

Elektrische Drosselklappen-Aktuatoren: Ein einfacher Weg zu mehr Effizienz und Funktionalität von Arbeitsmaschinen mit mechanischen Dieselmotoren

Håkan Persson
Product Line Manager Industrial Linear Actuators
Thomson Industries, Inc.
www.thomsonlinear.com
thomson@thomsonlinear.com

Die neuesten elektrischen Drosselklappen-Aktuatoren bieten eine kostengünstige Möglichkeit, die Drehzahl mechanisch betätigter Dieselmotoren zu steuern. Diese kompakten und einfach zu integrierenden Module erlauben mehr Flexibilität beim Maschinendesign und die Nutzung ergonomischer Bedienelemente. Sie können zudem die Motordrehzahl automatisch und bedarfsgeregelt ansteuern, was zu einer höheren Betriebseffizienz der Maschine, verminderter Geräuschentwicklung und einem optimierten Kraftstoffverbrauch führt. Die Drosselklappen-Aktuatoren vom Typ Electrak® sind die ideale Lösung für Motoren bis 19 kw, die normalerweise mechanisch angesteuert werden und den Abgasnormen Tier 4F bzw. EU Stufe IV entsprechen.

Elektronische und mechanische Motoren

Moderne elektronische Dieselmotoren benötigen ultra-schwefelarmen Kraftstoff und verfügen über aufwändige Kraftstoff-Managementsysteme, wozu auch eine integrierte Drosselklappen-Ansteuerung gehört. Maschinen mit solchen Motoren bieten einen höheren Wirkungsgrad, eine erweiterte Funktionalität, mehr Sicherheit für die Bediener und deutlich niedrigere CO₂-Emissionen. In Regionen mit streng limitierten Emissionswerten bieten sie eine Lösung zur Einhaltung der Abgasnorm Tier 4F bzw. EU Stufe IV. Diese Vorteile sind jedoch mit höheren Kosten verbunden, sodass elektronische Motoren in bestimmten Einsatzbereichen oder geografischen Regionen nicht wettbewerbsfähig sind.

Herkömmliche, mechanisch angesteuerte Dieselmotoren sind deutlich kostengünstiger in der Anschaffung als ihre modernen elektronischen Pendanten. Es ist zu erwarten, dass sie noch eine ganze Zeit lang in vielen Regionen der Welt und über einen großen kw-Bereich hinweg zum Einsatz kommen werden – insbesondere überall dort, wo die Abgasvorschriften weniger streng sind oder ultra-schwefelarmer Kraftstoff nicht ohne Weiteres verfügbar ist. Die Verwendung elektrischer Drosselklappen-Aktuatoren bietet an diesen Motoren eine leicht nachzurüstende, kostengünstige Lösung, die der Effizienz, Funktionalität, Emissionseinstufung und Sicherheit zugutekommt. Aktuatoren dieses Typs können sowohl mechanische Motoren bis 19 kw ansteuern, die Tier 4F bzw. EU Stufe IV erfüllen, als auch größere Motoren für Regionen, in denen die Abgasnorm Tier 3 zugelassen ist.

Vorteile des Umstiegs von der mechanischen zur elektrischen Drosselklappen-Ansteuerung

In mobilen Arbeitsmaschinen ist die herkömmliche Lösung zur Ansteuerung der Drehzahl eines Antriebs- oder Hilfsmotors ein mechanischer Gaszug, der in die Kabine geführt wird. Die großen Biegeradien stellen die Konstrukteure bei der Führung solcher Bowdenzüge immer wieder vor Probleme, besonders bei Hilfsmotoren, die sich häufig in größerer Entfernung von der Kabine befinden. Diese Größen- und Platzbeschränkungen können Kompromisse in der ergonomischen Gestaltung notwendig machen, sodass die Bedienelemente ungünstig angeordnet werden müssen und die Maschine somit unnötig schwer zu bedienen ist. Außerdem benötigen mechanisch angesteuerte Motoren eine regelmäßige Schmierung, was

schwer zu bewerkstelligen ist und häufig versäumt wird, woraus sich Probleme mit der Motorleistung ergeben.

