

Sicherstellung der Lebensdauer eines DC- Getriebemotors durch systematische Zuverlässigkeitsprüfungen

22 February 2023

Von industriellen Elektrowerkzeugen über OP-Roboter bis hin zu Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt und im Verteidigungsbereich ist eine Bewegungslösung, die eine hohe Kraftdichte in einem kleinen Paket bietet, eine gängige Anforderung. Der Einbau eines Getriebemotors bedeutet jedoch, dass die Zuverlässigkeit gewährleistet werden muss. Wenn die Betriebsdauer die zulässige Testdauer übersteigt, kann ein systematischer Ansatz für Zuverlässigkeitstests (Reliability Demonstration Testing, RDT) Erstausrüstern zu 95 % die Gewissheit geben, dass die Getriebemotoren ihre erforderliche Laufzeit erfüllen oder übertreffen.

Utpal Rabha, leitender Ingenieur bei Portescap, erklärt das RDT-Verfahren.

DC-Getriebemotoren sind so konzipiert, dass sie die Drehmomentanforderungen bestimmter Aufgaben erfüllen und gleichzeitig kompakte Maße gewährleisten. Das Gerät besteht aus einem bürstenbehafteten oder bürstenlosen DC-Motor und einem Getriebe, das die Anforderungen an Drehmoment, Drehzahl und Effizienz optimiert. Dadurch kann ein Getriebemotor die Abtriebsdrehzahl reduzieren und gleichzeitig das Drehmoment auf das erforderliche Niveau erhöhen, und das bei einem kompakteren Durchmesser als bei der Verwendung eines einzelnen Motors mit höherer Leistung.

Mit dem zusätzlichen Getriebemechanismus ist es zwingend erforderlich, dass die Konstruktion des Getriebemotors für die Dauer der erforderlichen Nutzung hinreichend zuverlässig ist. Um die Belastbarkeit unter realen Bedingungen zu gewährleisten, ist ein Zuverlässigkeitsnachweis (Reliability Demonstration Testing, RDT) erforderlich.

RDT-Stufen

Die erste Aufgabe in der Planungsphase besteht darin, das Zuverlässigkeitsziel festzulegen, das für die Festlegung der RDT-Parameter erforderlich ist. Zu den typischen Eigenschaften von Getriebemotoren, die einer RDT-Prüfung unterzogen werden, gehören Spannung, Strom, Drehzahl, Temperatur, Geräusche und physikalische Integrität. Dann können die Testmodelle ausgewählt werden, um den Stichprobenumfang sowie die erforderliche Testzeit zu berechnen. Die Präferenz hängt davon ab, ob die Testdauer von der zu erwartenden Standzeit abweicht; sie wird für ein Gerät benötigt, das langfristig arbeitet, verglichen mit einem Gerät, das vielleicht nur einen einmaligen Betrieb erfordert. Außerdem muss ein akzeptierter Toleranzwert für den Test festgelegt werden.

Idealerweise sollte der Test unter realen Anwendungsbedingungen stattfinden und für die gesamte Dauer der vorgesehenen Betriebszeit fortgesetzt werden. Wenn die Anforderungen an die Markteinführung dies jedoch nicht zulassen, z. B. bei Getriebemotoren mit langer Lebensdauer, die zehn Jahre lang betrieben werden können, kann ein beschleunigtes Testverfahren angewandt werden. In diesem Fall würden wir den B10-Wert berechnen, d. h. den Zeitpunkt, zu dem Geräte eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 90 % oder mehr haben.

Während des vordefinierten Zeitraums des Tests werden in regelmäßigen, festgelegten Abständen Beobachtungen gemacht, anhand derer eine Datenanalyse

erfolgen kann. Das typische Ziel sind null Fehler bei Abschluss des Tests. Werden vor Erreichen dieser Zeit Fehler festgestellt, wird die erforderliche Testzeit neu berechnet. Wenn eine geringe Anzahl von Proben während des Tests ausfällt, können die Ausfalldaten mit der Weibull-Methode analysiert werden, einer Lebensdatenanalyse, die Trends einer relativ kleinen Datenstichprobe ermittelt, um die erreichte Zuverlässigkeit zu berechnen.

