

Wie Eisenverluste die Auswahl des bürstenlosen Gleichstrommotors beeinflussen

25 April 2023

Bei der Entwicklung eines bürstenlosen Gleichstrommotors (BLDC-Motor) in Miniaturgröße ist eine kompakte Größe bei hinreichender thermischer Regulierung unerlässlich. Daher ist es entscheidend, dass der Motor so konstruiert ist, dass Eisenverluste, die die Leistung eines Motors begrenzen, minimiert werden. Bei der Konstruktion eines Motors, der für die Drehzahl- und Drehmomentanforderungen einer Anwendung optimiert ist, muss der Motorhersteller eng mit dem Markenlieferanten zusammenarbeiten und die Auswirkungen von Eisenverlusten bewerten, um für ein Design zu sorgen, das diese begrenzt.

Samuel Klein, Anwendungstechniker bei Portescap, erklärt die Bedeutung von Eisenverlusten bei der Konstruktion von bürstenlosen Gleichstrommotoren.

Die Leistung des bürstenlosen Gleichstrommotors hängt vor allem vom Wirkungsgrad ab: dem Verhältnis der mechanischen Ausgangsleistung, die durch die elektrische Leistungsaufnahme erzielt wird. Ein effizientes Motordesign minimiert die Wärmeentwicklung, nicht nur, weil es sich auf den Energieverbrauch auswirkt, sondern auch, weil es den Platzbedarf eines Motors bestimmt. Eine kompakte Größe ist entscheidend, aber ein ineffizientes Wärmemanagement kann letztendlich die Drehzahl- und Drehmomentenerzeugung eines Motors begrenzen.

Zu den Designaspekten, die sich auf den Wirkungsgrad des Motors auswirken, gehören Reibungsverluste aufgrund der Motorlager sowie Jouleverluste, die durch den Widerstand der Spule entstehen. Neben diesen Faktoren stehen Eisenverluste im Zusammenhang mit der Frequenz der Variation des magnetischen Flusses (der Messung des Magnetfelds) beim Eintritt in ein Material: Je schneller sich ein Motor dreht, desto höher die Eisenverluste.

So entstehen Eisenverluste

Das Phänomen lässt sich folgendermaßen veranschaulichen: Fällt ein Magnet durch ein ferromagnetisches Rohr, so fällt er langsamer als dies der Fall wäre, wenn das Rohr nicht ferromagnetisch wäre. Dies lässt sich mit der Lenz'schen Regel begründen, nach der die Änderung des Magnetfelds dazu führt, dass Ströme in die entgegengesetzte Richtung fließen. Somit verringert sich die Geschwindigkeit des Magneten.

Dasselbe Phänomen trifft auch auf die Magnete am Rotor eines bürstenlosen Gleichstrommotors zu. Eisenverluste entstehen durch Wirbelströme und Hystereseeffekte. Wirbelströme lassen sich durch das Faradaysche Gesetz erklären, nach dem ein Magnetfeld, das auf ein leitendes Material wirkt, einen Strom erzeugt. Jeder Materialtyp hat einen spezifischen elektrischen Widerstand. Je höher der Widerstand, desto größer die Verluste.

Bei einem bürstenlosen Gleichstrommotor hängt das Ausmaß der Wirbelverluste vom Design und den Werkstoffen des Motors ab: Frequenz und Stärke der Magnetfeldumkehr haben einen erheblichen Einfluss, ebenso wie die Drehzahl des Motors. Die Stärke des Materials im Motorkern spielt ebenso eine wichtige Rolle. Eine effektive Möglichkeit, die Auswirkungen der Materialstärke zu verringern,

besteht darin, das Material im Motorkern mit dünnen Folien zu laminieren. So verkürzt sich der Weg, durch den der Strom fließen kann, indem er in mehrere kleine Ströme aufgeteilt wird, wodurch die Auswirkungen des Widerstands minimiert werden.

Neben Wirbelströmen ist die Hysterese die andere Hauptursache für Eisenverluste. Hier kommt es bei der Umkehr des magnetischen Flusses in einem ferromagnetischen Material durch den Magnetisierungs- und Entmagnetisierungseffekt zu einem Energieverlust. Dieser Verlust hängt in erster Linie von der magnetischen Induktion im Kreislauf sowie von der Frequenz der Flussschwankungen ab. Somit ist es also entscheidend, für die gewünschte Geschwindigkeit das richtige Material für den Motorkern auszuwählen.

Überlegungen zum Design eines bürstenlosen Gleichstrommotors

Die Berücksichtigung von Verlusten ist aufgrund der Einschränkungen, die sie für die Ausgangsleistung eines Motors bedeuten, von entscheidender Bedeutung. Berücksichtigt man diese nicht, kommt es zu einer übermäßigen Erwärmung, die den Motor beschädigen oder letztendlich zerstören würde. Ebenfalls muss der richtige Motor für den gewünschten Arbeitspunkt ausgewählt werden, und zwar unter Berücksichtigung der erforderlichen Drehzahl und des erforderlichen Betriebsdrehmoments. Jouleverluste entstehen hauptsächlich bei der Erzeugung von Drehmoment, während Eisenverluste in der Regel bei hoher Drehzahl entstehen. Wenn also die maximale kontinuierliche Drehzahl steigt, sinkt das maximale kontinuierliche Drehmoment und umgekehrt.

