

Elektromechanische Stellantriebe für die Luftfahrt

Flugsteuerungssysteme

Übersicht:

Elektromechanische Stellantriebe werden in Flugzeugen zu den verschiedensten Aufgaben eingesetzt. Wir haben uns auf kompakte Stellantriebe spezialisiert, die zum Beispiel für primäre oder sekundäre Flugsteuerungssysteme eingesetzt werden. Aber auch für andere „fly-by-wire“-Komponenten wie Drosselklappenverstellungen werden unsere Aktuatoren mit dazu angepasster Elektronik verwendet.

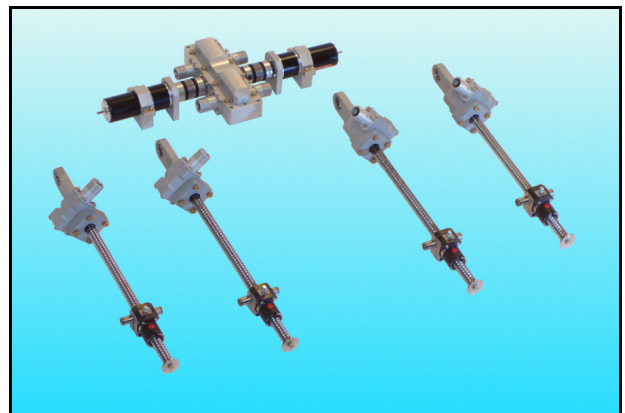
Im vorliegenden Bericht präsentieren wir einige Erfahrungen mit Sport- und Geschäftsreiseflugzeugen. Aber auch Speziallösungen, die in kleinen Stückzahlen für Forschungsflugzeuge und Technologie-Demonstratoren eingesetzt werden, werden vorgestellt.

Landeklappenantriebe

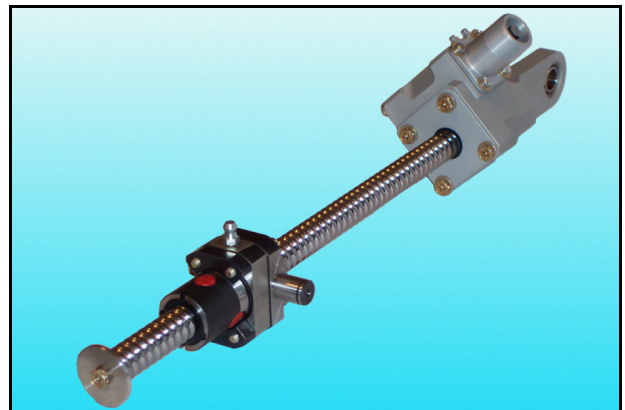
Die Kombination von hohen Reisegeschwindigkeiten mit niedrigen Landegeschwindigkeiten bedingt große wirksame Landeklappen. Hier bieten elektromechanische Stellantriebe bewährte Lösungen. Die Bauform richtet sich nach der Klappenbauform und den Einbaubedingungen. Das nebenstehende Foto zeigt einen Landeklappenantrieb für eine Fowler-Landeklappe.

Gegenüber hydraulischen Stellantrieben sind elektrische Antriebe sehr einfach zu betreiben (direkt aus dem elektrischen Stromnetz) und praktisch wartungsfrei.

Ein Landeklappenantrieb umfasst neben den Aktuatoren und den Antriebsmotoren auch umfangreiche Sicherheitseinrichtungen, die auch im Schadensfall eine sichere Flugdurchführung ermöglichen. Hierzu zählen Bremsen, die die Luftlast aufnehmen können und eine Positionsüberwachung, die das gleichmäßige Fahren der linken und der rechten Klappe überwacht.



Landeklappenantrieb: Die zentrale Motor-Getriebe-Einheit treibt vier Spindelaktuatoren an, die wiederum die Fowler-Landeklappen bewegen.



Aktuator: 12 kN Stellkraft, 220 mm Hub

Primäre Flugsteuerungssysteme

Für einen Technologie-Demonstrator mit einem vollautomatischen Flugsteuerungssystem haben wir die Aktuator-Elektronik entwickelt. Die Flugsteuerung ermöglicht es, das Flugzeug auch unbemannt einzusetzen, um langwierige Überwachungsaufgaben durchzuführen. Im Gegensatz zu klassischen Autopilot-Systemen, die nur eine eingeschränkte Autorität haben, wurde hier volle Autorität verlangt, worauf die Leistungselektronik mit ihren Schutzmaßnahmen abgestimmt werden musste. Die Leistungselektronik kommuniziert über CAN-Bus mit der Flugsteuerung.

Die Auslegung erfolgte nach RTCA DO-160. Darüber hinaus wurden Schutzmaßnahmen gegen regenerative Spannungsspitzen durch starke Böen umgesetzt.

