

Edward TOMASIAK
Klaudiusz KLARECKI

Institut für Maschinenbau
Schlesische Technische Universität, Gliwice, Polska

AUSGEWÄHLTE PROBLEME ZUM THEMA "GESTEUERTE MASCHINEN IN DER DIGITALTECHNIK"

1. Einleitung

Die Anwendung hydraulischer Antriebe gesteuerter Maschinen in der Digitaltechnik erfordert die Einführung ferngesteuerter Werte des Drucks und des Durchflusses. Diesen Anforderungen wird die in einem Antriebssystem angewandte proportionale Steuerung gerecht. Diese Probleme sollen anhand der Untergruppe des oberen Zylinders einer Formmaschine der Firma HAFLINGER, Typ HFM-40 erörtert werden. Um eine entsprechende Arbeitsgeschwindigkeit dieser Untergruppe, wie auch eine kompakte Konstruktion des Steuerblocks zu gewährleisten, muss im Antrieb die Ventiltechnik angewandt werden. Die Arbeitsgeschwindigkeit wird mittels eines proportionalen Drosselventils und einer Pumpe mit veränderlicher Förderleistung realisiert, die mit einem Regler mit proportionellem Druckbegrenzungsventil arbeitet. Eine solche Kombination der Steuerung der volumetrischen Durchfluß ergibt sich aus der statischen Veränderung der Förderleistung einer Pumpe, die nicht die erforderliche dynamische Reaktionsgeschwindigkeit der Untergruppe wie auch die Möglichkeit gleichzeitiger Speisung zweier Pumpen nicht gewährleistet. Schnelle Änderungen der Kolbengeschwindigkeit werden durch proportionales Drosseln erreicht.

2. Antriebssystem

Die Untergruppen der oberen und unteren Form haben voneinander unabhängige Pumpenuntergruppen, mit der Möglichkeit jedoch, deren Förderleistung zu kuppeln. (Bild 1).

Die Pumpe mit veränderlicher Förderleistung 1 vom Typ 0514R15A1RPV-63SM28FZ28 leitet das Öl in das Pumpendruckrohr, an dem folgende Elemente angebaut sind:

