

Elektrischer Planetenmotor

Integriert Getriebestufe und bringt mehr Leistung

Elektrische Motoren für Industrie- und KFZ-Antriebe bekommen in der Regel über hohe Drehzahlen ihre hohe Leistungsdichte. Um die Drehzahl dann zu reduzieren und, je nach Anwendungszweck, das Drehmoment zu erhöhen, werden die Motoren mit Getrieben ausgestattet. Die klassische Lösung ist, die Abtriebswelle der elektrischen Maschine als Eingang in ein Stirnrad- oder Planetengetriebe zu verwenden. Dadurch werden Drehzahl und Drehmoment auf die benötigten Werte gebracht. Dabei sind Motor und Getriebe zwei funktional und räumlich getrennte Einheiten, die gemeinsam den wichtigsten Teil eines Antriebsstranges bilden.

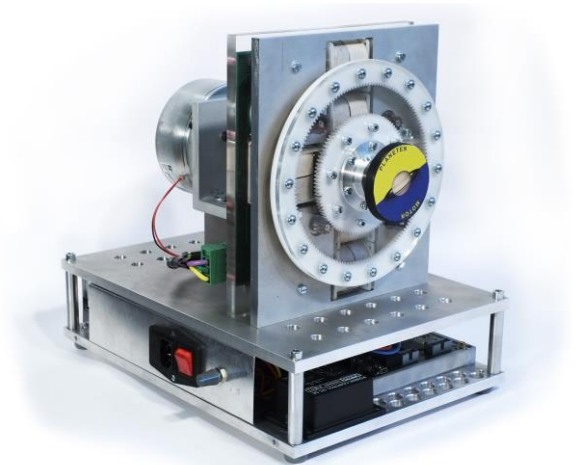
Die Umlaufgeschwindigkeit des Rotors ist durch die Festigkeitseigenschaften des Rotormaterials begrenzt. Typischerweise können Umfangsgeschwindigkeiten von 100-200 m/s wirtschaftlich dargestellt werden.

Kostengünstige und Gewicht reduzierende Alternativen zu den beiden getrennten Funktionseinheiten Getriebe und elektrischer Motor wären bei der Etablierung des E-Antriebs im KFZ sehr hilfreich.

Zielsetzung

Prof. Manfred Schrödl und seine Arbeitsgruppe an der TU Wien strebten die Entwicklung eines vereinfachten und besonders leistungsstarken Motor-Getriebe-Systems an. Gesucht wurde nach einem Weg, die Leistungsgrenzen von hochdrehenden Motoren, wie sie beispielsweise für die E-Mobility benötigt werden, durch Erhöhung der Rotordrehzahlen bei gleichbleibender Umfangsgeschwindigkeit anzuheben.

Ein weiteres Ziel war eine Vereinigung der beiden getrennten Funktionseinheiten Getriebe und elektrische Maschine. Dafür sollte die Getriebe-funktion – vorzugsweise mit Untersetzung – bei gleichzeitiger Einsparung von mechanischen Komponenten möglichst in die elektrische Maschine integriert werden.



Hohl- und Sonnenrad sind fix verbunden – hier mit transparenter Scheibe, um die Planetenräder sichtbar zu machen

Lösung

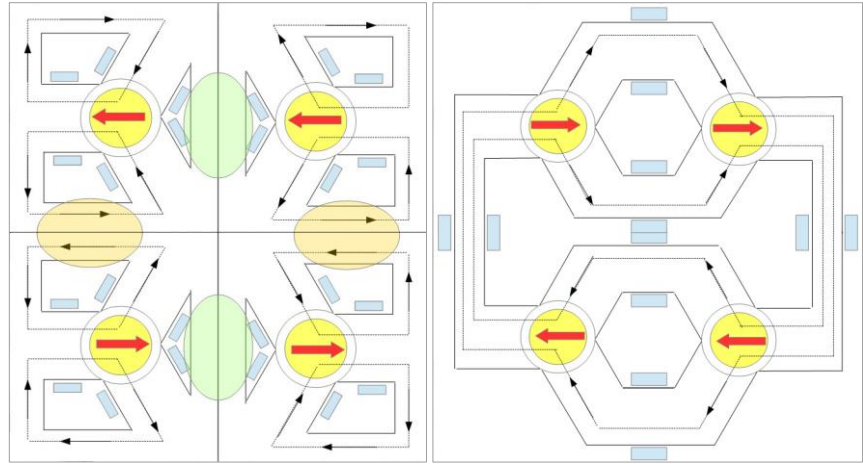
Der Grundgedanke für die neuentwickelte Antriebsform ist das Aufteilen des konventionellen Rotors in mehrere Teilrotoren. Der Motor wird als ein paralleles System mehrerer Rotoren ausgeführt, bei dem durch geschickte Auslegung das gesamte Wicklungssystem auf die Hälfte reduziert werden kann. Damit können Kupfer und Eisen eingespart werden. Die Magnetisierung in den synchron, aber paarweise gegenläufig, drehenden Rotoren wird vorzugsweise mittels Permanentmagneten realisiert. Es sind aber auch Ausführungen als Reluktanzmotoren möglich, die gänzlich ohne Seltenerdmetalle auskommen.