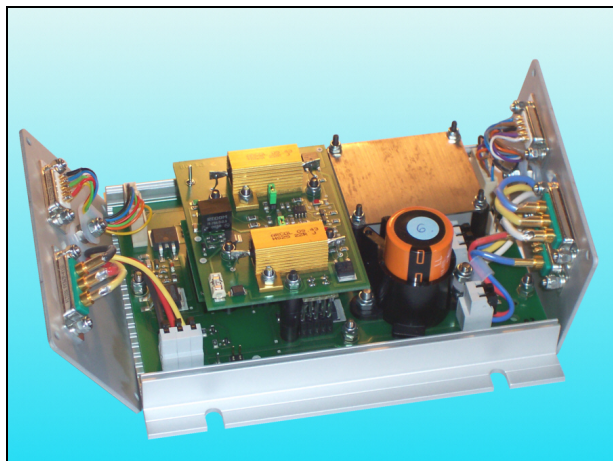
Ein wichtiges Element des Sicherheitskonzepts der Flugsteuerung ist die getrennte Überwachung der Aktuatorposition. Dazu wurden an jedem Aktuator unabhängige Positionssensoren (Resolver) verwendet, die direkt mit der Flugsteuerung verbunden waren.

Sowohl bei der Leistungselektronik als auch bei der Auswertung der Positionssensoren wurden „embedded“ Mikroprozessoren eingesetzt.

Bei der Entwicklung der Elektronik-Komponenten haben wir auf verschiedene eigene Module (für Schutzmaßnahmen, galvanische Entkopplung, Sensorauswertung) zurückgegriffen. Dadurch war eine Basis gelegt für die zügige Gesamt-Integration zur projektspezifischen Lösung. So lassen sich auch Prototypen oder kleinere Stückzahlen, wie sie bei Technologie-Demonstratoren in der Natur der Sache liegen, mit erprobten Modulen aufbauen.



Technologie-Demonstrator mit vollautomatischem Flugsteuerungssystem: Die Flugsteuerung kann das Flugzeug autonom mit voller Autorität für Überwachungsaufgaben steuern (einschließlich Start und Landung).



Leistungselektronik: Die Leistungselektronik enthält ebenfalls Schutzmaßnahmen gegen regenerative Spannungsspitzen durch starke Böen.

ROSNER-TDL

Elektronik für Stellantriebe

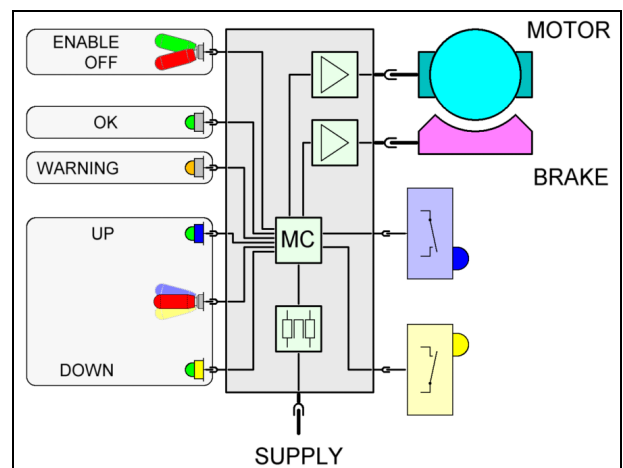
Wir entwickeln auch die Elektronik, die zum Betrieb der Stellantriebe erforderlich ist. Die Elektronik-Baugruppen enthalten natürlich die Leistungsstufe, aber auch Schutzmaßnahmen, die zum sicheren Betrieb erforderlich sind. Besonders bei Forschungseinsätzen sind die exakt anzutreffenden Einsatzverhältnisse noch nicht bekannt, so dass gerade hier eine besonders robuste Auslegung erforderlich ist, ohne allerdings die begrenzten Einbaubedingungen zu verletzen.

Weitere Elektronik-Baugruppen sind die Stellantriebs-Steuerungen, die die Kommandos des Piloten oder der Flugsteuerung entgegennehmen, mit Sensorinformationen verknüpfen und dann entsprechende Aktionen vornehmen (z.B. Aktivierung des Aktuators, Fehlermeldung an die Flugsteuerung). Viele Stellantriebe setzen auch elektromagnetische Bremsen ein, die ebenfalls von der Stellantriebs-Steuerung kontrolliert werden.

Neben der „Intelligenz“ der Steuerungen (durch die „embedded“ Mikroprozessoren sowie die Software) sind es vor allem die verwendeten Sensoren, die den sicheren Betrieb ermöglichen. Neben den Sensoren zur Erfassung der mechanischen Bewegung (Position, Geschwindigkeit, Last) sind es auch die elektrischen Größen (Bordnetzspannung, Bordnetz-Strom, Motorstrom), die zur Einschätzung der Situation und damit zum sicheren Betrieb beitragen.



Testversion einer Landeklappen-Steuerung: Für die erste Erprobung der Landeklappen-Steuerung stehen umfangreiche Konfigurationsschalter und Anzeigen zur Verfügung, die einen besseren Einblick ermöglichen als die spätere Einsatzversion.



