

Wir decken Mythen hinsichtlich der Umstellung von hydraulischen auf elektrische Aktuatoren auf

Mit dem robusten und zuverlässigen Betrieb, der einfachen Installation und den geringeren Kosten ebnen elektrische Aktuatoren den Weg für maßgebliche Kontrolle und Produktivitätsverbesserungen von Geländemaschinen.

Al Wroblaski, Linearaktor-Produktleiter
Thomson Industries, Inc.
Wood Dale, IL
540-633-3549
www.thomsonlinear.com

Viele Hersteller von Geländeausrüstungen haben hydraulische Zylinder durch elektrische Aktuatoren ersetzt, um Pumpen, Schläuche und Ventile abzuschaffen und somit Fahrzeuge kleiner, leichter und leiser zu machen. Sie nutzen die Flexibilität bei der Vernetzung mit Steuersystemen, um eine Vielzahl neuer Funktionen und Möglichkeiten zur Verfügung zu stellen. Zum Beispiel können elektrische Aktuatoren für komplexe Bewegungen, z. B. eine bestimmte Anzahl von Malen an verschiedene Positionen verfahren, einfach mit einer Fahrzeugsteuerung verknüpft werden, was zu einer verbesserten Leistung der Geländemaschine sowie zu einer erhöhten Produktivität führt.

Heutzutage können die Vorteile elektrischer Aktuatoren in Anwendungen mit statischen Lasten bis zu 5.000 Pfund und dynamischen Lasten bis zu 3.000 Pfund realisiert werden, wobei diese zulässigen Tragfähigkeiten sich jedes Jahr erhöhen. Bis jetzt sind hydraulische Zylinder für höhere Lasten notwendig, bzw. immer dann, wenn Lasten bei 100 % Auslastungsgrad bewegt werden. Es sind jedoch einige Mythen über elektrolineare Aktuatoren entstanden, die deren Einführung in vielen Anwendungen, in denen sie potentiell beträchtliche Vorteile für den Hersteller und den Endverbraucher bieten könnten, gebremst haben. Der Rest dieses Artikels wird diese Mythen genauer betrachten und erörtert Möglichkeiten des Integrierens elektrolinearer Aktuatoren in Geländefahrzeugen und Maschinen, einschließlich in Wohnmobilen, Spritzgestängen, Schneefräsen, Torf, Garten, Konstruktion und landwirtschaftlicher Ausrüstung.

Mythos #1: Elektrische Aktuatoren können keine rauen Umgebungen bewältigen

Die Hydrauliktechnologie wird seit mehreren Jahrzehnten in Geländewagen verwendet und Ingenieure sind vertraut mit ihrer Unempfindlichkeit in Umgebungen mit vielen Stößen, Erschütterungen, Staub, Wasser, ätzenden Chemikalien und sonstigen potentiellen Gefahren. Zudem haben hydraulische Aktuatoren historisch einen Vorsprung an Leistungsdichte gegenüber ihren elektrischen Pendanten genossen, welche ihre Leistung in den schwierigsten Anwendungen noch steigern. Dennoch sind sich viele Gelände-Ingenieure nicht darüber im Klaren, dass sich die Leistungsdichte und Robustheit elektrischer Aktuatoren im Verlauf des vergangenen Jahrzehnts beträchtlich verbessert hat, wohingegen die Verbesserungen hydraulischer Aktuatoren weit geringer ausfielen bzw. gar nicht vorhanden waren.

Die Leistungsdichte hydraulischer Aktuatoren hängt größtenteils vom Druck in den jeweiligen Systemen ab; aus Sicherheits- und Kostengründen ist dieser Druck während des vergangenen Jahrzehnts unverändert geblieben.

