

Die Antriebskomponenten sind für Drehzahlen zwischen 200 000 und 1 000 000 min^{-1} und Leistungen zwischen 100 W und 3 kW ausgelegt



Elektrische Antriebssysteme mit bis zu 1 Million Umdrehungen pro Minute

Hightech, made in Switzerland

Hohe Drehzahlen erlauben es in der Antriebstechnik, Baugrösse, Gewicht und Material einzusparen. Damit kann man Anwendungen wie Kompressoren bis 50-mal kleiner und leichter ausführen.

» Dr. Christof Zwysig

Der Trend zu immer schnelleren Geschwindigkeiten und zur Miniaturisierung hat auch die Antriebstechnik erfasst. Neue Anwendungen wie kleinste Turboverdichter für die Brennstoffzellenbelüftung, Kompressoren für dezentrale, kompakte und effiziente Wärmepumpen und Klimaanlage, Bohrspindeln für die Materialbearbeitung oder Medizintechnik, und schnelldrehende, optische Spiegel benötigen immer kleinere, effizientere, elektrische Antriebe mit hohen Drehzahlen. Die Leistung eines Elektromotors ist ungefähr proportional zur Baugrösse, welche das Drehmoment definiert, und der Drehzahl. Entsprechend kann mit einer Drehzahlsteigerung die gleiche Leistung viel kompakter realisiert werden.

Bisher waren typische elektrische Antriebe auf ein paar Zehntausend Umdrehungen begrenzt, spezielle elektrische Antriebselemente sind bis zirka 200 000 min^{-1} erhältlich.

Durch neue Technologien lassen sich diese Limiten allerdings sprengen und Drehzahlen von bis zu einer Million erreichen. Dies erlaubt es, Anwendungen um Faktoren kleiner zu bauen als bisher, noch kleinere Strukturen noch produktiver zu bearbeiten, und bisherige Turbinenantriebe durch elektrische Antriebe zu ersetzen und damit die Effizienz zu steigern. Die Herausforderungen in Auslegung und Aufbau hochdrehender Antriebssysteme sind vielfältig und vor allem interdisziplinär. Eine Abstimmung von Mechanik, Elektromagnetismus, Leistungs- und Signalelektronik, digitaler Regelung und Software ist unabdingbar.

Mechanische Auslegung und Reduktion der Hochfrequenzmotorverluste

Die zwei hauptsächlichen Herausforderungen auf Seite des elektrischen Motors sind die mechanische Rotorkonstruktion, welche den extremen Zentrifugalkräften widersteht und tiefe Vibrationen im Betrieb aufweist, und die Reduktion der mit höheren Drehzahlen zunehmenden Verluste im Motor. Für diese Herausforderungen kommen folgende Lösungen zum Zug:

- Ein Permanentmagnet-Synchronmotor garantiert höchsten Wirkungsgrad. Dank der hochkompakten Bauweise sind die Kosten für die Permanentmagnete vernachlässigbar, ein angenehmer Nebeneffekt der hohen Drehzahlen.
- Durch eine geometrisch und mechanisch einfache Rotorkonstruktion sowie einer Metallbandage lassen sich die mechanischen Belastungen im brüchigen Permanentmagneten limitieren.
- Eine Rotordynamikanalyse und hochgenaues Wuchten garantieren auch bei höchsten Drehzahlen den sicheren Betrieb mit tiefen Vibrationen.
- Eine Luftspaltwicklung sowie dünne Kupferdrähte und Eisenbleche reduzieren die Wirbelstromverluste, die andernfalls quadratisch mit der Drehzahl ansteigen.
- Durch eine Multiparameteroptimierung, welche alle Verluste, inklusive Luftreibungsverluste und Wirbelstromverluste in Stator und Rotor, miteinbezieht, kann man auch bei Drehzahlen zwischen 200 000 und 1 000 000 min^{-1} Motorwirkungsgrade von über 90 Prozent erreichen.

Autor

Dr. Christof Zwysig, Geschäftsführer,
Celeroton AG

Abstimmung des Umrichters auf den Motor

Motoren für hohe Drehzahlen und/oder Motoren mit Luftspaltwicklungen weisen tiefe Induktivitätswerte auf. Dies führt bei Standardumrichtern zu Problemen. Entweder muss die Schaltfrequenz sehr hoch gewählt werden, was zu hohen Verlusten und daher zu einem tiefen Wirkungsgrad und einem grossen Kühlkörper führt, oder es muss ein AC-Filter zwischen Maschine und Umrichter geschaltet werden, was ebenfalls gross, schwer und teuer ist.