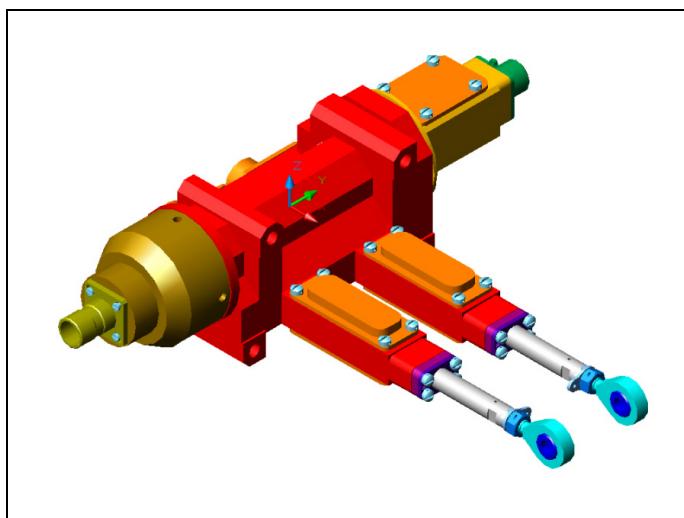
Blockschaltbild einer Landeklappen-Antriebs: Der Antrieb teilt sich in drei Teile: links das Bedienteil (für den Piloten), rechts die flugzeugseitigen Installationen (mit Motor, Bremse und Positionssensoren) und in der Mitte die Steuerung, die die unterschiedlichen Informationen auswertet.

Viele Teilaufgaben lassen sich modular umsetzen und zu einer Gesamtlösung für kompakte Stellantriebe in anderen Anwendungsbereichen zusammensetzen. Besonders geeignet sind diese Baugruppen für Anwendungen in Forschung und Entwicklung (z.B. Robotik), die ebenfalls in kleinen Stückzahlen kompakte, zuverlässige Lösungen für mobile Batterie gespeiste Aufgaben suchen.

Weitere Stellantriebe

Zu unseren Entwicklungen für Flugsteuerungen gehören auch die elektrisch verstellten Trimmruder (siehe nebenstehendes CAD-Bild). Aber auch die Drosselklappen der Antriebsmotoren werden oft elektrisch verstellt ("fly-by-wire"). Weitere Antriebe bewirken das Einziehen und Ausfahren von Fahrwerken oder Stützschwimmern oder eine Verstellung des Propellers.

Ein wichtiger Forschungsbereich betrifft die Entwicklung von Konzepten zum Einsatz von elektromechanischen Aktuatoren als Primär-Steuerung bei Flugzeugen und Hubschraubern.

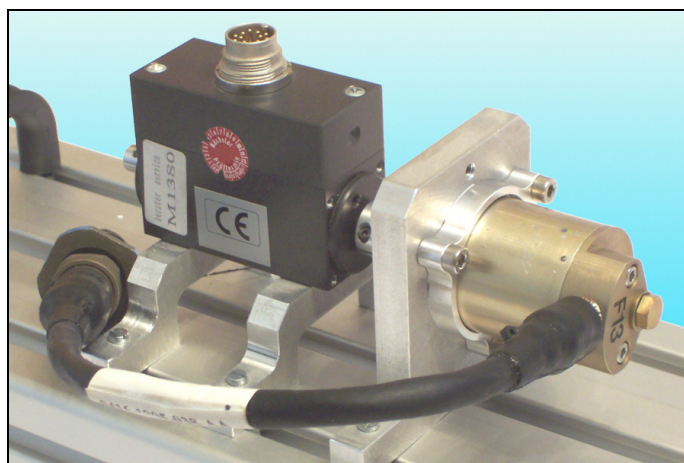


CAD-Bild eines Trimmaktuators: Der Trimmaktor bewirkt, dass das Flugzeug einen stabilen Flugzustand ohne Eingriff des Piloten einhält.

Nachweise

Die strengen Sicherheitsstandards der Luftfahrt erfordern neben theoretischen Bewertungen (Festigkeiten, FMEA) auch umfangreiche Qualifikationstests (z.B. nach RTCA DO-160). Das nebenstehende Foto zeigt einen typischen Prüfstand, der auch zur Überprüfung der Kleinserienaktuatoren eingesetzt wird.

Zur Qualitätssicherung (in Anlehnung an ISO 9001) werden alle Montage- und Testschritte in Protokollen geplant, dokumentiert und überwacht.



Prüfstand: Überprüfung eines Drosselklappen-Aktuators hinsichtlich Drehmoment und Drehwinkel bei unterschiedlichen Betriebsspannungen.

Norbert Rosner
Stellantriebe

Telefon: +49 (0) 58 27 / 97 09 81
Telefax: +49 (0) 58 27 / 97 09 82

Neue Straße 3
D-29 345 Unterlüß

E-Mail: rosner@rosner-tdl.de
Internet: www.ROSNER-TDL.de