

9. Zusammenfassung

Die in der vorliegenden Arbeit untersuchten hydraulischen Oszillatoren lassen sich bezüglich der verschiedenen Aufbauprinzipien in drei Typen unterteilen: mechanischhydraulischer Oszillator, servoventil geregelter Oszillator mit induktivem Wegmeßsystem sowie servoventilgesteuerter Oszillator mit Näherungsschaltern.

Durch theoretische Analyse und experimentelle Untersuchung wurde gezeigt, daß der entwickelte mechanisch-hydraulische Oszillator die vorgegebenen Anforderungen bereits erfüllt. Nachfolgend werden seine wesentlichen Vorteile zusammengefaßt:

- reine Steuerkette
- geringer Bauaufwand
- hohe Dynamik: beim Versorgungsdruck 80 bar bis 110 Hz
- große Amplitude: 13-40 mm (bzw. $\pm 6,5$ - ± 20 mm)
- verstellbare Amplitude und Frequenz
- kompakte Abmessung des Oszillators
- relativ glatter Verlauf der Oszillationsbewegung für einen großen Frequenzbereich

In Bezug auf den servoventil geregelten Oszillator wurden zwei Regleralgorithmen angewandt: der konventionelle P-Regler und die intelligente Regler. Mit Hilfe der klassischen Regelungstechnik wird das Systemverhalten mit dem Einsatz des P-Reglers untersucht. Ein Vorteil des Einsatzes vom P-Regler liegt offensichtlich darin, daß er eine einfache Regelstruktur aufweist.

Aufbauend auf dem P-Regler wurden die intelligenten Regler entwickelt. Sie werden nach unterschiedlicher Funktionsweise weiter unterteilt: der intelligente Regler mit Geschwindigkeitsregelung und der mit Lageregelung. Dank ihrer Fähigkeit, aus Erfahrungen zu lernen, kann die Ausgangsschwingung sich Schritt für Schritt zum optimalen Zustand hin verbessern. Daraus ergibt sich ein wesentlicher Vorteil der intelligenten Regler gegenüber dem P-Regler: Der Zylinder kann durch den Einsatz intelligenter Regler bei einer konstanten proportionalen Regelverstärkung ohne Amplitudenabfalloszillieren. Im Fall der Regelung mit P-Regler muß die Regelverstärkung dagegen gemäß der Frequenz korrigiert werden, um einen Amplitudenabfall zu vermeiden.

Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß der Zylinder durch den Einsatz intelligenter Regler nur innerhalb eines begrenzten Frequenzbereichs oszillieren kann. Für die Regelung mit P-Regler existiert jedoch keine solche Frequenzgrenze. D. h., der Zylinder kann durch den Einsatz des P-Reglers mit einem gewissen Amplitudenabfall über einen größeren Frequenzbereich oszillieren.

Unter Berücksichtigung der hohen Kosten des induktiven Wegmeßsystems wurden statt dessen zwei Näherungsschalter als Alternative eingesetzt. Der Preisfaktor zwischen einem induktiven Wegaufnehmer ohne Meßverstärker und einem Näherungsschalter ohne Netzteil liegt ca. 12:1 (vgl./N6,N9/). Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen belegen, daß die Ungenauigkeit bezüglich der Amplitude aufgrund des

Mangels an Information über die Zylinderposition unvermeidlich ist. Die Ist- und Sollfrequenz können jedoch durch den Einsatz der vorgestellten offenen Steuerkette mit zusätzlicher Kompensation der Frequenzfehler in gute Übereinstimmung gebracht werden.

Die Untersuchungen zeigen weiter, daß der oben erwähnte Algorithmus (bzw. die offene Steuerkette mit zusätzlicher Kompensation der Frequenzfehler) nicht für so hohe Frequenzbereiche wie die Systeme mit geschlossenem Regelkreis geeignet ist: Die Ausgangsschwingung bei langsamerer Oszillation besitzt eine genaue Frequenz sowie eine Amplitude mit ausreichender Genauigkeit.

Die verschiedenen Konzeptionen der Regelung und Steuerung wurden durch eine im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Software sinnvoll unterstützt. Parallel dazu wurde auch ein Meßwerterfassungs- und Verarbeitungsprogramm entwickelt. Alle Programme wurden auf einem IBM-kompatiblen Rechner realisiert. Die Software läßt sich daher auf andere, ähnliche Systeme übertragen.