

8. Zusammenfassung

Die Dämpfung von Schwingungen in geregelten hydraulischen Geräten und Antrieben erfolgt häufig durch Maßnahmen, die andere Eigenschaften der Regelung verschlechtern. So muß häufig ein Kompromiß zwischen einander widersprechenden Forderungen eingegangen werden.

Dynamisch wirkende Dämpfungsmaßnahmen vermeiden meist diesen Nachteil, da sie nur beim Auftreten von Schwingungen wirksam werden. Die Realisierung solcher dynamischer Dämpfungsverfahren mit rein hydraulisch-mechanischen Mitteln ist Aufgabe der vorliegenden Arbeit.

Damit eine Dämpfungsmaßnahme nur beim Auftreten von Schwingungen wirksam wird, muß durch Differentiation eines entsprechenden Signals aus dem hydraulischen System das Schwingen erkannt werden. Dazu werden hydraulisch-mechanische Zeitglieder benötigt. Deshalb erfolgt zunächst eine systematische Untersuchung der Bauelemente, die sich zum Aufbau hydraulischer Zeitglieder eignen. Das sind

- hydraulische Wirkwiderstände
- hydraulische Kapazitäten und
- hydraulische Induktivitäten

mit den gleichen Phasenlagen von Volumenstrom und Druck - entsprechend Strom und Spannung -, wie sie von entsprechenden elektrischen Bauelementen bekannt sind.

Es wird die Eignung vorhandener Bauelemente für diese Aufgaben analysiert und in Versuchen überprüft. Da die bekannten Widerstände entweder eine nichtlineare Charakteristik haben oder eine starke Abhängigkeit von Temperatur, Betriebsmedium und Strömungsform besitzen, wird durch systematische Analyse der physikalischen Möglichkeiten ein neuer linearer Widerstand entwickelt, der die an ihn gestellten Bedingungen einigermaßen erfüllt. Der eingeschlagene Lösungsweg führt zudem bei etwas geändertem Anforderungsprofil zu einem sehr einfachen und preiswerten Element, das in zahlreichen hydraulischen Geräten vorteilhaft einzusetzen ist und das Betriebsverhalten spürbar verbessern kann.

An die Untersuchung der Bauelemente schließt sich eine Systematik der Verschaltung zu Zeitgliedern an, die insgesamt 62 Möglichkeiten umfaßt. Diese sind mit Schema, Differentialgleichung und typischer Sprungantwort im Anhang zusammengestellt. In Messungen wird für ausgewählte Zeitglieder der Einfluß der Nichtlinearitäten der realen Bauelemente überprüft und ihre Eignung für den Aufbau von Zeitgliedern ermittelt.

Die Rückwirkungen der zeitgliedgesteuerten Betätigungselemente, die dämpfend in eine Regelung eingreifen sollen, auf das Verhalten der Zeitglieder bildet den Abschluß des ersten Teiles der Arbeit.

Der zweite Teil befaßt sich mit den Möglichkeiten der Dämpfung hydraulisch-mechanisch geregelter Geräte durch den Einsatz der Zeitglieder. Dazu wird zuerst der Signalkreis hydraulischer Geräte analysiert. Eine Einteilung nach Art der zu regelnden Größe in

- Lageregelungen
- Volumenstromregelungen und
- Druckregelung

und nach Art des Soll-Ist-Vergleiches in Systeme mit

- Kraftabgleich
- Wegabgleich und
- hydraulischen Abgleich

umfaßt alle bekannten Ausführungen hydraulisch-mechanischer Regelungen.

Im Anschluß an eine kurze Darstellung der regelungstechnischen Zusammenhänge beim Zeitglied-Einsatz in geregelten hydraulischen Geräten und Systemen werden für die oben dargestellten Typen von Regelungen die Möglichkeiten der Realisierung der beiden Dämpfungsmaßnahmen durch Zeitglied-Einsatz nämlich:

- Änderung des Reglerübertragungsverhaltens durch ein DT_1 -Glied und
- nachgebende Rückführung einer Hilfsregelgröße

anhand von Beispielen vorgestellt.

Im dritten und letzten Teil der Arbeit wird an einigen ausgewählten hydraulisch-mechanisch geregelten Systemen die Verbesserung des Verhaltens demonstriert, die durch den Einsatz hydraulischer Zeitglieder möglich ist. Neben einer Optimierung der Zeitglied- bzw. Netzwerk-Daten am Rechner und einer Angabe von Bemessungsrichtlinien, wird bei einigen Beispielen auch durch Prüfstandsversuche der Nachweis der praktischen Realisierbarkeit und des verbesserten Betriebsverhaltens geliefert.

Abschließend läßt sich sagen, daß in vielen Fällen durch den Einsatz hydraulischer Zeitglieder mit rein hydraulisch-mechanischen Mitteln das Betriebsverhalten geregelter hydraulischer Systeme deutlich verbessert werden kann.