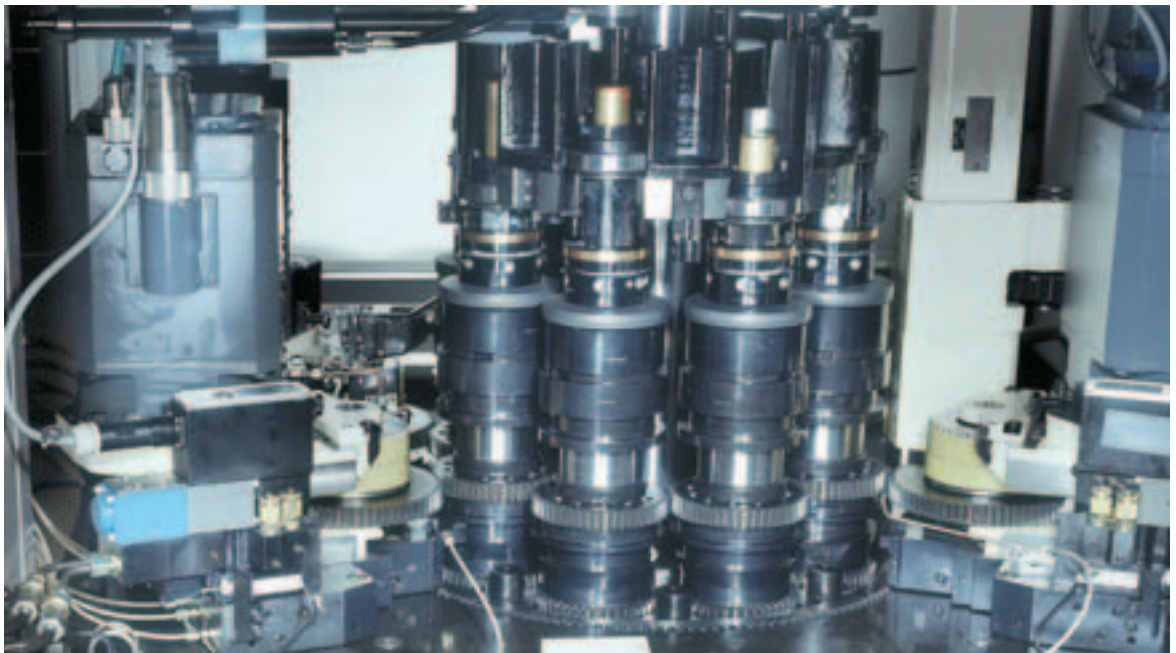


Es gibt heute ein umfangreiches Spektrum von Anwendungen, in denen der spezifische Eigenschaftsmix hydraulischer Antriebe den Anforderungen optimal entspricht.



Comeback der Hydraulik

Software ermöglicht heute hydraulische Antriebe mit sehr spezifischen und vielfältigen Eigenschaften

WILFRIED OSTERFELD

Die meisten Motion-Control-Aufgaben werden heute mit elektromechanischen Antrieben gelöst. In den vergangenen Jahren ist der relative Anteil dieser Antriebstechnik stark zu Lasten der

Hydraulik verschoben worden. Der „unmoderne“ Ruf der Hydraulik besteht jedoch zu Unrecht, denn es gibt auch heute ein umfangreiches Spektrum von Anwendungen, in denen ihr spezifischer Eigenschaftsmix den Anforderungen optimal entspricht. Außer der elektrischen Antriebstechnik besetzt Beckhoff, Verl, auch das Themenfeld Hydraulik mit Produkten und Lösungen.

Derzeit sind viele spezialisierte Hydraulik-Steuerungen im Einsatz, die ausschließlich eine Bewegungsaufgabe für eine oder sehr wenige Achsen übernehmen. Für die Automatisierungsaufgabe wird nach wie

Wilfried Osterfeld ist zuständig für Motion Control und hydraulische Antriebstechnik bei Beckhoff Industrie Elektronik, 33415 Verl, Tel. (0 52 46) 9 63-0, info@beckhoff.de

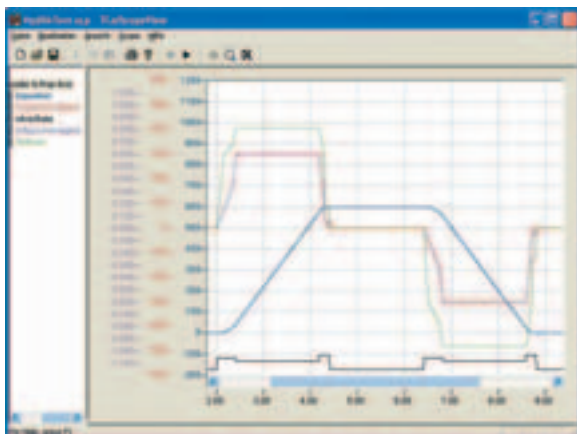
vor eine zusätzliche SPS benötigt. Die PC-basierte Steuerungstechnik macht auch hier, wie in vielen anderen Bereichen der Automatisierung, die historisch gewachsene Aufgabenteilung und die damit verbundenen, wenig transparenten Schnittstellen überflüssig.

