

Auswahlkriterien für eine energieeffiziente elektrische Antriebstechnik

FVA 673 I, 2012 – 2013

Zusammenfassung:

In diesem Forschungsvorhaben wurde eine Methode entwickelt, um auf der Grundlage von Datenblattangaben und der Vorgabe eines Lastprofils ein energieeffizientes Antriebssystem sowohl für Pumpen- als auch Förderanlagen auszuwählen. Hierzu wurden die Verlustmodelle für folgende Teilsysteme vorgestellt:

- Lastprozess: Charakterisiert durch das Lastprofil aus dem zeitlich verteilten Förderstrom und statischen Widerständen
- Transportsystem: Umgebung des zu fördernden Mediums mit Reibverlusten
- Arbeitsmaschine: Fördert das Medium in das Transportsystem
- Motor: Elektromechanischer Antrieb der Arbeitsmaschine (in diesem Forschungsvorhaben werden Asynchronmotoren und permanentmagneterregte Synchronmotoren betrachtet)
- Frequenzumrichter: Nur notwendig bei drehzahlgeregelten Asynchronmotoren oder permanentmagneterregten Synchronmotoren

Um die Energieeinsparungen in einem komplexen System zu berechnen, ist es notwendig, nicht nur den Antrieb sondern auch den Prozess in die Analyse einzubeziehen. Es zeigt sich sowohl für Pumpen- als auch Förderanlagen, dass der erste und wichtigste Schritt zur Reduktion des Energieverbrauchs die effiziente Auslegung des Prozesses inkl. des Transportsystems ist. Der zweite Schritt ist die korrekte Bestimmung des Lastprofils für den Prozess. Ein Sicherheitsfaktor auf dem Lastprofil (z.B. dem Förderstrom der Pumpe) kann aufgrund der Überdimensionierung der Anlage zu stark erhöhten Energie- und Investitionskosten führen. Daher müssen die Anforderungen genau geprüft und eventuell beim Auftraggeber kritisch nach Sicherheitszuschlägen gefragt werden. Eine dementsprechende Projektierungsrechnung ist für ein energieeffizientes Antriebssystem unbedingt notwendig. Der dritte Schritt ist die Auswahl einer energieeffizienten Antriebskonfiguration. Mit der vorgeschlagenen Methode wird diese für Pumpen- als auch Förderanlagen anhand von nur drei normierten Auswahlkriterien und dem Auswahldiagramm ausgewählt. Mit Hilfe des Auswahldiagramms kann der Projektierungsingenieur für seine spezifische Antriebsaufwand ohne großen Rechenaufwand die energieeffizienteste Antriebstopologie wählen. Des Weiteren werden grundlegende Projektierungshinweise gegeben, welche die erreichbare Energieeffizienz bereits in der Auslegungsphase erhöhen. Für die Abschätzung des Energieverbrauchs mit vereinfachten Verlustmodellen ist wenig Detailwissen und keine Energiemessungen erforderlich. Die Modelle basieren auf frei zugänglichen Datenblattangaben. Die Modelle wurden in einem Projektierungs-Tool mit grafischer Benutzeroberfläche implementiert. Das Programm hat folgende Hauptfunktionen:

- Automatisierte und energieoptimale Auswahl der zum jeweiligen Lastprofil passenden Arbeitsmaschine, des Motors und des Umrichters aus den Herstellerkatalogen
- Vergleich der Energieeffizienz und Berechnung der Energiekosten für unterschiedliche Antriebskombinationen und Freiheitsgrade in der Projektierung

Die vorgestellte Methode sowie der Großteil der Systemmodelle können für die Analyse ähnlicher Arbeitsmaschinen, wie bspw. Kompressoren und Ventilatoren verwendet werden.

Neben allen vorgestellten Systemoptimierungen ist auch immer die Möglichkeit zur Abschaltung der Energieverbraucher vorzusehen. Das spart nicht nur Wirkleistung sondern auch Blindleistung.

Publikationen:

J. Schützhold, K. Benath, V. Müller, W. Hofmann: Design Criteria for Energy Efficient Pump Drive Systems. EPE'13 – ECCE Europe, P1 –P10

J. Schützhold, K. Benath, W. Hofmann: Berechnung des drehzahl- und lastabhängigen Wirkungsgrads von elektrischen Maschinen anhand von Datenblattangaben. Int. ETG-Kongress 2013, ETG-Fachbericht 139, Berlin 2013, P 63, 8 Seiten

K. Benath, J. Schützhold, W. Hofmann: Projektierungsregeln für energieeffiziente Pumpenantriebssysteme Int. ETG-Kongress 2013, ETG-Fachbericht 04-02-03, Berlin 2013, 9 Seiten

J. Schützhold, K. Benath: Auswahlkriterien für eine energieeffiziente elektrische Antriebstechnik. FVA-Abschlussbericht zum Teilprojekt energieeffiziente Pumpenantriebssysteme. 68 Seiten

J. Schützhold, K. Benath, W. Hofmann: Auswahl energieeffizienter elektrischer Antriebe am Beispiel Förderanlagen. In: Antriebstechnik 53 (2014), Nr. 03, Vereinigte Fachverlage Mainz, S. 28-38

J. Schützhold, K. Benath, V. Müller, W. Hofmann: Design criteria for energy efficient belt conveyor drives, Int. Symp. on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion SPEEDAM 2014, Ischia, pp. 1256 - 1263, 2014.

Schützhold, J.; Benath, K.; Müller, V. und Hofmann, W.: Energy Efficiency based Design Criteria for Pump Drive Systems. EPE-Journal, Vol. 24, no. 3, 2014, pp. 39 – 45

J. Schützhold: Auswahlsystematik für energieeffiziente quasistationäre elektrische Antriebssysteme am Beispiel von Pumpen- und Förderbandanlagen, Hrsg.: Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. Hofmann, Dresdner Schriftenreihe zu elektrischen Maschinen und Antrieben, Band 8, 182 Seiten, ISBN 978-3-8440-4871-1, Shaker Verlag, Aachen, Nov., 2016.