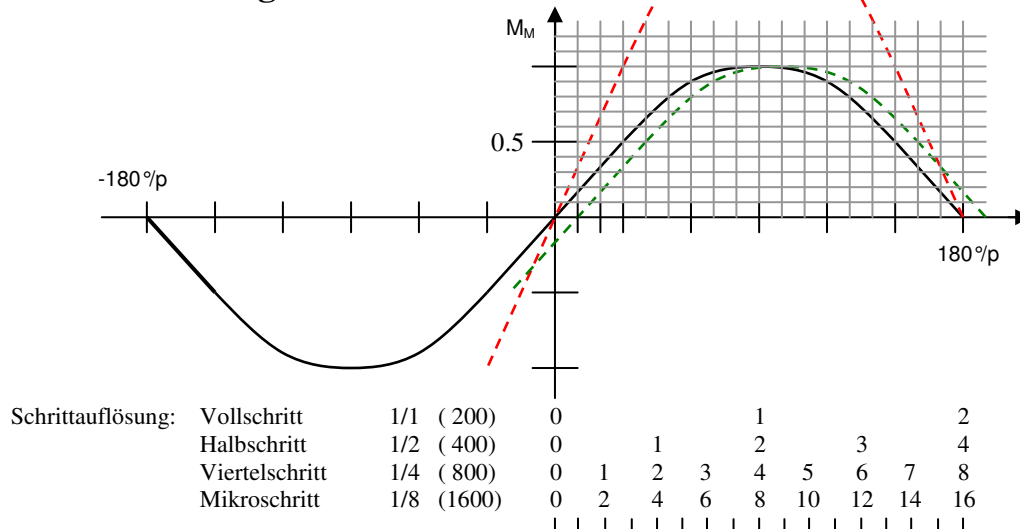


Schrittauflösung/Lastwinkel



Motormoment M_M

Obige Kurve (schwarz) zeigt den prinzipiellen Motor-momentverlauf eines Hybridschrittmotors mit $p=50$ Polpaaren. Die Funktion ist annähernd sinusförmig. Daher gilt für das Motormoment $M_M = M_H \cdot \sin(\text{Schrittwinkel})$.

Haltemoment M_H

Bei 90 Grad wird das maximale Motormoment erreicht und wird mit Haltemoment bezeichnet. Bei Vollschritt bereits bei einem Schrittwinkel von 1, bei Viertelschritt dagegen erst ab 4 Schritten usw.

Lastwinkel L_W

Wirkt auf den Motor eine äußere Kraft ein, lenkt sich der Rotor (grüne Kurve) um den Lastwinkel aus seiner Ruhelage aus bis die Gleichgewichtslage wieder hergestellt ist.

Steifigkeit S

Die Schnelligkeit, wie der Schrittmotor einer äußeren Krafteinwirkung entgegen wirkt wird mit Steifigkeit bezeichnet. Bei einem Motor mit $p=50$ Polpaaren stellt sich das maximale Drehmoment schon nach einer viertel Periode, also $360/50/4 = 1,8^\circ$ ein. Die Funktion für die Steifigkeit S lautet: $S = p \cdot M_H \cdot \cos(p \cdot L_W)$. Vereinfacht gilt für kleine Auslenkungen $< 30^\circ$: $S = p M_H$

Schrittauflösung

Die Schrittzahl z pro Motorumdrehung ist proportional zur Polpaarzahl p , der Anzahl der Phasen m und einer Konstante k für die elektrische Erregung der Statorströme. (Vollschritt: $k=2$, Halbschritt: $k=4$ usw.) Für einen 2-Phasen Hybridschrittmotor mit 50 Polpaaren ergibt sich somit bei Halbschritt eine Schrittzahl/Umdr. von $z = p \cdot m \cdot k = 50 \cdot 2 \cdot 4 = 400$ Schritten. Die Erhöhung der Schrittzahl (Mikroschritt) erfolgt heute eigentlich nur noch über k , indem die Phasenströme feiner quantifiziert werden. Mehr als drei Phasenstränge sind nicht sinnvoll, 2- oder 3-Phasentechnik nur eine Philosophiefrage.

Mikroschritt

Für die Erhöhung der Schrittauflösung sprechen im Wesentlichen die zwei Punkte wie **geringere Schrittresonanz** und **feinere Positionierung**. Heute werden im Markt Schrittmotorleistungsteile angeboten, die bis zu 10000 Schritte/Umdrehung und mehr auflösen können. In der Praxis sind diese hohen Auflösungen unter realistischen Bedingungen jedoch kaum einzuhalten.

Nutzbare Schrittauflösung

Bei der Dimensionierung von Schrittmotorantrieben müssen im Wesentlichen drei Kräfte berücksichtigt werden, Reibung, Halte- oder Bearbeitungskraft und die Beschleunigungskraft. Für die Positioniergenauigkeit sind Reibung und Haltekraft die maßgeblichen Größen. Betrachtet man die Haltemomentkurve unter dem Aspekt des Positionierfehlers (Lastwinkel, 1600er Auflösung) kleiner als ein Schritt, so erkennt man, dass das Lastmoment ca. 17% des Gesamthaltemomentes nicht übersteigen darf. Bei weiterer Erhöhung der Schrittauflösung und Positioniereinhaltung von einem Schritt muss entweder das nutzbare Lastmoment noch mehr reduziert oder das Motorhaltemoment drastisch erhöht werden. (rote Kurve) Dies führt jedoch sehr schnell zu überdimensionalen Motorauslegungen. Bei 10000 Schritten/Umdrehung gar darf das Lastmoment nicht mehr als 3% des max. möglichen Motorhaltemomentes übersteigen. Dieser Wert wird bereits meist schon durch die immer vorhandene Reibungskraft erreicht. Im Übrigen ist die Reibungskraft richtungsabhängig und resultiert dem zu Folge in einer Positionshysterese. Auflösungen bis 2000 Schritte/Umdr. sind in der Praxis noch vertretbar.

Schrittresonanz

Schrittresonanzen werden mit steigender Auflösung reduziert. Praxiswerte zeigten, dass ab etwa 2000 Schritten/Umdrehung keine Verbesserungen mehr zu erreichen sind, da bereits durch die vorhandene Systemreibung ausreichend gedämpft wird.