- Druckbegrenzungsventil 2,
- Druckmittler 3,

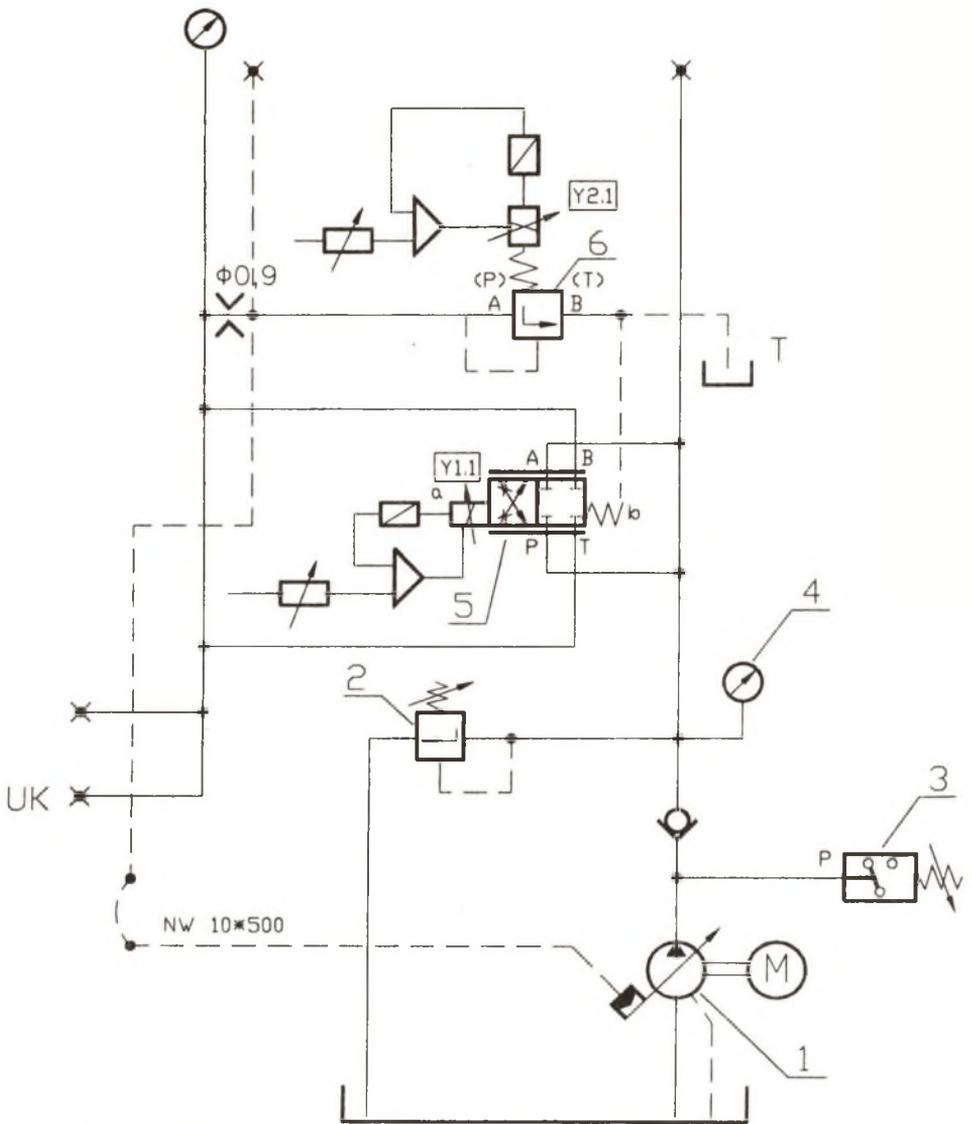


Bild 1. Die Steuerung des Durchflusses

- Druckmesspunkt 4,
- proportionales Drosselventil 5 vom Typ 0811403001,
- proportionales Druckbegrenzungsventil 6 vom Typ 0811402004 zur Speisung des Pumpenreglers.

Veränderungen der Pumpenförderleistung werden durch einen Mikroprozessor

vorgegeben und mittels eines Stromverstärkers ans Druckbegrenzungsventil weitergegeben. Der der Steuerungsstromstärke proportionale Druck am Ventil wird dem Pumpenregler zugeleitet. In der Anfangsphase des Arbeitszyklus wird der Elektromagnet des proportionalen Drosselventils mit einem minimalen Steuerungsstrom gespeist, der einen Durchfluß von etwa 3 dm³/min gewährleistet und den Pumpenregler mit einem Druck versorgt der am proportionalen Druckbegrenzungsventil vorgegeben ist.

Das an der beide Pumpen verbindenden Leitung eingebaute Sitzventil 7 (Firma Hörbiger) ermöglicht deren parallele Verbindung beim Speisen der Zylinder der unteren Form. Die im Umlaufkreis der Pumpe auftretenden Elemente, wie auch die Pumpe selbst stammen aus der Firma BOSCH.

Das Steuerungssystem des Zylinders der oberen Form

Die Arbeitsbedingungen dieser Untergruppe erfordern die Anwendung der Ventiltechnik (Bild 2) im hydraulischen Antrieb. Die hier angewandte Ventiltechnik ermöglicht die Durchführung aller logischen Kombinationen, die im technologischen Prozess der Formmaschine verwertet werden. Messungen der Kolbenlage ermöglichen die Steuerung in der Wegfunktion.

Obere Ausgangsstellung des Kolbens

In seiner oberen Stellung wird der Kolben mittels Zuleitung von Öl aus der Pumpe durch Öffnung des Sitzventils 10 gehalten (Spulenspannung Y13), und darauf durch 15 und 14. Der Abfluß aus der Kolbenkammer des Zylinders wird durch den Abschluß des Sitzventils 13 geschlossen. Wegen der Stabilität der Kolbenstellung bei dessen Stillsetzung wird ins Sitzventil 10 von aussen ein Steuerungsstrom zugeführt.

Abwärtsgang des Kolbens und Anpressen der Form

Der Zylinder wird durchs offene Sitzventil 11 gespeist (Spannung an der Spule Y16), wobei das Sitzventil 13 geschlossen bleibt. Der Abfluß aus dem Zylinder an der Kolbenstangenseite erfolgt durch das geöffnete Sitzventil 14 (Spannung an der Spule Y15) bei Geschlossenem Sitzventil 15, und weiter durch 16, welches Zuschaltventil den Abfluß einschaltet (~5 MPa), wie auch das geöffnete Sitzventil 12 (Spannung an der Spule Y14). Die Schliessung der Form und deren Anpressen besorgt der am Druckbegrenzungsventil 2 vorgegebene Druck (Bild 1).

Aufwärtshub des Kolbens - Öffnen der Form

Seiters der Kolbenstange wird der Zylinder durchs Öffnen der Sitzventile 10 (Spannung an der Spule Y13), 15 (Spannung an der Spule Y13.1), und 16 (Spannung an der Spule Y15) gespeist. Der Abfluß aus dem Zylinder an der Kolbenstangenseite erfolgt durch 13 (Spannung an der Spule Y17) ; dieses Ventil schaltet den Abfluß ein (~5 MPa).