Die Automatisierungssoftware Twin-Cat kombiniert die Disziplinen SPS und Motion Control in einem System. Der Motion-Control-Teil ist bekannt für die funktional breitgefächerte und leistungsfähige Handhabung von Servo-Antrieben. Wie schon mehrfach in verschiedenen Anwendungen gezeigt wurde, ist das software-basierte Steuerungskonzept auch für die Hydraulik in den unterschiedlichsten Spielarten geeignet.

Hydraulische Antriebe haben, bedingt durch die große Variantenvielfalt und Kombinierbarkeit der Stellglieder (Ventile, verstellbare Pumpen) und Aktoren (Zylinder, Motoren), eine breite Palette von Eigenschaftskombinationen zu bieten. Einige hydraulische Achsen verhalten sich ähnlich wie elektrische Antriebe und können durchaus wie solche gehandhabt werden. Die meisten jedoch erfordern eine grundsätzlich andere Steuerungstechnik.

Die Hydraulik hat viele Einsatzfälle an elektrische Antriebe verlor-

Bild 1: Typisches Bewegungsprofil der Hydraulik Library.



VENTILE, AKTOREN, SENSOREN

Gleichgang- und Differential-Zylinder

Je nachdem, ob die wirksamen Kolbenflächen auf den beiden Seiten eines Hydraulik-Zylinders gleich oder ungleich sind, wird von einem Gleichgang- oder von einem Differenzialzylinder gesprochen. Konstruktiv ist dies dadurch verursacht, dass entweder nur auf einer Seite eine Kolbenstange vorhanden ist, oder sich die beiden Kolbenstangen im Durchmesser unterscheiden. Der Differenzialzylinder zeigt ein deutlich unsymmetrisches Verhalten: Je nach Bewegungsrichtung hat er eine unterschiedliche Bezugsgeschwindigkeit. Wenn dies nicht in der Vorsteuerung berücksichtigt wird, treten zumindest in einer Richtung erhebliche geschwindigkeitsproportionale Schleppabstände auf.

Schwenkantriebe und Hydraulikmotoren

Hierbei handelt es sich um rotatorische Aktoren mit einem begrenzten oder unbegrenzten Arbeitswinkel. Es sind mehrere konstruktive Spielarten verbreitet, die sich in diversen Details unterscheiden.

Gestelle und lagegeregelt Proportional-Ventile

Wenn der Spulenstrom im Hubmagnet nach dem PWM-Prinzip quasi kontinuierlich kontrolliert wird, können die Ventilöffnungen und somit der Ölstrom mehr oder weniger fein variiert werden. Dazu ist eine entsprechende Digital-Leistungstufe erforderlich, die entweder als Einschub oder als gekapselte Baugruppe im Schaltschrank untergebracht oder, in abgedichteter Bauform, direkt am Ventil angebaut wird. Die Rückstellkraft wird entweder durch eine Feder oder einen zweiten Hubmagneten erzeugt. Ist der bewegte Teil des Ventils mit einem Positionssensor ausgerüstet, kann seine Bewegung und Position durch eine geeignete Elektronik geregelt werden. Die Eigenschaften des Ventils (Genauigkeit, Auflösung, Wiederholgenauigkeit, Stellgeschwindigkeit, Grenzfrequenz) lassen sich erheblich verbessern, was jedoch deutlich den Preis beeinflusst.

Servoventile

Während Proportional-Ventile in der Regel nach dem Schieberprinzip konstruiert sind, findet sich im Inneren eines Servoventils ein kleiner Torquemotor, der gegen eine Feder arbeitet. Eine Regelung des Ventils ist oft nicht nötig. Diese Ventile sind sehr schnell und werden dementsprechend in Testständen eingesetzt; im Maschinen- und Anlagenbau sind sie eher selten zu finden.

Typische Ventil-Kennlinien

Durch die konstruktive Ausführung der Öffnungen im Ventil kann die Übertragungscharakteristik einer Hydraulikachse an die Besonderheiten des Einsatzfalls angepasst werden. Viele Ventile weisen um den Nullpunkt einen gesperrten Bereich auf. Die Achse ist dann praktisch nicht lageregelbar, ist aber ohne weiteren Aufwand mit einer recht wirksamen Feststellbremse ausgerüstet, die auch

bei Wegfall der Energieversorgung greift. Bei anderen Ventilen zeigt die Kennlinie bei 40 oder 60% Ansteuerung einen Knick. Dies muss für die Vorsteuerung und Regelung der Achse kompensiert werden, weil sonst, in Abhängigkeit von der Achsgeschwindigkeit, stark schwankende und auch sehr große Schleppfehler auftreten.