Demgegenüber hat sich die Leistungsdichte von Elektromotoren im gleichen Zeitraum beträchtlich erhöht, was in den Vorteilen von magnetischen Werkstoffen, der Effizienz von Leit-/Kugelgewindespindeln, der Konstruktion, dem Herstellungsverfahren und der Elektronik begründet ist. Einer der bedeutendsten Vorteile ist die Fähigkeit, unter Aufrechterhaltung des hohen Effizienzniveaus, wesentlich mehr Energie abzugeben. Zusätzliche Verbesserungen liegen in der Energieübertragung, weitgehend bedingt durch Getriebeausführungen, welche entsprechend der Anforderungen elektrolinearer Aktuator-Anwendungen optimiert werden. Dadurch bieten elektrische Aktuatoren höchste Leistungsdichte in vielen Anwendungen, was zu einer vereinfachten Installation und einer beträchtlichen Gewichteinsparung der Fahrzeuge führt.

Heute sind elektrolineare Aktuatoren, welche für Geländeanwendungen entwickelt werden, speziell konstruiert, um rauen Umgebungen standzuhalten. Die Gussteile optimieren ihr Belastbarkeitspotential unter Verwendung der Finite-Elemente-Analyse. Die Entwicklung elektrischer Aktuatoren hat sich gewandelt von einer Vorgehensweise, welche modulare Baugruppen verwendet, hin zu Verkapselung der Schlüsselkomponenten in einem Schutzgehäuse, welches die Komponenten vor Stößen und Erschütterungen schützt.

Multi-Achsen-Erschütterungstests und -Analysen belegen die Fähigkeit elektrischer Linearaktuatoren, den mechanischen Belastungen in der Realität standzuhalten. Verbesserungen ergaben sich auch durch die Beseitigung der Verdrahtung, welche zuvor zum Anschließen an die Motorsteuerung verwendet wurde und durch Hinzufügen eines Anschlusses, welcher stattdessen für ein Einstecken des Steuersystem-Kabels in das Gehäuse eingefügt wurde. Diese Vorgehensweise bietet eine bessere Abdichtung und hält den Motoranschluss von Schäden fern. Alles in allem sind die heutigen, für Geländeanwendungen entwickelten elektrolinearen Aktuatoren, ebenso robust wie hydraulische Aktuatoren.

Mythos #2: Elektrolineare Aktuatoren sind nicht so zuverlässig wie hydraulische

Der Mythos, dass hydraulische Antriebe zuverlässiger sind, kann auch darin begründet sein, dass viele Ingenieure vertraut mit einer früheren Generation von elektrolinearen Aktuatoren sind, bei denen Zuverlässigkeitsprobleme häufig auftraten. Jedoch haben elektrolineare Aktuatoren von der drastisch verbesserten Zuverlässigkeit sämtlicher elektronischer und elektrischer Produkte profitiert. Dadurch, dass sie lediglich aus einem Motor, Getriebe, Leit- oder Kugelgewindespindel und häufig einer Kupplung bestehen, sind elektrolineare Aktuatoren auch sehr viel leichter als ihre hydraulischen Pendanten. Verglichen mit hydraulischen Systemen haben diese weit mehr Komponenten, beispielsweise Behälter, Pumpe, Gleichstrommotoren, Motorrelais, elektromagnetisches Ventil, Rückschlagventil, Hydraulikzylinder, und Taster-Bedienfeld. Durch die hoch zuverlässige, elektronische Technologie und eine minimale Anzahl an möglichen Fehlerstellen, hat sich die Zuverlässigkeit der elektrolinearen Aktuatoren in den vergangenen Jahren so sehr verbessert, dass sie die Geräte, auf denen sie installiert sind, bei einer deutlichen Mehrheit der Anwendungen überleben.

Elektrolineare Aktuatoren bieten tatsächlich wartungsfreien Betrieb und sind daher weit weniger anfällig, aufgrund von Wartungsmängeln auszufallen. Bei der Instandhaltung hydraulischer Systeme ist zunächst ein regelmäßiger Austausch von Flüssigkeit und Filter notwendig; zusätzlich muss sichergestellt sein, dass sich genügend Flüssigkeit im System befindet. Hydraulikflüssigkeit wird in schwierigen Geländeanwendungen verunreinigt. Die Verunreinigung verursacht einen Domino-Effekt, da sie sich im System ausbreitet und mehrere Komponenten beschädigt, welche dann jeweils repariert oder ausgetauscht werden müssen. Da üblicherweise mehrere Achsen durch ein einzelnes Hydrauliksystem gesteuert werden, kann ein Problem viele Bereiche beim Betrieb der Anlagen betreffen. Beispielsweise können hohe Lasten in einer Achse den Druck der Anlage reduzieren und andere Achsen in Mitleidenschaft ziehen.