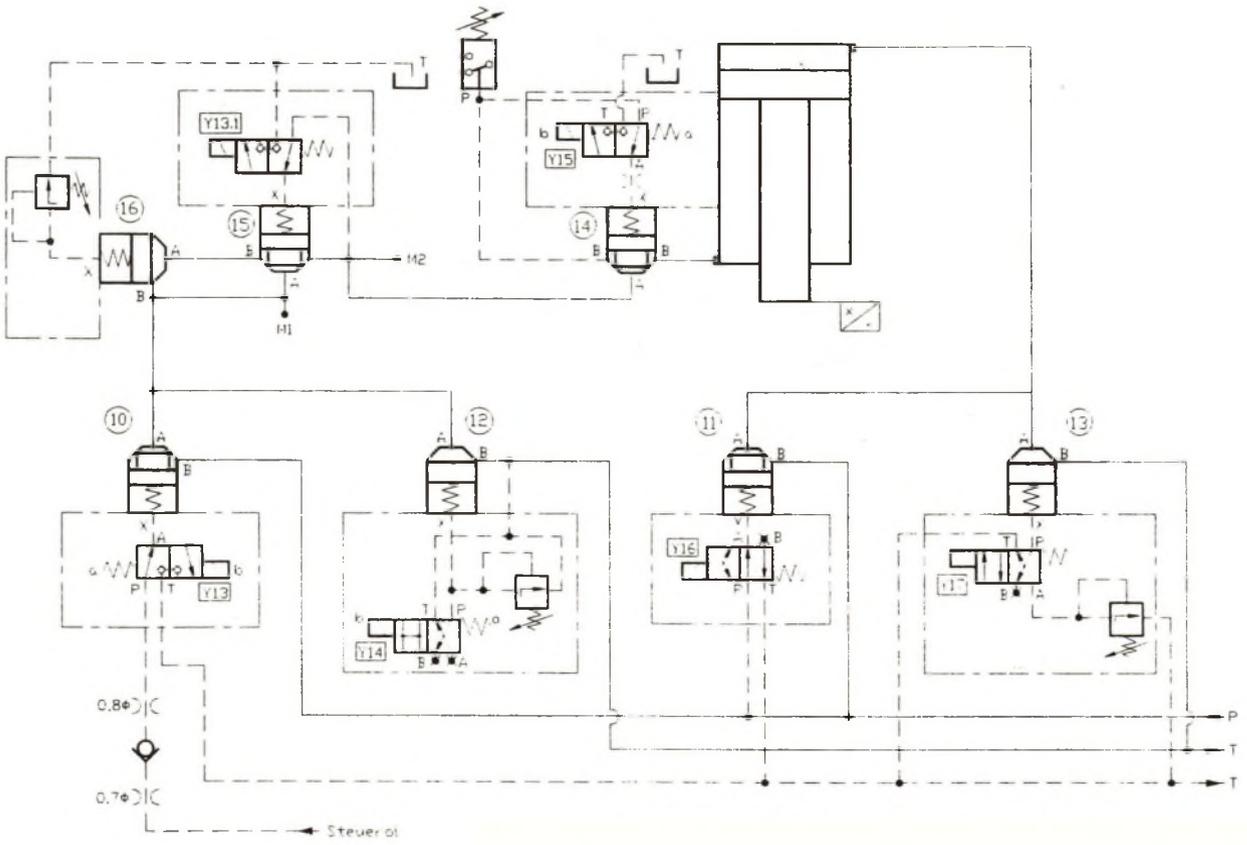


Bild 2. Die hydraulische Antriebe der obere Kolben

Schliessen der Form mit den Kernen

Während der ersten Betriebsphase wird die Differenzschaltung der Zylinderspeisung eingesetzt. Eine schnelle Kolbenbewegung wird mittels Öffnung der Sitzventile 10 (Spannung an der Spule Y13), 11 (Spannung an der Spule Y16), 14 (Spannung an der Spule Y13.1) und 15 (Spannung an der Spule Y15) erreicht. Der Druck wird in dieser Phase durch das Sitzventil 12 (~8 MPa) beschränkt; in der zweiten Phase wird eine freie Bewegung dadurch erreicht, daß die Sitzventile 11 (Spannung an der Spule Y16), 16 (Spannung an der Spule Y15), 15 (Spannung an der Spule Y13.1) und 12 geöffnet werden, wobei das letztgenannte Ventil den Abfluß einschaltet.

Die zweite Phase des Kolbenhubs endet mit einer schleichenden Bewegung zur Schliessung der Formen und wird in proportionaler Technik ausgeführt.

Der Mikroprozessor gibt die Steuerspannung zum Stromverstärker an, in dem eine Rampe für Signalaufbau zur Anwendung gelangt, welche die Steuerstromstärke linear verändert, was zur Stilllegung des Kolbens im Augenblick wenn sich die Formen berühren führt.

Arbeitsunterbrechung bei Havarien

Das Einschalten der Havariunterbrechung schaltet die Spannung in allen Spulen der einzelnen erörterten Arbeitsphasen aus.