Übliche Sensoren

Die Achsposition wird, wie bei elektrischen Antrieben, mit Inkremental-Encodern oder Absolut SSI-Encodern erfasst. Die Messprinzipien sind vor allem bei letzteren sehr unterschiedlich. Es kommen jedoch auch häufig Analog-Encoder in Form von Linear- oder Dreh-Potentiometern vor. Dabei werden oft kontaktlose Typen eingesetzt, um eine entsprechende Lebensdauer zu erreichen. Die relativ geringe Wegauflösung ist oft unproblematisch, weil die Genauigkeit der Positionierung nur einige 1/10 mm erreichen muss. Als Druck-Sensoren werden oft Piezo-Wandler eingesetzt, die ein 0- bis 10-V- oder 0/4- bis 20-mA-Signal abgeben.

Kennlinien-Linearisierung mit dem Valve Diagram-Editor

Hydraulikzylinder mit den entsprechenden Ventilen haben typischerweise ein nichtlineares Übertragungsverhalten; so ist die Geschwindigkeit des Hydraulikzylinders nicht proportional zu dem Ansteuersignal des Ventils. Im TwinCat-System gibt es zur komfortablen Ansteuerung dieser Achsen eine Kennlinien-Linearisierung in der NC-Echtzeit. Die Kennlinien werden mit einem grafischen Editor (Valve Diagram-Editor) interaktiv im System Manager entworfen. Beim Starten des Systems werden die Daten der Kennlinie in die Echtzeit übertragen. Die Kopplung kann wiederum über den Twin-Cat-System-Manager oder entsprechende Bausteine in der PLC erfolgen. Kompensationswerte (Offsets) können sowohl vor der Linearisierung als auch danach berücksichtigt werden. Die nichtlinearen Kennlinien (Steuerspannung in Prozent, in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit) werden mit dem Valve Diagram Editor des Twin-Cat-System-Managers entworfen. Die Bedienung des Valve Diagram-Editors ist grafisch orientiert. Die Basisfunktionalität des grafischen Editors (Zoom, Verschieben oder Übersichtsfenster) entspricht der des Cam Design-Editors. Nach der grafisch interaktiven Eingabe der Punkte im Grafikfenster werden ihre Koordinaten in dem Tabellenfenster darüber dargestellt. Die Eigenschaften der Punkte lassen sich in dem Tabellenfenster interaktiv manipulieren. Die Punkte werden standardmäßig durch Geraden miteinander verbunden. Die Übergänge an den Knickstellen können symmetrisch verrundet werden, weil diese Punkte bezüglich der Linearisierung besonders kritisch sind. Feste Flächenverhältnisse der Kolben werden automatisch berücksichtigt. Falls die Daten der Kennlinie nicht vorhanden sind, können die Werte mit einem SPS-Programm gemessen werden. Diese Messwerte werden in den Hintergrund der Grafik gelegt, um damit eine idealisierte Kennlinie zu entwerfen.

ren, weil diese Technik oft leichter einsetzbar ist und die gestellten Anforderungen gleich gut oder sogar besser erfüllt. Dieser Trend ist jedoch inzwischen erheblich abgeschwächt, weil Hydraulik in den noch bestehenden Einsatzfeldern oft die passendere Mischung von Eigenschaften besitzt. Dies trifft vor allem dort zu, wo hohe Kräfte gefordert sind, wie zum Beispiel beim:

- ▶ Transport schwerer Lasten,
- ▶ Biegen, Prägen und anderem Umformen,
- ▶ Pressen und Verdichten sowie
- ▶ Fügen und Montieren.

Harte Echtzeit und hohe Rechenleistung

Der universelle Beckhoff-Automatisierungsbaukasten bietet Standardkomponenten sowie spezielle Lösungen für die hydraulische Antriebstechnik. Auf der Softwareseite bildet Twin-Cat die Basis der Steuerung. Die Echtzeit der Twin-Cat-Steuerung erreicht problemlos den unteren Millisekundenbereich (typisch 1 oder 2 ms) und zeigt, je nach eingesetztem Feldbus, einen Jitter von einigen bis wenigen 10 µs. Damit bewegt sich die Echtzeit einer Twin-Cat-Steuerung auf dem gleichen Niveau, wie die einer üblichen spezialisierten Hydraulik-Steuerung und kann deren Funktion mit übernehmen.