Auch die Polzahl muss als Teil der Motorkonstruktion berücksichtigt werden. Das Hinzufügen von Polen erhöht zwar das Drehmoment, aber infolge der höheren Frequenz der Schwankungen des magnetischen Flusses nehmen auch die Eisenverluste zu. Dies verringert die maximale Dauerdrehzahl. Ein vierpoliger Motor verliert daher bei konstanter Drehzahl schneller an Drehmoment als ein zweipoliger Motor.

Auswahl eines Motorherstellers

Aufgrund der thermischen Einschränkungen eines Motors ist es unerlässlich, die Auswirkungen von Verlusten zu berücksichtigen. Die Minimierung von Eisenverlusten ist für den Wirkungsgrad entscheidend – insbesondere bei hohen, kontinuierlichen Drehzahlen – und die Eisen- und Jouleverluste müssen optimal ausbalanciert werden.

Jede Anwendung hat ihre eigenen spezifischen Anforderungen. Daher muss das ausgewählte Motorkonstruktionsteam mit den Auswirkungen der verschiedenen Verlustarten vertraut sein. Die Techniker von Portescap entwickeln Motoren mit hoher Leistung und hohem Wirkungsgrad und arbeiten mit zahlreichen Anwendungen, um Motoren zu konstruieren, die den erforderlichen Arbeitspunkt in einem kompakten und zuverlässigen Paket verwirklichen.

Image captions:



Bild 1: Portescap Ultra EC-Motorenfamilie

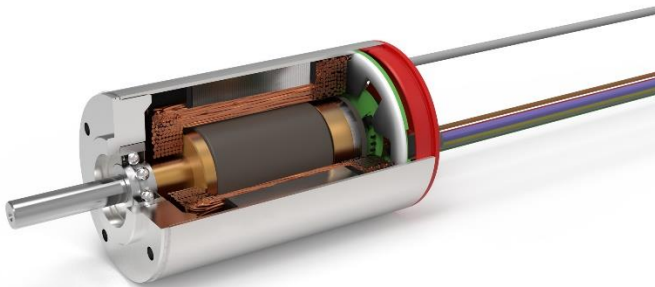


Bild 2: Beispiel bürstenloser Gleichstrommotor

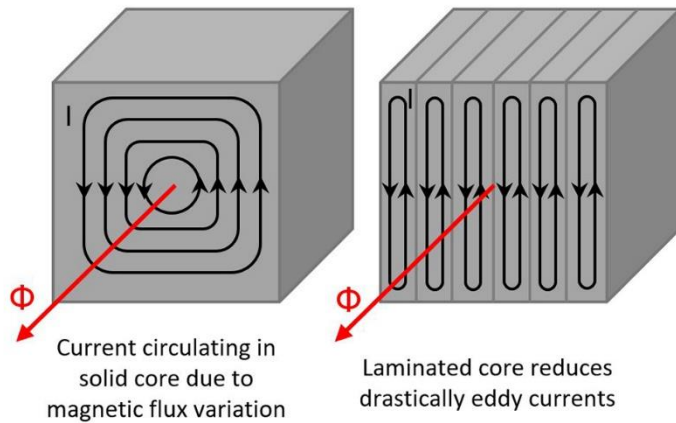


Bild 3: Wirbelströme und laminiertes Kern

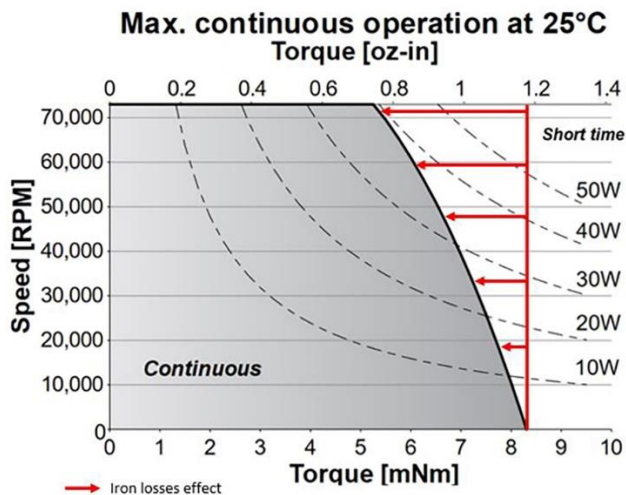


Bild 4: Auswirkung von Eisenverlusten auf die Leistungskurve des Portescap 16ECS36

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