Digitalsteuerung

Das in die Maschine eingebaute numerische Steuerungssystem benutzt einen Mikroprozessor, der mittels Überwachung aller Prozessbedingungen die programmierte Arbeitsfolge realisiert. Der automatische Zyklus der Formmaschine kann nur dann in Betrieb genommen werden, wenn sich die Temperatur des Öls bei 45°C stabilisiert hat. Deshalb auch erfolgt zunächst ein etwa halbstündiges Anwärmen des Öls.

Während des Anfahrens der Pumpen befinden sich der obere und untere Kolben in ihrer Ausgangsstellung (Synchronisierung der Kolbenstellungen). Das Ausbleiben einer solchen Synchronisierung ist eine logische Bedingung, die deren Hubbewegungen verhindert. Die Messung der Kolbenstellung bildet die typische Steuerung der Maschine als Wegfunktion. Die darauf folgenden Kolbenhubstufen sind durch dessen Stellung bedingt. Die Steuerungssignale des Mikroprozessors sollten logische Bedingungen sein, durch welche die Durchführung der einzelnen Arbeitsstufen der Formmaschine ermöglicht werden. Wird eine der logischen Bedingungen der Mikroprozessorsteuerung nicht erfüllt, so wird der weitere Betrieb unterbunden und muss im Kontrollempfänger des Computers als Fehler signalisiert werden.

Das entworfene Antriebs- und hydraulische Steuerungssystem des oberen Zylinders der Form wird bei Mikroprozessorsteuerung nicht ganz ausgewertet. Ebenfalls die angewandte Technik proportionaler Steuerung findet durchaus nicht ihre völlige Auswertung im

technologischen Prozess. Es ist anzunehmen, daß die Dienstleistungen der Firma HAFLINGER beim Anfahren der Maschine im Steuerungssystem Änderungen vorgenommen hat, indem sie sie lediglich in Betrieb gesetzt haben, ohne aber ihre einwandfreie Arbeitsweise zu garantieren. Eine solche Annahme ist durch die Unterschiede im Funktionieren der Maschine im Kontext des im Computer gespeicherten Programms gerechtfertigt. Beim Schliessen der Formen mit den darin befindlichen Kernen fehlt die schnelle Bewegung, die durch die differenzierte Speisung des Zylinders hervorgerufen wird; es tritt lediglich eine langsame Bewegung. Auch in der Endphase dieser Bewegung signalisiert der Mikroprozessor nicht die Kolbenstellung (dieses Signal steuert den Stromverstärker) und verhindert dadurch die Vorgabe des Rampensystems. Daher erfolgt auch nicht ein Übergang von einer langsamen zu einer schleichenden Bewegung. Die Folge davon ist eine stossartige Berührung der Formen, und die ist durchaus ungünstig bei dünnwandigen Formen, die dabei zu Bruch gehen und fehlerhafte Gußstücke ergeben.

Beobachtet man das Computerprogramm, so sieht man, daß eine schnelle Bewegung durch die Spannung an der Spule Y16 und das Öffnen des Sitzventils 12 signalisiert wird. Der Übergang der schnellen Bewegung in eine langsamere wird im Programm ebenfalls signalisiert. In der Endphase der Formenschliessung bringt der Mikroprozessor kein Steuerungssignal, während im Computerprogramm dessen Auftreten signalisiert wird. Auf diese Weise tritt kein Übergang der langsamen Bewegung in eine schleichende auf.

Die infolge der nicht erfüllten logischen Beziehungen im Steuerungsprozess auftretenden Unregelmässigkeiten beschränken die Produktionskapazität der Maschine und bilden ein Beispiel einer fehlerhaften Lösung der Steuerung und inkompetenten Anwendung der Ventil- und Proportionaltechnik.

3. Zusammenfassung

Die Anwendung logischer Beziehungen in der Mikroprozeßsteuerung sollte unter ständiger Beaufsichtigung der einzelnen Sequenzen erfolgen, und die Nichtausnutzung irgendwelchen Programmpunktes sollte als Havarie signalisiert werden und die Maschine ausser Betrieb setzen.

Die Anwendung der Ventil- und Proportionaltechnik erhöht die Investitionskosten der Maschine beträchtlich, und wenn die angewandte Technik nicht vollauf genutzt wird, so ist deren Zweckmässigkeit in Frage zu stellen.

Bei der Anwendung einer Mikroprozessorsteuerung ergibt sich die Notwendigkeit eines engen Zusammenwirkens des technologischen Prozesses, der Maschinenkonstruktion und deren Antriebssystems. Gibt es ein solches Zusammenwirken nicht, so fehlt jeglicher Zusammenhalt zwischen der arbeitenden Maschine und ihrem Steuerungssystem.

Gutachter: Jan Szadkowski