


Erklärungen der Terminologie maxon EC motor

Massbilder

Darstellung der Ansichten gemäss Projektionsmethode E (ISO).  Alle Abmessungen in [mm].

Motordaten

Die Werte in den Zeilen 2 bis 15 wurden in Verbindung mit einer einfachen Blockkommütierung ermittelt.

1 Nennspannung U_N [V]

ist die Spannung, die bei Blockkommütierung zwischen zwei bestromten Phasen anliegt. Der zeitliche Verlauf der Spannung an den drei Phasen ist auf Seite 44 dargestellt. Alle Nenndaten (Zeilen 2–9) beziehen sich auf diese Spannung. Zulässig sind sowohl tiefere als auch höhere Spannungen, sofern die Grenzwerte nicht überschritten werden.

2 Leerlaufdrehzahl n_0 [min^{-1}] $\pm 10\%$

ist die Drehzahl, die sich bei unbelastetem Motor im Betrieb bei Nennspannung einstellt. Sie ist annähernd proportional zur angelegten Spannung.

3 Leerlaufstrom I_0 [mA] $\pm 50\%$

ist der typische Strom, der sich bei unbelastetem Motor im Betrieb bei Nennspannung einstellt. Bedingt durch Lagerreibung und Eisenverluste nimmt er mit steigender Drehzahl zu. Die Leerlaufreibung ist stark temperaturabhängig. Bei längerem Betrieb nimmt die Leerlaufreibung ab, bei tiefen Temperaturen nimmt sie zu.

4 Nenndrehzahl n_N [min^{-1}]

ist die Drehzahl, die sich bei Betrieb bei Nennspannung und Nenndrehmoment bei einer Motortemperatur von 25°C einstellt.

5 Nennmoment M_N [mNm]

ist das Drehmoment, das bei Betrieb mit Nennspannung und Nennstrom bei einer Motortemperatur von 25°C erzeugt wird. Es liegt an der Grenze des Dauerbetriebsbereichs des Motors. Höhere Drehmomente führen zu einer unzulässigen Erwärmung der Wicklung.

6 Nennstrom I_N [A]

ist der Strom in der aktiven Phase bei Blockkommütierung, der bei der angegebenen Nenndrehzahl das Nenndrehmoment erzeugt (= max. zulässiger Dauerbelastungsstrom). Bei 25°C Umgebungstemperatur wird im Dauerbetrieb mit I_N die maximale Wicklungstemperatur erreicht. Infolge zusätzlicher Verluste im Statoreisen nimmt I_N bei steigender Drehzahl ab.

7 Anhaltmoment M_H [mNm]

ist das linear errechnete Lastmoment für Motoren, welches bei Nennspannung den Stillstand der Welle bewirkt. Bei EC-flat- und EC-i-Motoren kann dieses Moment durch Sättigungseffekte oft nicht erreicht werden.

8 Anlaufstrom I_A [A]

ist der Quotient aus Nennspannung und Anschlusswiderstand des Motors. Der Anlaufstrom ist dem Anhaltmoment äquivalent. Bei grösseren Motoren kann I_A aufgrund der Stromlimiten des Verstärkers häufig nicht erreicht werden.

9 Maximaler Wirkungsgrad η_{max} [%]

ist das optimale Verhältnis zwischen aufgenommener und abgegebener Leistung bei Nennspannung. Nicht immer kennzeichnet er auch den optimalen Arbeitspunkt.

10 Anschlusswiderstand Phase-Phase R [Ω]

ist durch den Widerstand bei 25°C zwischen zwei Anschlüssen der Standardauflösung bestimmt.

11 Anschlussinduktivität Phase-Phase L [mH]

ist die Induktivität der Wicklung zwischen zwei Anschlüssen. Sie wird mit 1 kHz Sinusspannung gemessen.

12 Drehmomentkonstante k_M [mNm/A]

oder auch spezifisches Drehmoment ist der Quotient aus erzeugtem Drehmoment und dem dazugehörigen Strom.

