatur- und Sondermotoren in der Branche. Diese umfasst kernlose Bürsten-DC-Motoren, bürstenlose DC-Motoren, Can-Stack-Schrittmotoren, Getriebeköpfe, digitale Linearaktuatoren und Scheibenmagnet-Technologien. Die Produkte von Portescap lösen seit mehr als 70 Jahren vielfältige Aufgaben in der Antriebstechnik in einem breiten Anwendungsspektrum medizinischer und industrieller Bereichen.

Portescap hat Produktionszentren in den Vereinigten Staaten und Indien und nutzt ein globales Produktentwicklungsnetzwerk mit Forschungs- und Entwicklungszentren in den Vereinigten Staaten, China, Indien und in der Schweiz.

Weitere Informationen: www.portescap.com

Press contact:

Portescap

Nicole Monaco

Global Marketing Manager

Tel.: +1 404.877.2534

sales.europe@portescap.com

PR agency:

DMA Europa

Aija Senberga

Progress House, Great Western Avenue, Worcester,

WR5 1AQ, UK

Tel.: +44 (0) 1905 917477

aia.senberga@dmaeuropa.com

news.dmaeuropa.com