Prüfungen in der Praxis

Als praktisches Beispiel für eine RDT-Prüfung hat Portescap einen DC-Getriebemotor für ein Infusionssystem entwickelt, das von einem Hersteller medizinischer Geräte stammt. Um die Zuverlässigkeit zu überprüfen, waren laut Testspezifikation eine Betriebsdauer von 10.000 Stunden und eine Zuverlässigkeit von 95 % vorgegeben. Dies erforderte eine B10-Lebensdauerberechnung mit RDT, die unter einem beschleunigten Modell durchgeführt wurde.

Da die Lebensdauer eines Getriebemotors in erster Linie von der angewandten Last und den Anwendungsbedingungen abhängt, wählte das technische Team Drehmoment und Drehzahl als Belastungsfaktoren für die Beschleunigung der Testzeit. Zur Berechnung des Beschleunigungsfaktors wird das umgekehrte Leistungsgesetz verwendet, das üblicherweise zur Prüfung nicht thermisch beschleunigter Spannungen verwendet wird.

Da der vorgegebene Drehmomentbedarf für die eigentliche Anwendung bei 10 mNm lag, wurde für die Beschleunigungsfaktorberechnung das Drehmoment für die beschleunigte Beanspruchung auf 25 mNm bei einer konstanten Drehzahl von 200 U/min eingestellt. Dann wurde die Testdauer mithilfe einer parametrischen binomischen Methode eingestellt, die bevorzugt wird, wenn die tatsächliche Lebensdauer des Geräts die zulässige Testdauer überschreitet. Daraus ergab sich

eine Testzeit von 1.081 Stunden, wobei Fehlerfälle nicht berücksichtigt wurden. Anhand der Weibull-Berechnungen wurde eine Stichprobengröße von zehn Getriebemotoren festgelegt.

Zur Durchführung der RDT-Prüfung wurde das erforderliche Drehmoment an die Getriebemotoren angelegt, das durch eine Hysteresebremse gehalten wurde und als Drehmomentbegrenzer fungierte. Die Leistungsdaten wurden täglich aufgezeichnet, einschließlich Spannung, Strom, Drehzahl und Temperatur. Am Ende von 1.081 Stunden schlossen alle Getriebemotoren den Test ohne Ausfälle oder Anomalien ab, und die erforderliche B10-Lebensdauer von 10.000 Stunden wurde mit einem Konfidenzniveau von 95 % oder mehr validiert.

Systematischer Ansatz bestätigt Zuverlässigkeit

Ein systematischer RDT-Ansatz schafft erhebliches Vertrauen in die Lebensdauer von DC-Getriebemotoren. Selbst wenn die Prüfung der tatsächlichen Lebensdauer keine praktikable Möglichkeit darstellt, sorgt ein stabiles RDT-Verfahren für eine hohe Zuverlässigkeit bei beschleunigten Lebensdauerprüfungen.

Die Techniker von Portescap arbeiten mit Erstausrüsterteams zusammen, um RDT-Prüfungen zu entwickeln und umzusetzen, wann immer ein Projekt dies erfordert. Systematische RDT-Prüfungen schaffen nicht nur Vertrauen, sondern liefern auch die tatsächliche Zuverlässigkeit für die Praxis.

Bildtexte:

Bild 1: Bei chirurgischen Roboteranwendungen ist eine Bewegungslösung, die eine hohe Kraftdichte in einem kleinen Paket bietet, eine gängige Anforderung. (AdobeStock_232993142)



Bild 2: Die Techniker von Portescap arbeiten mit Erstausrüster-Teams zusammen, um RDT-Prüfungen zu entwickeln und umzusetzen, wann immer ein Projekt dies erfordert.

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

Brittany Kennan

Progress House, Great Western Avenue, Worcester,
WR5 1AQ, UK

Tel.: +44 (0) 1905 917477

brittany.kennan@dmaeuropa.com

news.dmaeuropa.com