13 Drehzahlkonstante k_n [min^{-1}/V]

zeigt die ideale Leerlaufdrehzahl pro 1 Volt angelegter Spannung. Reibungsverluste nicht berücksichtigt.

14 Kennliniensteigung Δ_n/Δ_M [$\text{min}^{-1}/\text{mNm}$]

Sie gibt Auskunft über die Stärke des Motors. Je kleiner der Wert, umso stärker der Motor und umso weniger ändert sich die Drehzahl bei Lastschwankungen. Sie berechnet sich aus dem Quotienten von ideeller Leerlaufdrehzahl und ideellem Anhaltmoment (Toleranz $\pm 20\%$). Die reale Kennlinie ist bei EC-Motoren mit genuteter Wicklung (EC flat und EC-i) drehzahlabhängig; bei hohen Drehzahlen ist sie steiler, bei kleinen Drehzahlen flacher. Die reale Kennlinie bei Nennspannung kann im Dauerbetriebsbereich durch eine Gerade zwischen der Leerlaufdrehzahl und dem Nenn-Arbeitspunkt angenähert werden (vgl. Seite 57).

15 Mechanische Anlaufzeitkonstante τ_m [ms]

ist die Zeit, die der unbelastete Rotor benötigt, um vom Stillstand auf 63% seiner Enddrehzahl zu beschleunigen.

16 Rotorträgheitsmoment J_R [gcm^2]

ist das Massenträgheitsmoment des Rotors, bezogen auf die Drehachse.

17 Thermischer Widerstand Gehäuse-Luft $R_{\text{th}2}$ [K/W]

und

18 Thermischer Widerstand Wicklung-Gehäuse $R_{\text{th}1}$ [K/W]

Charakteristische Werte des thermischen Übergangswiderstandes ohne zusätzliche Wärmeableitung. Zeile 17 und 18 addiert bestimmen die maximale Erwärmung bei gegebener Verlustleistung (Belastung). Bei Motoren mit Metallflansch kann sich der thermische Widerstand $R_{\text{th}2}$ um bis zu 80% verringern, sofern der Motor statt an eine Kunststoffplatte direkt an eine Wärme leitende (metallische) Aufnahme angekoppelt wird.

19 Therm. Zeitkonstante der Wicklung τ_w [s]

und

20 Therm. Zeitkonstante des Motors τ_s [s]

sind die typischen Reaktionszeiten für die Temperaturänderung von Wicklung und Motor. Man erkennt, dass der Motor thermisch viel träger reagiert als die Wicklung. Die Werte sind aus dem Produkt der thermischen Kapazität und den angegebenen Wärmewiderständen gerechnet.

21 Umgebungstemperatur $^{\circ}\text{C}$

Betriebstemperaturbereich. Er ergibt sich aus der Wärmebeständigkeit der verwendeten Werkstoffe und der Viskosität der Lagerschmierung.

22 Max. Wicklungstemperatur $^{\circ}\text{C}$

Maximal zulässige Wicklungstemperatur.

23 Grenzdrehzahl n_{max} [min^{-1}]

ist die aufgrund thermischer und mechanischer Gesichtspunkte maximal empfohlene Drehzahl. Bei höheren Drehzahlen ist mit einer Reduktion der Lebensdauer zu rechnen.

24 Axialspiel [mm]

Bei nicht vorgespannten Motoren sind dies die Toleranzgrenzen des Lagerspiels. Eine Vorspannung hebt das Axialspiel bis zur angegebenen axialen Kraft auf. Bei Belastungen in Richtung der Vorspannkraft (Zug; von Flansch weg) ist das Axialspiel immer Null. In der Längentoleranz der Welle ist das maximale Axialspiel eingerechnet.

25 Radialspiel [mm]

Das Radialspiel ergibt sich aus der Radialluft der Lager. Eine Vorspannung hebt das Radialspiel bis zur angegebenen axialen Belastung auf.