Um die für eine Hydraulik-Achse benötigten Algorithmen abzuarbeiten, benötigt eine moderne PC-CPU nicht mehr Zeit, als für die entsprechende Mathematik eines Servos. Dass mit üblichen Rechenleistungen mehrere Achsen bei Zykluszeiten von 1 oder 2 ms machbar sind, wurde mehrfach, auch an Serienmaschinen demonstriert. Weil in einer Beckhoff-PC-Steuerung die SPS-Programme vom Hauptprozessor ausgeführt werden (derzeit typischerweise ein Pentium III oder IV mit 1 GHz oder mehr), gilt diese Aus-

sage auch für Anwendungen, die in dieser frei programmierbaren Ebene laufen. Selbst kundenspezifische Sonderfälle sind also kein Problem.

Schon das Standard Twin-Cat-Softwarepaket ist dazu geeignet, einige Hydraulikachsen zu kontrollieren. Bei Einsatz von linearen Nullschnittventilen an Gleichgangzylindern kann ohne weitere Ergänzungen auf die volle Funktion von Twin-Cat NC PTP, NC I und sogar CNC zugegriffen werden.

Um Differenzialzylinder und Ventile mit Kennlinienknick zu beherrschen, ist der Einsatz des optionalen Twin-Cat Valve Diagram-Editors zu empfehlen. Für die Genauigkeitsansprüche des High-Endbereiches, beispielsweise zerspanende Werkzeugmaschinen, steht der dezentral regelnde Hydraulik-Controller AH2000 zur Verfügung. Er verwandelt die Kombination aus Ventil, Zylinder und Wegmesssystem in einen Hydraulikservo, der von der Maschinensteuerung wie ein Elektroservo behandelt wird.

Die Twin-Cat-PLC-Bibliothek „Hydraulic Positioning“ für hydraulische Steuerungsaufgaben vereinfacht die Positionierung von Hydraulikachsen und die Synchronisation mit Abläufen der Automatisierung. Diese IEC-61131-3-Bausteine unterscheiden sich nicht wesentlich von den Gegenstücken für elektrische Antriebe. Hier wie dort bestimmen die PLCopen Motion-Control-Standards die Regeln. Andererseits läuft die Hydrauliksoftware in der Standardumgebung der PLC und ist für diese vollständig transparent. Mit der gebotenen Sorgfalt kann auf interne Daten lesend und sogar schreibend zugegriffen werden. Dies ist das Maximum an erreichbarer Integration von Motion Control und Automatisierung.

Weil Beckhoff mit seinen I/O-Produkten eine breite Palette von

FAZIT

- ▶ Der Ruf, Hydraulik sei unmodern besteht zu Unrecht
- ▶ Mit entsprechenden Softwarewerkzeugen erhält man sehr hochwertige, spezifische Antriebe
- ▶ Heutige Hydraulikkomponenten decken ein sehr breites Anwendungsspektrum ab

Feldbussen unterstützt, kann hier praktisch immer eine Variante gewählt werden, die der jeweiligen Anforderung entspricht. Alle bei Hydraulikanwendungen auftretenden Signale sind im Busklemmen- oder Feldbus-Box-Produktspektrum verfügbar. Dies gilt sowohl für Positions- und Druckistwerte als auch für Ventilstellwerte.

Anforderungen an Hydraulik kostengünstig realisieren

Das vor kurzem vorgestellte EtherCat-System, die Echtzeit-Ethernet-Lösung von Beckhoff und die dazu gehörenden neuen Ethernet-Klemmen, sollten selbst im Highendbereich keine Wünsche mehr offen lassen. Auch die I/O-Systeme der proprietären Hydrauliksteuerungen sind nur selten leistungsfähiger. Die Anforderungen praktisch aller Industriehydrauliken sind sehr kostengünstig zu realisieren.

Alle wesentlichen Funktionen der Bewegungshydraulik sind bereits verfügbar. Darüber hinaus bietet der AH2000 eine ablösende Kraftregelung, die eine Momentenbegrenzung durch einen Elektroservo nachbildet. Die Zusammenstellung und Ausprägung der Funktionen wird sich an den praktischen Anforderungen ausrichten und in Form von Bausteinen in die PLC-Bibliothek einfließen.

Eine moderne Gestaltung der Softwarebausteine macht Hydraulik für den Automatisierer so leicht organisierbar wie eine elektrische Lösung, weil die Techniken frei von Restriktionen durch Spezialsteuerung mischbar sind. Die Integration von Motion Control und Maschinenablauf muss einfach und wirkungsvoll sein. Das Ziel der Hydrauliker bei Beckhoff ist es, eine große Bandbreite von Lösungen mit vielen Hydraulikkomponenten zu bieten. Dabei werden kostengünstige Varianten, wie etwa nicht lagegeregelter Ventile, einen besonderen Schwerpunkt bilden.

MM

www.maschinenmarkt.de

► Beckhoff Industrie Elektronik