

maxon EC motor eisenlose Wicklung

Technik – kurz und bündig

Eigenschaften der maxon EC-Motoren

- Bürstenloser Gleichstrommotor
- Hohe Lebensdauer
- Drehzahlen bis 50 000 min⁻¹ und höher
- Hoher Wirkungsgrad
- Lineare Kennlinien, hervorragende Regелеigenschaften
- Feststehende eisenlose Wicklung, System maxon® mit drei Phasen
- Kleinste elektrische Zeitkonstante und geringe Induktivität
- Ohne Rastmoment
- Gute Wärmeabfuhr, hohe Überlastbarkeit
- Rotierender Permanentmagnet aus Neodym mit ein oder zwei Polpaaren
- Geringste Restunwucht

Eigenschaften des maxon EC-max Programms

- Attraktives Preis/Leistungsverhältnis
- Robustes Stahlgehäuse
- Drehzahlen bis 20 000 min⁻¹
- Rotor mit einem Polpaar

Eigenschaften des maxon EC-4pole Programms

- Höchste Leistungsdichte dank Rotor mit zwei Polpaaren
- Gestrickte Wicklung, System maxon® mit optimierter Verschaltung der Teilwicklungen
- Drehzahlen bis 25 000 min⁻¹
- Hochwertiges Rückschlussmaterial zur Reduktion der Wirbelstromverluste
- Mechanische Zeitkonstanten unter drei Millisekunden.

Lagerung und Lebensdauer

Die hohe Lebensdauer des bürstenlosen Designs kann nur mit vorgespannten Kugellagern echt genutzt werden.

- Lagerung auf mehrere 10 000 Stunden ausgelegt
- Die Lebensdauer wird beeinflusst durch maximale Drehzahl, Restunwucht und Lagerbelastung

Legende

Der Kommutierungswinkel bezieht sich auf die Länge einer vollständigen Kommutierungssequenz (360°e). Die Länge eines Kommutierungsintervalls ist demnach 60°e. Die Rotorlage bezogen auf die Motorwelle ist für Motoren mit einem Polpaar identisch. Für Motoren mit zwei Polpaaren halbieren sich die Werte.

Programm

- EC-Programm
- EC-max-Programm
- EC-4pole-Programm
- mit Hall-Sensoren
- sensorlos
- mit integrierter Elektronik
- sterilisierbar

Elektronische Kommutierung

Blockkommutierung mit Hall-Sensoren

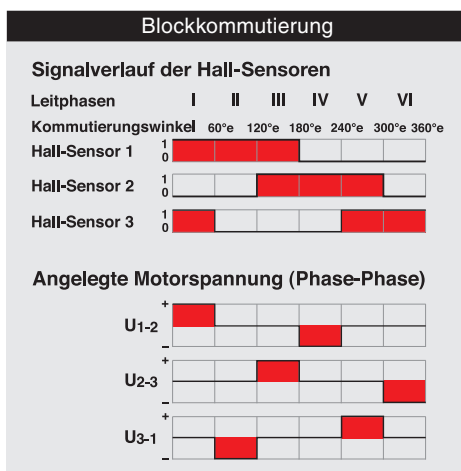
Die Rückmeldung der Rotorlage erfolgt durch drei im Motor eingebaute Hall-Sensoren. Die um 120° versetzt angeordneten Hall-Sensoren liefern pro Umdrehung sechs verschiedene Schaltkombinationen. Die drei Teilwicklungen werden nun entsprechend den Sensorinformationen in sechs verschiedenen Leitphasen bestromt. Strom- und Spannungsverlauf sind blockförmig. Die Schaltlage jeder elektronischen Kommutierung liegt um 30° versetzt zum jeweiligen Drehmoment-Scheitelpunkt.