26/27 Max. axiale Belastung [N]

Dynamisch: Im Betrieb zulässige Axialbelastung. Falls für Zug und Druck unterschiedliche Werte gelten, ist der kleinere Wert angegeben.

Statisch: Maximale axial auf die Welle wirkende Kraft im Stillstand, bei der keine bleibenden Schäden auftreten.

Welle abgestützt: Maximale axial auf die Welle wirkende Kraft im Stillstand, wenn die Kraft nicht am Stator, sondern am anderen Wellenende aufgenommen wird. Bei Motoren mit nur einem Wellenende besteht diese Möglichkeit nicht.

28 Max. radiale Belastung [N]

Der Wert wird für einen typischen Abstand vom Flansch angegeben. Bei grösserem Abstand reduziert sich dieser Wert.

29 Polpaarzahl

Anzahl Nordpole des Permanentmagneten. Die Phasenströme und die Kommutierungssignale durchlaufen pro Umdrehung p Zyklen. Servosteuerungen benötigen die korrekte Angabe der Polpaarzahl.

30 Anzahl Phasen

Alle maxon EC-Motoren sind dreiphasig.

31 Motorgewicht [g]

32 Typischer Geräuschpegel [dBA]

ist der statistische Mittelwert vom Geräuschpegel gemessen nach maxon Standard (10 cm Abstand radial zum Antrieb, Betrieb im Leerlauf bei einer Drehzahl von 6000 oder 50000 min^{-1}). Der Antrieb liegt dabei frei auf einer Schaumstoffmatte in der Geräuschmesskammer). Der akustische Geräuschpegel ist von unterschiedlichen Faktoren z. B. Bauteiltoleranzen abhängig und wird stark vom Gesamtsystem beeinflusst, in welchem der Antrieb eingebaut ist. Bei ungünstigem Anbau des Antriebes kann das Geräuschniveau deutlich über dem Geräuschniveau des Antriebes allein liegen. Der akustische Geräuschpegel wird während der Produktqualifikation gemessen und festgelegt. In der Fertigung wird eine Körperschallprüfung nach definierten Grenzwerten durchgeführt. Damit können unzulässige Abweichungen erkannt werden.

33 Max. Drehmoment M_{max} [mNm]

Das maximale Drehmoment, das der Motor kurzzeitig abgeben kann. Es wird durch den Überlastschutz der Elektronik begrenzt.

34 Max. Strom I_{max} [A]

Speisestrom, mit dem bei Nennspannung das Spitzenmoment erzeugt wird. Bei aktivem Drehzahlregler ist der Speisestrom nicht proportional zum Drehmoment, sondern hängt auch von der Speisespannung ab. Daher gilt dieser Wert nur bei Nennspannung.

35 Regelart

«Drehzahl» bezeichnet, dass der Antrieb mit einem integrierten Drehzahlregler ausgerüstet ist. «Gesteuert» bedeutet, dass der Antrieb mit einer reinen Kommutierungselektronik ausgerüstet ist.

36 Versorgungsspannung $+V_{\text{CC}}$ [V]

Bereich der Versorgungsspannungen, gemessen gegenüber GND, bei der der Antrieb funktioniert.

37 Drehzahlsollwerteingang U_c [V]

Bereich der analogen Spannung für den Drehzahlsollwert, gemessen gegenüber GND. Bei 2-Draht-Lösungen dient die Versorgungsspannung gleichzeitig als Drehzahlvorgabe.

38 Skalierung Drehzahlsollwerteingang

k_c [min^{-1}/V]

Der Drehzahlsollwert n_c ergibt sich aus dem Produkt $n_c = k_c \cdot U_c$.

39 Drehzahlbereich

Im geregelten Betrieb erreichbare Drehzahlen.

40 Max. Beschleunigung

Der Drehzahlsollwert folgt einem Sollwertsprung mit einer Rampe. Dieser Wert gibt die Steigung dieser Rampe an.