Bei Aufteilung auf vier Rotoren treiben jeweils zwei gleichsinnig drehende einen größeren innenverzahnten Zahnkranz (Hohlrad) an und die beiden gegenläufig drehenden Rotoren ein kleineres außenverzahntes Zahnrad (Sonnenrad). Die Abtriebe der vier Rotoren erinnern an die Planetenräder eines Planetengetriebes, was diesem Motor seinen Namen gibt.

Hohlrad und Sonnenrad drehen sich hier gleichsinnig und bei entsprechender Dimensionierung mit gleicher Winkelgeschwindigkeit.

Daher können sie fix miteinander verbunden werden, was einen starken Abtrieb bei reduzierter Belastung des einzelnen Rotorabtriebes ermöglicht.

Um ein noch kostengünstigeres System zu erhalten, kann der Planetenmotor mit dem seit Jahren in zigtausend Antrieben bestens bewährten INFORM®-Verfahren bis Stillstand sensorlos geregelt werden. Dies erlaubt, ohne störanfällige Sensoren auszukommen sowie den Bauraum weiter zu verkleinern. So wird ein höchst dynamischer, robuster und kostengünstiger Antrieb erzielt.



Gleichartige Motoren, spiegelsymmetrisch angeordnet (links) -
braun: Magnetfeld wird kompensiert, grün: Magnetfeld nicht vorhanden -
Reduktion der Struktur ergibt Halbierung der Zahl benötigter Magnetspolen (rechts)

Ergebnisse

Das Getriebe wird ein integrierter Bestandteil des Motors bzw. seines Abtriebes.

Die Leistungselektronik kann einfach an der getriebeabgewandten Stirnseite untergebracht werden. Gemeinsam mit der Wicklungsanordnung ergeben sich erhebliche Vorteile für die Automatisierung der Fertigung.

Messergebnisse an einem Prototyp mit einer integrierten 1:10-Untersetzung zeigen: Das Klemmenverhalten des Planetenmotors entspricht einer klassischen dreisträngigen Drehstrommaschine, die von einem konventionellen Umrichter betrieben wird.

Anwendungsgebiete

- eMobility, Automotive
- Luft- und Raumfahrt
- Baumaschinen
- Produktions- und Werkzeugmaschinen
- Notaggregate
- Trommelantriebe
- Robotergelenksantriebe

Ihre Vorteile

- Kompakter Antriebsstrang durch Integration von Motor und Getriebe
- höhere Leistungsdichte:
bis zu +50% bei gleichem Volumen
- bei vier Rotoren: doppelte Leistung gegenüber einer konventionellen Maschine mit gleicher Rotorquerschnittsfläche
- Ausfallsicherheit durch Wegfall von Sensoren
- höherer Wirkungsgrad bei geringeren Herstellungskosten
- weit höhere Belastung bei gegebener Verzahnung- und Materialqualität
- extrem flache Bauweise möglich
- speziell für sicherheitskritische oder Hochleistungs-Einsätze
- Fertigung mit erhöhtem Automatisierungsgrad möglich

Kontakt

O.Univ.Prof. Dr. Manfred Schrödl
TU Wien - Institut für Energiesysteme
und Elektrische Antriebe
www.ieam.tuwien.ac.at
+43 1 58801 370212
manfred.schroedl@tuwien.ac.at