Mobile Arbeitsmaschinen verwenden Diesel- oder Benzinmotoren zur Fortbewegung und zum Betrieb einer Zapfwelle, die Anbaugeräte antreibt. Der Antriebsmotor wird häufig verwendet, um eine Hydraulikpumpe mit Leistung zu versorgen, die wiederum einen Zylinder antreibt, um Arbeitsfunktionen wie die Bewegung von Ausleger und Schaufel an einem Bagger auszuführen. Weitere Beispiele direkter Motoransteuerung finden sich in Kompaktladern mit Rutschlenkung, kompakten Nutzfahrzeugen, Asphaltiermaschinen, Arbeitsbühnen und Grabenziehern. Hilfsmotoren, die an Maschinen eingesetzt werden, um Kehrbürsten, Stromgeneratoren, Schweißgeräte sowie Schmutzwasser- oder Betonpumpen zu betreiben, sind häufig schwierig anzusteuern. Einige Arbeitsgeräte erfordern je nach Einsatzzweck unterschiedliche Motordrehzahlen. Bei einer manuellen Ansteuerung kann ein Bedienfehler die Effizienz des Gerätes beeinträchtigen oder sogar zu dessen Beschädigung führen. Häufig bleiben Motoren in der Arbeitsdrehzahl, obwohl das Arbeitsgerät gar nicht im Einsatz ist, was in einem erhöhten Kraftstoffverbrauch, Geräuschpegel und Abgasausstoß resultiert.

Elektrische Aktuatoren können in der Nähe oder direkt am Drosselklappenhebel montiert werden und benötigen lediglich ein Kabel oder einen Kommunikationsbus zur Kabine. Damit bieten sie im Unterschied zur Verwendung von Seilzügen einen deutlichen Vorteil in Bezug auf die Gesamtleistung und Effizienz der Maschine. Diese Drosselklappen-Aktuatoren lassen sich mit einem einfachen Potentiometer – wahlweise mit oder ohne Grenzscharter – ansteuern und können für ein optimales Maschinendesign platziert werden, da für ihre Bedienung kein direkter Zugang erforderlich ist. Potentiometer-Lösungen können unkompliziert in die Maschine integriert werden. Sie garantieren eine robuste und zuverlässige Funktionsfähigkeit – und lösen viele der Probleme, die bei der Konstruktion und Bedienung einer Maschine unter Verwendung von Seilzügen auftreten.

Automatisierte Abläufe und verbesserte Maschineneffizienz

Elektrische Drosselklappen-Aktuatoren können darüber hinaus an ein Steuersystem angeschlossen werden, das die Drehzahl des Motors automatisch auf einen für die jeweilige Arbeit festgelegten Sollwert optimiert. Auf diese Weise lassen sich mehrere Drehzahl-Sollwerte für verschiedene Funktionen konfigurieren, beispielsweise eine Leerlauf-Drehzahl beim Anlassen, eine hohe Drehzahl beim Schleppen oder Bewegen von Lasten sowie eine mittlere Drehzahl zum Betrieb von Hydraulikpumpen, mit denen die Arbeitsfunktionen der Maschine gesteuert werden. Voreingestellte Drehzahl-Stufen können die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit einer Maschine deutlich verbessern, während Geräusch- und Abgasemissionen reduziert werden. Betätigt ein Kranführer beispielsweise manuell die Drosselklappe, wird er den Motor wahrscheinlich in der Drehzahl laufen lassen, die zur Betätigung des Krans erforderlich ist, selbst wenn der Kran kurzzeitig nicht im Einsatz ist. Ein Steuersystem könnte dagegen die Motordrehzahl auf den Leerlauf absenken, sobald der Joystick eine bestimmte Zeit lang nicht bewegt wurde. Berührt der Bediener den Joystick, kann es die Drehzahl genauso automatisch wieder auf die voreingestellte Drehzahl herauffahren, sodass die Arbeit effizient fortgesetzt werden kann.

Bei einem klassischen System muss jeder Aktuator mit seinem eigenen elektronischen Steuergerät verkabelt werden. Bei der Nutzung intelligenter Aktuatoren, die einen Kommunikationsbus verwenden (z.B. J1939), muss nur ein einziges Kabel von der Steuereinheit zu den Aktuatoren geführt werden. Jeder Aktuator erhält seine eindeutige Adresse, empfängt alle Signale vom zentralen Steuersystem, reagiert jedoch nur auf diejenigen, die sich auf das Drosselklappensystem beziehen. Darüber hinaus liefern diese intelligenten Aktuatoren Statusinformationen, mit denen sie das Steuersystem über ihre aktuelle Stellgeschwindigkeit und Stellung informieren, was einen noch höheren Automatisierungsgrad

ermöglicht. Über ein Bus-System ist es außerdem einfach, zusätzliche Sensoren einzubauen, die weitere Messwerte wie Temperatur oder Last erfassen.

Elektrische Drosselklappen-Aktuatoren bieten zudem die Möglichkeit, die Drosselklappen-Ansteuerung mit anderen Fahrzeugfunktionen zu koppeln. Nehmen wir zum Beispiel einen Motor, der mit einer Drehzahl von 2000 U/min laufen muss, um eine Hydraulikpumpe für eine bestimmte Maschinenfunktion anzutreiben. Das Steuerungssystem sendet einfach einen Befehl an den Aktuator, die Motordrehzahl zu erhöhen. Dann beobachtet das System die Rückmeldung vom Drehzahlmesser und schaltet den Aktuator ab, sobald 2000 U/min erreicht sind. Anschließend kann es automatisch das Arbeitsgerät einschalten, das für diese Funktion erforderlich ist.

