

Schrittmotor-Endstufen

Technische Daten und wichtige Kenngrößen

Konstantspannung vs. Konstantstrom:

Man unterscheidet bei Schrittmotor-Endstufen grundsätzlich zwei Ansteuerungsarten: Die einfachste Methode, einen Schrittmotor anzusteuern besteht darin, die beiden Wicklungen über Transistoren einfach nur ein- und auszuschalten bzw. umzupolen (Konstantspannungsansteuerung). Früher, als integrierte Schaltungen noch teuer waren, funktionierten auch industrielle Endstufen so. Heute findet man diese Technik bei professionellen Endstufen nicht mehr.

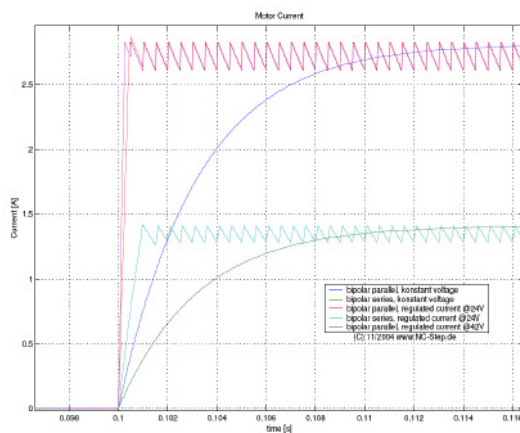


Bild1: Stromanstiegszeit in Abhängigkeit von der Ansteuerung und der Beschaltung der Motorwicklungen.

Diese Konstantspannungsansteuerung hat nämlich mehrere Nachteile. Da der Strom nicht geregelt wird, muß die Versorgungsspannung der Endstufe an die Nennspannung des Motors angepaßt und entsprechend stabilisiert sein, um den Motor nicht zu überlasten. Außerdem ist die mit dieser Ansteuerung erzielbare Motordynamik unzureichend, da die Induktivität der Motorwicklungen die Stromanstiegsgeschwindigkeit begrenzt. Das heißt, dass es eine gewisse Zeit dauert, bis der Nennstrom aufgebaut ist. Die Dauer hängt von der Induktivität der Wicklung und der angelegten Spannung ab. Je größer die Induktivität und je niedriger die Spannung, desto länger dauert es, bis den Nennstrom erreicht wird. Wird schon vor Erreichen des Nennstroms ein Schritt weitergeschaltet, arbeitet der Motor nicht mit seinem vollen Drehmoment.

Um den Nennstrom schneller aufbauen zu können, werden Schrittmotoren bevorzugt mit Spannungen betrieben, die deutlich über ihrer Nennspannung liegen. Hier kommt nun der Stromregler in's Spiel: Er verhindert eine Überlastung des Motors, indem er bei Erreichen des Nennstroms die Wicklung kurzzeitig abschaltet. Die Wicklung wird erst wieder bestromt, wenn der gemessene Strom wieder unter dem eingestellten Nennstrom liegt (Konstantstromansteuerung). Es ergibt sich (bei stehendem Motor) im zeitlichen Mittel der selbe Motornennstrom, als wäre nur die Nennspannung des Motors angelegt worden

Elektrische Daten:

Betriebsspannung: Die Betriebsspannung, mit der die Endstufe betrieben werden kann, z.B. 12-42V=. Die maximale Nennspannung der verwendeten Endstufen-ICs oder FETs liegt normalerweise höher als die max. zulässige Betriebsspannung der Endstufe, da beim Ein- und Ausschalten Spannungsspitzen entstehen, die sonst zur Zerstörung der Endstufe führen würden.

Nennstrom: Maximal möglicher Motorstrom. Oft wird nur der Spitzenstrom angegeben (s.u.)

Schrittauflösung: Neben der physikalischen Auflösung des Motors (Vollschritt, typisch 200 Schritte/Umdrehung) sind feinere Schrittwinkel durch gezielte Variation der Ströme in beiden Motorphasen erreichbar (Halb- bzw. Mikroschritt). Je feiner die Schrittteilung, desto ruhiger läuft der Motor.

Andererseits sind bei feineren Auflösungen pro Vollschrift mehrere Takte am Eingang der Endstufe erforderlich. Daher sind Auflösungen kleiner als 1/8-Schritt selten sinnvoll einzusetzen.

Galvanische Trennung: Zum Schutz der übergeordneten Steuerung (z.B. PC mit NC-Software) sind Endstufen teilweise mittels Optokopplern galvanisch von der Steuerelektronik getrennt. Bei niedrigen Betriebsspannungen ($<40V$) kann eine galvanische Trennung entfallen, wenn die Signalleitungen gegen Überstrom gesichert sind.