Eigenschaften der Blockkommutierung

- Relativ einfache und kostengünstige Elektronik
- Drehmomenttrippl von 14 %
- Kontrollierter Anlauf
- Hohe Anlaufmomente und Beschleunigungen möglich
- Die Daten der maxon EC-Motoren werden mit Blockkommutierung ermittelt

Mögliche Anwendungen

- Hochdynamische Servoantriebe
- Start-Stopp-Betrieb
- Positionieraufgaben



- 1 Flansch
- 2 Gehäuse
- 3 Statorpaket
- 4 Wicklung
- 5 Permanentmagnet
- 6 Welle
- 7 Auswuchtsscheiben
- 8 Print mit Hall-Sensoren
- 9 Steuermagnet
- 10 Vorgespannte Kugellager
- 11 Vorspannung

Sensorlose Blockkommutierung

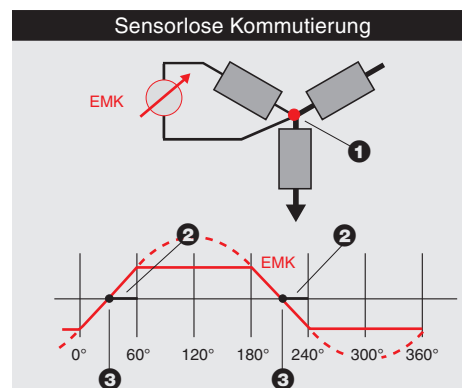
Die Rotorlage wird über den Verlauf der induzierten Spannung erschlossen. Die Elektronik wertet den Nulldurchgang der induzierten Spannung aus und kommutiert nach einer drehzahlabhängigen Pause den Motorstrom (30° nach dem Nulldurchgang). Die Amplitude der induzierten Spannung ist drehzahlabhängig. Im Stillstand und bei kleinen Drehzahlen ist das Spannungssignal zu klein und der Nulldurchgang kann nicht oder nur ungenau detektiert werden. Deshalb werden spezielle Algorithmen für den Anlauf benötigt (analog zur Schrittmotoransteuerung). Damit auch EC-Motoren in Dreieckschaltung sensorlos kommutiert werden können, wird in der Elektronik meist ein virtueller Sternpunkt erzeugt.

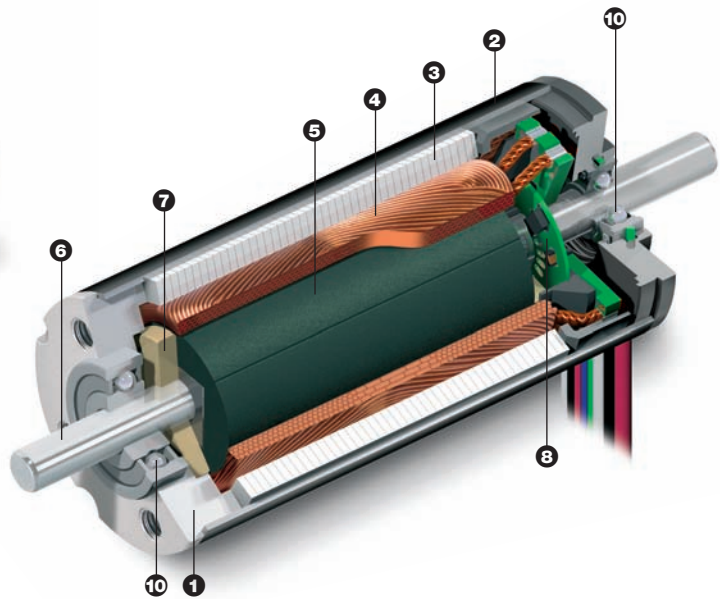
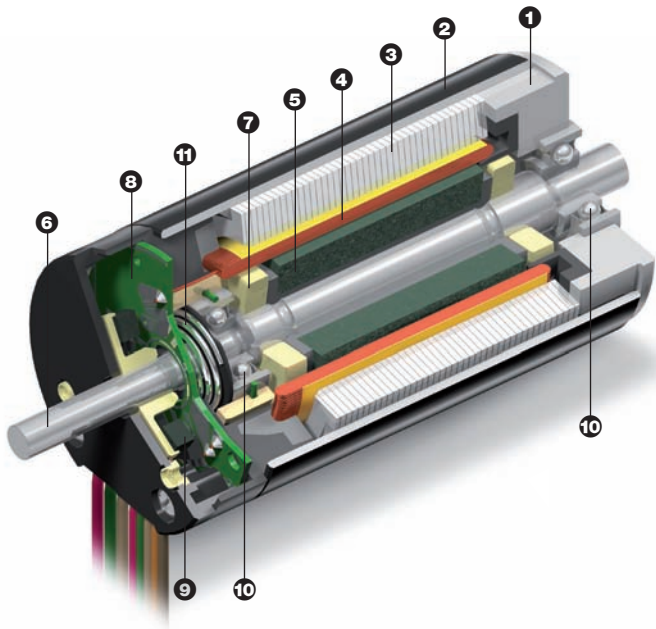
Eigenschaften der sensorlosen Kommutierung