- **Fax: +1-630-694-3305**

Ein zusätzliches Problem ist, dass beim Verlust eines Hydrauliksystems, beispielsweise bei einem Leitungsbruch, keine Möglichkeit besteht, die betroffenen Achsen manuell in Bewegung zu setzen.

Elektrolineare Aktuatoren benötigen im Gegensatz dazu heutzutage keinerlei Instandhaltung - sie müssen noch nicht einmal geschmiert werden. Elektrolineare Aktuatoren laufen unabhängig mit jeder Achse und werden von unterschiedlichen Motoren angetrieben, sodass ein Ausfall bei einer elektrischen Anwendung nur diesen einzelnen Aktuator betrifft; folglich ist es viel einfacher, den Fehler zu finden und zu reparieren.

Damit Lasten sicher gehalten werden, ist eine Energieversorgung der hydraulischen Systeme erforderlich; bei einem Schlauch- oder Ventilbruch ist die Fähigkeit des Systems, die Last zu halten, erheblich beeinträchtigt. Demgegenüber bieten Aktuatoren unbegrenzte Haltekraft ohne Energiezufuhr sowie praktisch kein Driften bzw. Rückdrehen. Zusätzlich können elektrolineare Aktuatoren einfach mit einem manuellen Overdrive konfiguriert werden, welcher verwendet werden kann, falls es Probleme, entweder mit der Spannungsversorgung oder mit dem Aktuatormotor, geben sollte.

Mythos #3: Elektrolineare Aktuatoren sind teurer

Die Vorstellung, elektrolineare Aktuatoren seien teurer stammt vermutlich aus der Ansicht, dass jede elektrische Achse einen Motor, eine Leitspindel und ein Getriebe benötigt, wohingegen zum Hinzufügen einer hydraulischen Achse lediglich ein Zylinder benötigt wird. Tatsächlich ist aber der Hydraulikzylinder nur ein Bauteil des Hydrauliksystems, welches zum Unterstützen der Achse benötigt wird. Ventile, Schläuche und Beschläge werden ebenfalls benötigt und in vielen Fällen weist die bestehende Hydraulikpumpe keine ausreichende Kapazität zum Ausführen der neuen Achse auf. Die Wirtschaftlichkeit von Aktuatoren hängt zu einem beträchtlichen Teil davon ab, wie viele Achsen von einem speziellen Hydrauliksystem bewegt werden. Elektrolineare Aktuatoren sind üblicherweise erheblich preiswerter in Anwendungen, in denen eine zusätzliche Hydraulikpumpe hinzugefügt werden müsste, um eine weitere Achse zu betreiben. Als allgemeine Faustregel gilt, dass ein Hydrauliksystem grundsätzlich kostengünstiger durch elektrolineare Aktuatoren ersetzt werden kann, wenn ein, zwei oder drei Bewegungsachsen betrieben werden.

Ein weiterer Faktor, welcher bei den relativen Kosten von elektrischen gegen hydraulischen Aktuatoren bei vielen landwirtschaftlichen Anwendungen eine Rolle spielt, ist die Anzahl der verfügbaren Hydraulikanschlüsse. Für jedes Zubehörteil ist ein Anschluss erforderlich, wobei das Hinzufügen weiterer Anschlüsse kostspielig ist, da ein Ventil, Schläuche, Rohre und Anschlüsse ergänzt werden müssen, ganz zu schweigen von den zusätzlichen Kapazitäten der Ladepumpe. Elektrolineare Aktuatoren können verwendet werden, um Zubehör zu ergänzen, ohne einen Anschluss zu belegen. Elektrolineare Aktuatoren bieten auch Vorteile für Achsen, welche sich in großer Entfernung zur Pumpe befinden, da sie die Material- und Arbeitskosten vermeiden, welche beim Verlegen des Schlauches von der Pumpe zum Hydraulikzylinder auftreten würden.