Mit einem Umrichter mit Pulsamplitudenmodulation (PAM) können diese Probleme jedoch gelöst werden. Diese Modulation ist ideal auf die Motoren mit Luftspaltwicklung abgestimmt. Die Vorteile sind:

- tiefe Verluste in Umrichter und Motor
- bestens geeignet für den Betrieb ohne AC-Filter, auch mit niederinduktiven Motoren

- eine sensorlose Drehzahlregelung, ohne Hall-Sensoren oder Encoder im Motor

Speziell der letzte Punkt, die sensorlose Drehzahlregelung, ist bei hochkompakten Motoren entscheidend, da typischerweise kein Platz für Sensoren besteht. Mit Celeroton's Technologie kann seit Neustem ohne Sensor auch bei langsamen Drehzahlen und sogar bei Stillstand die Winkelposition erkannt und somit volles Moment gefahren werden. Auf den Einsatz von Hallsensoren oder Encodern kann demzufolge über den gesamten Drehzahlbereich von Stillstand bis 1 000 000 min⁻¹ komplett verzichtet werden. Damit vereinfacht sich das Design des Motors und die Zuverlässigkeit der Systeme ist deutlich höher.

Anwendungsbeispiele

Bisher war das Erreichen hoher Drehzahlen stark limitiert. Höchste Drehzahlen wurden

nur aus Labors von Universitäten gemeldet, so zum Beispiel die schnell rotierende Kugel von Jesse Beams. Mit der Technologie von Celeroton sind diese Drehzahlen jetzt aber industriell ein- und umsetzbar. Celerotons Produktspektrum umfasst Motoren, Umrichter und Anwendungen wie hochkompakte Turbo-kompressoren. Drehzahlen von Stillstand bis 500 000 min⁻¹ werden in diversen Anwendungen eingesetzt, so in einem Kompressor zur Wasserdampfverdichtung mit einem Druckverhältnis von 2 und einer Nennleistung von 150 W oder in einem Luftkompressor mit 1 kW Nennleistung für Drücke bis 1,7 bar und Volumenströme bis 1000 l/min. <<

Infoservice

Celeroton AG
Technoparkstrasse 1, 8005 Zürich
Tel. 044 250 52 20, Fax 044 250 52 29
info@celeroton.com, www.celeroton.com

Maschinensicherheit in der Entwicklungsphase berücksichtigen – eine Voraussetzung für jede erfolgreiche Maschine

Im Seminar

Produktesicherheit im Maschinenbau

erhalten Hersteller und Umbauer von Maschinen praxisnahe Informationen für ein effizientes Erreichen der CE-Konformität.

Schwerpunkte des Seminars:

- CE-Konformität
- Risikobeurteilung/-minderung
- Schutzmassnahmen gegen mechanische Gefährdungen
- Sicherheitsfunktionen von Steuerungen
- Anforderungen an die elektrische Ausrüstung
- Ergonomie
- Akustik
- Produkthaftpflicht
- Betriebsanleitungen

Termine im Jahr 2012:

23. bis 25. Mai
19. bis 21. September
14. bis 16. November

Ort:

Wilten am Sarnersee

Nähere Informationen:

www.suva.ch/certification

Auskunft und Anmeldung:

Regula Satanassi
Tel. 041 419 56 83
regula.satanassi@suva.ch
www.suva.ch/kurse

suvapro
CERTIFICATION

INFRANOR

XtrapulsPac AC Servo-Controller



Kompakte Grösse:
< 2 kW : 148x70x143mm
< 7 kW : 203x70x186mm
< 25 kW : 203x150x210mm

Leistung

1x110/230VAC
3x230/480VAC
24...680VDC



35/100Arms
25'000rpm
25kW

Schnittstellen

CANopen
EtherCAT®
RS-232



16-bit Resolver
TTL, SinCos
Hiperface®, Hall



±10V analog
24V digital
Puls/Richtung

Funktionen

STO SIL2
Brems-
Ansteuerung



DS402-Modus
Stand-alone-
Positionierer



Elektronisches
Getriebe
Master/Slave

Werkzeuge

Templates
Mehrsprachige
Software



Konfiguration
Projektiertung
Diagnose

Infranor SA
Glattalstr. 37
CH-8052 Zürich

Tel. +41 44-308 50 00
Fax +41 44-308 50 09

**Der Alleskönner -
für weniger als Sie
denken!**

www.infranor.ch