

Auswahlkriterien für energieeffiziente elektrische Servoantriebe

FVA 673 II, 2014 – 2015

Zusammenfassung:

In dem Forschungsvorhaben wurden die wesentlichen Freiheitsgrade in der Projektierung eines energieeffizienten Servoantriebs identifiziert. Dazu zählen:

- die Bewegungssteuerung mit Wahl des Bewegungsgesetzes und Vorgabe von Geschwindigkeits-, Beschleunigungs- und Ruckbegrenzungen;
- die Getriebeübersetzung;
- die Auswahl der Komponenten und
- die Nutzung der Bremsenergie.

Der Einfluss der Bewegungssteuerung und die Wahl der Getriebeübersetzung wurden an einem Versuchsstand experimentell untersucht. Die Ergebnisse bestätigen das erwartete Einsparpotenzial durch die Nutzung der möglichen Freiheitsgrade.

Für die einzelnen Freiheitsgrade wurden folgende Projektierungsempfehlungen abgeleitet:

- Wenn möglich, sind Pausenzeiten zu vermeiden, um Beschleunigungsphasen zu verlängern.
- Für Bewegungssteuerungen mit Polynomen 2., 3. oder 5. Grades ist eine Geschwindigkeitsbegrenzung auf 75% der optimalen Maximalgeschwindigkeit energetisch immer sinnvoll.
- Eine Beschleunigungsbegrenzung ist energetisch nicht sinnvoll und aus Sicht der Überlastfähigkeit von Servomotoren unnötig.
- Eine Ruckbegrenzung erhöht die Verluste und Antriebsanforderungen und sollte daher nur so hoch wie nötig gewählt werden.
- Die verlustoptimale Getriebeübersetzung ist immer kleiner als bei mechanischer Anpassung.
- Für Servoantriebe, bei denen keine Bremsenergie in einem Bremswiderstand verloren geht, liegt die optimale normierte Getriebeübersetzung in einem Bereich von 0,6 bis 0,9.
- Bei hohen Verlusten im Bremschopper können die Verluste mittels einer noch kleineren Getriebeübersetzung weiter reduziert werden. Die Grenze für die minimale Getriebeübersetzung ist von der Drehmomentreserve des Motors abhängig.
- Weitere Möglichkeiten, die Verluste im Bremschopper zu reduzieren, sind die Wahl eines Umrichters mit größerer Zwischenkreiskapazität, eine Zwischenkreiserweiterung, die Zwischenkreiskopplung mit anderen Servoachsen oder der Einsatz eines rückspeisefähigen Umrichters.
- Bei der Motorauswahl von Servoantrieben sollte auf eine gute Übereinstimmung mit dem erforderlichen Drehmoment-Kriterium und insbesondere dem Drehzahl-Kriterium geachtet werden.
- Ein Motor mit geringem Drehzahl-Kriterium führt zu geringeren Umrichterverlusten.
- Wird die Auswahl an Motoren hinsichtlich des Drehmoment-Kriteriums gut ausgenutzt, sollte ein Motor mit hohem Schlankheitsgrad bzw. kleinem Wicklungsverlustfaktor gewählt werden.
- Ist das erforderliche Drehmoment-Kriterium deutlich kleiner als das kleinste Drehmoment-Kriterium innerhalb der Motorenbaureihe, sollten weniger dynamische Motorenbaureihen in Betracht gezogen werden.

Publikationen:

K. Benath, J. Schützhold, W. Hofmann: Advanced design rules for the energy optimal motor-gearbox combination in servo drive systems, Int. Symp. on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion SPEEDAM 2014, Ischia, pp. 94 - 99, 2014.

C. Evers, J. Schützhold, K. Benath, R. Blümel, V. Müller, W. Hofmann: Design Rules for Energy Efficient Servo Drives and Mechanical Systems on the Example of Cross Cutting Machines, European Power Electronics and Applications - EPE, Geneva, Switzerland, 2015.

C. Evers, J. Schützhold, K. Benath, R. Blümel, V. Müller, W. Hofmann: Projektierungsregeln für energieeffiziente Servoantriebssysteme am Beispiel einer Quersiegeleinheit von Verpackungsmaschinen, VDI/VDE-Tagung Antriebssysteme 2015 Elektrik, Mechanik Fluidtechnik in der Anwendung, VDI-Berichte 2268, Aachen, Deutschland, pp. 157 - 168, 2015.

K. Benath, J. Schützhold: Energieeffiziente Servoantriebe - Auswahlkriterien für energieeffiziente elektrische Servoantriebe. FVA-Abschlussbericht. Forschungsreport, 18 Seiten, Frankfurt a.M. 2014

K. Benath: Analyse und Auslegung energieeffizienter Servoantriebssysteme am Beispiel von Punkt-zu-Punkt-Bewegungsaufgaben, Hrsg.: Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. Hofmann, Dresdner Schriftenreihe zu elektrischen Maschinen und Antrieben, Band 10, 256 Seiten, ISBN 978-3-8440-5414-9, Shaker Verlag, Aachen, Aug., 2017.