Die Betriebskosten elektrolinearer Aktuatoren sind üblicherweise erheblich geringer als jene von Hydrauliksystemen, da elektrolineare Aktuatoren lediglich dann Strom benötigen, wenn sie tatsächlich etwas bewegen, wohingegen selbst das effizienteste Hydrauliksystem dauerhafte Verluste verursacht. Darüber hinaus sind elektrolineare Aktuatoren durch ihre Einfachheit auch erheblich preiswerter zu installieren. Zusätzlich ist für elektrolineare Aktuatoren keinerlei Instandhaltung notwendig, ganz im Gegenteil zu hydraulischen Aktuatoren, deren Flüssigkeiten und Filter in regelmäßigen Abständen gewechselt werden müssen.

Mythos #4 Elektrolinere Aktuatoren erhöhen die Komplexität der Konstruktion

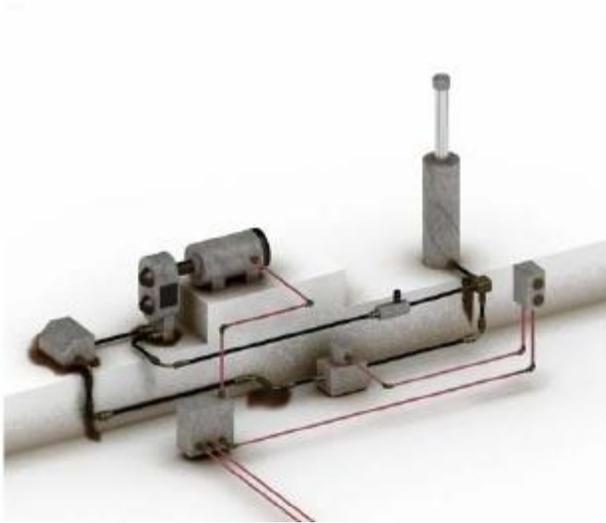
Die Vorstellung, dass elektrolinere Aktuatoren die Komplexität des Konstruktionsprozesses erhöhen, entstammt vermutlich der Tatsache, dass viele Geländefahrzeuge aktuell keine elektrolinere Aktuatoren verwenden. Das Hinzufügen elektrolinere Aktuatoren erfordert daher das Arbeiten mit zwei Aktuatortypen, anstatt mit einem. Außerdem haben viele Gelände-Betriebsmittelingenieurere kaum Erfahrung mit elektrolinere Aktuatoren gesammelt. Zuletzt kennen Ingenieure womöglich die ältere Generation elektrolinere Aktuatoren, welche die Auswahl und Montage verschiedener Komponenten, beispielsweise von Motoren, Getrieben und Steuerungen, erforderten.

Heutzutage wurden elektrolinere Aktuatoren so vereinfacht, dass sie wesentlich einfacher zu bestimmen und zu konstruieren sind als hydraulische Aktuatoren. Elektrolinere Aktuatoren stehen nun als integriertes System zur Verfügung, wodurch lediglich das Verbinden zweier Kabel und ein zweipoliger Umschalter (DPDT) erforderlich sind.

Zum Festlegen der Größe eines Aktuators für eine Anwendung sind lediglich drei Schritte notwendig: bemessen Sie die Last, bestimmen Sie den Arbeitszyklus und legen Sie die Hub- und Einzugslänge fest. Die genaue Last auf einem Aktuator ist möglicherweise durch die Auswirkungen von Zwischenverbindungen nicht bekannt. Lasten können durch Softwarepakete festgelegt werden, welche mechanische Systeme simulieren bzw. dadurch, dass Bemessungen mit einem Zuglastgeber auf dem Aktuator durchgeführt werden. Elektromechanische Aktuatoren können vom Hersteller leicht so konfiguriert werden, dass diese den Anforderungen entsprechen; durch Verändern von Übersetzungen, Leitspindel, Motor und elektronischen Einstellparametern werden die Hauptleistungsvariablen berechenbar beeinflusst.