- Drehmomenttrippl von 14 % (Blockkommutierung)
- Kein definierter Anlauf
- Nicht geeignet für kleine Drehzahlen
- Nicht geeignet für dynamische Anwendungen

Mögliche Anwendungen

- Dauerbetrieb bei höheren Drehzahlen
- Ventilatoren





Beschaltung der Hall-Sensoren

Sinuskommutierung

Die hochauflösenden Signale von Encoder oder Resolver werden in der Elektronik zur Erzeugung sinusförmiger Motor-Ströme verwendet. Die Ströme durch die drei Motorwicklungen sind abhängig von der Rotorlage und jeweils um 120 Grad phasenverschoben (Sinuskommutierung). Dies ergibt den sehr weichen, präzisen Lauf des Motors und eine sehr genaue, hochwertige Regelung.

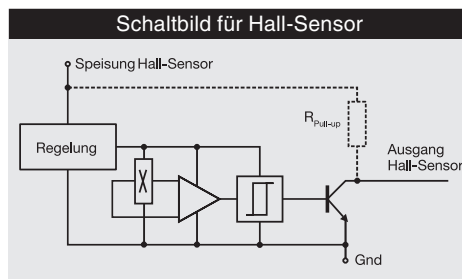
Eigenschaften der Sinuskommutierung

- Aufwändigere Elektronik
- Kein Drehmomentrippel
- Sehr gute Gleichlaufeigenschaften auch bei kleinsten Drehzahlen
- Ca. 5 % höheres Dauerdrehmoment als bei Blockkommutierung

Mögliche Anwendungen

- Hochdynamische Servoantriebe
- Positionieraufgaben

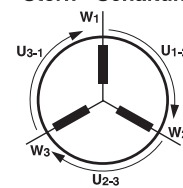
Der Open Collector Ausgang der Hall-Sensoren hat in der Regel keinen eigenen Pull-Up Widerstand, da dieser in den maxon-Steuerungen integriert ist. Ausnahmen werden in den entsprechenden Motordatenblättern speziell erwähnt.



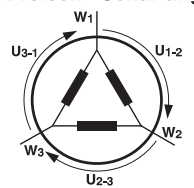
Wicklungsbeschaltung

Die maxon Rautenwicklung ist in drei Teilwicklungen zu je 120° aufgeteilt. Die Teilwicklungen können auf zwei verschiedene Arten – «Stern» oder «Dreieck» – beschaltet werden. Dadurch verändern sich Drehzahl und Drehmoment umgekehrt proportional um den Faktor $\sqrt{3}$. Für die Auswahl des Motors spielt die Wicklungsbeschaltung keine ausschlaggebende Rolle. Wichtig ist, dass die motorspezifischen Parameter (Drehzahlkonstante und Drehmomentkonstante) den Anforderungen entsprechen.

«Stern»-Schaltung

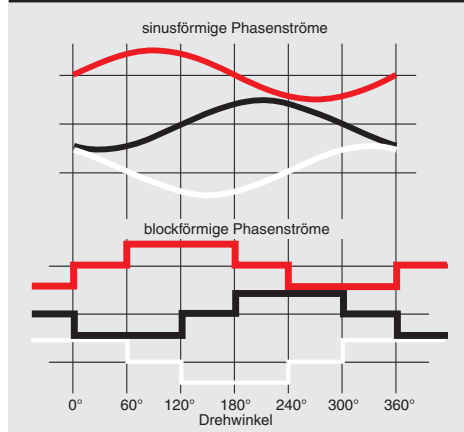


«Dreieck»-Schaltung



Die maximal zulässige Wicklungstemperatur beträgt 125°C oder 155°C je nach Motortyp.

Ströme in Sinus- und Blockkommutierung



Legende

- ① Sternpunkt
- ② Zeitverzögerung 30°
- ③ Nulldurchlauf EMK

Weitere Ergänzungen siehe Seite 137 oder im Buch «Auslegung von hochpräzisen Kleinstantrieben» von Dr. Urs Kafader.