Speziell für raue Arbeitsumgebungen konzipiert

Moderne Drosselklappen-Aktuatoren sind robuste Einheiten, die hohen Temperaturen im Motorraum (Betriebsbereich von -40°C bis 125°C), Vibrationen und Feuchtegraden standhalten. Sie bieten zudem die hohe Belastbarkeit, die für Einsatzumgebungen in mobilen Arbeitsmaschinen unerlässlich ist. Die neuesten Modelle widerstehen Wasser, Staub und Schmutz und erfüllen in der Regel die Schutzklassen IP67 oder IP69K – das heißt, sie vertragen auch eine Rosskur mit Heißdampf-Hochdruckreinigern. Ein typisches Modell ist für 500.000 Arbeitsspiele ausgelegt und kann bei maximaler dynamischer Last mit 50 % Einschaltdauer betrieben werden. Darüber hinaus werden diese Aktuatoren so konstruiert und getestet, dass sie den für mobile Arbeitsmaschinen typischen Stoß- und Vibrationsbelastungen standhalten.

Ein Erstausrüster für Kompaktlader konnte sich eine höhere Produktionseffizienz und Wettbewerbsfähigkeit sichern, indem er elektrische Drosselklappen-Aktuatoren an mechanisch angesteuerten Motoren einsetzt. Auf diese Weise erfüllt er die Marktnachfrage in Entwicklungsländern, wo elektronische Motoren schlicht zu teuer sind und ultra-schwefelarmer Kraftstoff zudem nicht verfügbar ist. Zur Einhaltung der Abgasnormen in Regionen wie Nordamerika, Westeuropa und Japan verwendet dieser Hersteller elektronische Motoren gemäß Tier 4F. Für weniger entwickelte Regionen bietet er kostengünstigere Modelle mit einem mechanisch betätigten Motor an, den er mit elektrischen Drosselklappen-Aktuatoren ergänzt, wenn die Kunden Funktionen wie eine automatische Leerlaufabsenkung oder vorkonfigurierte Drehzahl-Sollwerte wünschen.

An mobilen Baustellengeräten wie Generatoren und Kompressoren hat die Verwendung elektrischer Drosselklappen-Aktuatoren zusammen mit Bedarfssensoren durch Optimierung der Motordrehzahl nachweislich zur Senkung von Kraftstoffverbrauch, Geräuschentwicklung und Motorverschleiß geführt. Beispielsweise nutzt ein Dieselgenerator zum Laden von Akkus eines mobilen Kommunikations- oder Beleuchtungssystems einen Sensor zur Regelung der Motordrehzahl entsprechend des Ladestatus der Akkus. In Einsatzbereichen, wo Generatoren verwendet werden, um Elektrowerkzeuge wie Schweißgeräte, Trennschleifer, Bohrmaschinen usw. mit Strom zu versorgen, ist die Steuerung der Motordrehzahl entscheidend, um die korrekte Spannung sicherzustellen.

Bei Bewässerungs- oder Löscharbeiten erlaubt die einfache Fernbetätigung der elektrischen Drosselklappensteuerung das Verstellen der Wassermenge aus der Ferne, da die Pumpenleistung sich direkt proportional zur Motordrehzahl verhält.

Alles in allem erleichtert die Verwendung elektrischer Linearaktuatoren deutlich das Maschinendesign. Elektrische Drosselklappen-Aktuatoren erlauben einen effizienteren Betrieb mechanisch angesteuerter Dieselmotoren. Durch die bessere Steuerbarkeit erlauben sie zudem die Automatisierung von Abläufen, um die Produktivität zu steigern, die Geräuschentwicklung zu senken, die Sicherheit zu erhöhen und dank eines optimierten Kraftstoffverbrauchs besonders umweltfreundliche Lösungen zu entwickeln. Diese robusten

Aktuatoren sind praktisch wartungsfrei und bieten in vielen Einsatzszenarios eine wirtschaftlich interessante Alternative zu elektronischen Motoren mit vollständigen Kraftstoffmanagement-Systemen. Für Leistungsklassen bis 19 kw lassen sich Drosselklappen-Aktuatoren perfekt mit handelsüblichen mechanisch angesteuerten Motoren kombinieren, die den Abgasnormen Tier 4F bzw. EU Stufe IV entsprechen. Bei weniger strengen Emissionsstandards werden elektrische Drosselklappen-Aktuatoren mit mechanischen Motoren unterschiedlicher Größe kombiniert. In solchen Fällen bieten sie die Möglichkeit, Zusatzfunktionen zu realisieren, die einem Erstausrüster den entscheidenden Wettbewerbsvorteil sichern können sowie die Umweltverträglichkeit der Maschinen zu verbessern.