Aufgrund des ein-Aktuator, eine-Achse-Prinzips elektrolinere Aktuatoren wird eine Interaktion mit anderen Aktuatoren unterbunden, sodass sich Ingenieure voll und ganz auf die Achse, welche sie konstruieren, konzentrieren können. Demgegenüber müssen sich Ingenieure bei hydraulischen Aktuatoren darüber Gedanken machen, wie die Energieableitung für die neue Achse die anderen Achsen beeinträchtigen wird.

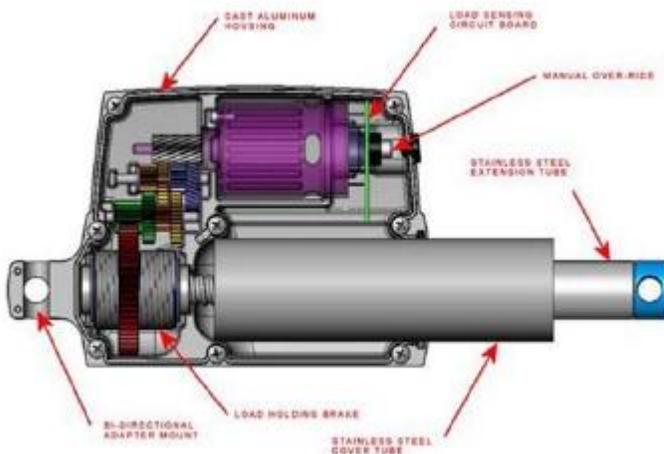
Beim Betrachten dieser Mythen wird deutlich, dass elektrolinere Aktuatoren in vielen Geländeanwendungen eine deutlich bessere Alternative zur Hydraulik darstellen. Die Robustheit elektrolinere Aktuatoren hat sich in den vergangenen Jahren derart verbessert, dass diese nun ebenso strapazierfähig und zuverlässig sind wie hydraulische Aktuatoren. Darüber hinaus sind sie auch unempfindlich gegenüber Problemen, welche bei Hydraulik große Bedenken hervorrufen, beispielsweise Verunreinigungen oder Temperaturschwankungen. Die Kosten eines elektrischen Systems hängen von der Anwendung ab und sind bei ein-, zwei- oder dreiachsigen Anwendungen allgemein geringer als bei hydraulischen Systemen. Zuletzt sind die heutigen integrierten elektrolinere Aktuatoren sehr einfach in jeder beliebigen Geländeausrüstung ausführbar.



Dieses einfach wirkende, uni-direktionale Hydraulikzylindersystem stellt eine der einfachsten verfügbaren Hydrauliklösungen dar. Es besteht aus acht Teilen, welche beim Konstruktionsprozess berücksichtigt und durch den Hersteller installiert werden müssen. Für einen bi-direktionalen Betrieb müsste ein komplexeres und kostspieligeres bi-direktionales System installiert werden.



Dieses einfache elektrische Aktuatorssystem gewährleistet einen gleichmäßigen bi-direktionalen Betrieb und bietet dabei beträchtliche Vorteile für den Hersteller und den Endverbraucher. OEM-Maschinenbauer werden von dieser kostengünstigeren, einfacher installierbaren und leistungsfähigeren Lösung profitieren, welche gegenüber den Wettbewerbern erhebliche Vorteile verspricht. Endverbraucher werden von einer verbesserten Steuerungsmöglichkeit von kritischen Maschinenbetrieben mit verbesserter Genauigkeit und keinerlei Instandhaltung während der Lebensdauer der Maschine profitieren, wodurch die Produktivität der Maschine erheblich erhöht wird.



Die Entwicklung elektrischer Aktuatoren hat sich gewandelt von einer Vorgehensweise, welche modulare Baugruppen verwendet, hin zu Verkapselung der Schlüsselkomponenten in einem Schutzgehäuse, welches die Komponenten für einen optimierten Umweltschutz vor Stößen und Erschütterungen schützt.