Kurzschlussschutz: Ein Kurzschlußschutz verhindert die Zerstörung der Endstufe, falls ein Ausgang versehentlich kurzgeschlossen wird. Es gibt Ausführungen mit nur kurzzeitigem Kurzschlussschutz oder dauerfesten Ausgängen. Teilweise werden nur Kurzschlüsse der Motorwicklung selbst abgefangen. Die HP-Step Endstufe ist dauerfest gegen Kurzschlüsse nach Masse, zwischen den Motorwicklungen und gegen Kurzschlüsse in Bezug auf die Betriebsspannung.

Stromabsenkung: Im Gegensatz zu Servomotoren nehmen Schrittmotoren immer Leistung auf, auch wenn sie nicht belastet werden bzw. auch wenn sie sich nicht drehen. Um eine übermäßige Erwärmung der Motoren und der Endstufen zu vermeiden, ist es sinnvoll, den Motorstrom bei Stillstand des Motors zu reduzieren. Bei mehrachsigen Anwendungen (z.B. Dreh- und Fräsbearbeitung) sollte dies jedoch nur erfolgen, wenn alle Achsen stehen. Sonst besteht die Gefahr, dass die Bearbeitungskräfte die Positionen der stehenden Achsen beeinflussen.

Alle bei NC-Step erhältlichen Endstufen bieten einen Eingang, der es ermöglicht, den Strom aller Achsen per Software zu reduzieren. Die HP-Step kann alternativ den Strom auch automatisch reduzieren, wenn keine Takte eingehen. Sollte ihre Software kein Signal zur Stromabsenkung erzeugen, können sie die Strombegrenzung auch manuell über einen Schalter aktivieren.

Spitzenstrom vs. Effektivstrom:

Der Nennstrom eines Motors wird vom Hersteller immer für den Vollschriftbetrieb angegeben. In dieser Betriebsart sind stets beide Wicklungen voll bestromt. Dies ist also der ungünstigste Fall, bei dem die maximal zulässige Verlustleistung anfällt.

Bei der Ansteuerung im Mikroschritt wird der Strom in den Wicklungen gezielt variiert. Für eine unendlich feine Schrittteilung ergeben sich Sinus- bzw. Cosinusförmige Motorströme. Dadurch sind aber nie beide Wicklungen gleichzeitig voll bestromt. Die im Motor anfallende Verlustleistung ist also geringer als im Vollschrift. Um den Motor voll auszulasten, kann der Strom gegenüber dem Vollschrift um den Faktor $\sqrt{2}=1,414$ erhöht werden. Für einen Motor mit 2A Nennstrom ist also eine Endstufe mit einem Spitzenstrom von 2,83A erforderlich. Aus diesem Grund wird bei allen Endstufen von NC-Step neben dem Spitzenstrom auch der Effektivwert des Stroms angegeben, der größer oder gleich dem Motornennstrom sein sollte.

Bei einfachen Halbschrittansteuerungen wird in den Halbschritt-Positionen jeweils eine Wicklung abgeschaltet. Dies führt zu einem reduzierten Drehmoment (Faktor 0,7, da die Kraftvektoren der Wicklungen senkrecht zueinander stehen) und somit auch zu einem ungleichmäßigen Motorlauf. Die Endstufe 3D-Step verwendet ein modifiziertes Halbschrittverfahren, bei dem analog zum Mikroschritt, der Motorstrom erhöht wird, wenn nur eine der beiden Wicklungen bestromt ist.

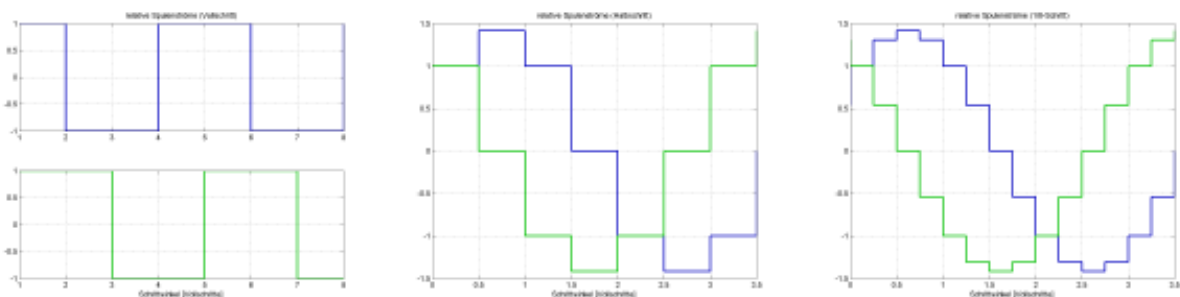


Bild 2: Relative Motorströme (Motornennstrom = 1) bei Vollschrift (links), modifiziertem Halbschritt "Shaping" (3D-Step, mitte) und Achtelschritt (rechts).

Endstufenauswahl:

NC-Step führt eine Auswahl an Endstufen, die optimal auf die angebotenen Motoren abgestimmt sind. Sollten Sie für eine Serienanwendung spezielle Anforderungen haben, kontaktieren sie uns bitte per E-Mail. Um Ihre Anfrage zügig bearbeiten zu können, benötigen wir möglichst alle bekannten Daten vom anzusteuernenden Motor.