

7. Zusammenfassung

Ausgehend von den bisher bekannten Vorschlägen für hydraulische Systeme mit angenähert zeitoptimalem Verhalten wurden Systeme mit einfacherem Aufbau vorgeschlagen und untersucht. Dabei wurden Lastdruckrückführungen eingeführt, die in Abhängigkeit von bestimmten Systemgrößen nur während des Bremsvorganges eingeschaltet werden. Die Ergebnisse zeigen, daß derart geschaltete Rückführungen gegenüber den herkömmlichen stetigen Rückführungen hinsichtlich einer Minimierung der Übergangszeit Vorteile aufweisen. Der apparative Aufwand für geschaltete Rückführungen ist so gering, daß er heute mit den zur Verfügung stehenden elektrischen und elektronischen Bauelementen ohne großen Kostenaufwand realisiert werden kann. Mit Hilfe dieser Rückführungen werden Übergangszeiten für 10 cm Führungsgrößensprung erreicht, die um einige 10^{-2} Sekunden kürzer sind als mit herkömmlichen Rückführungen.

Ein Vergleich der mit geschalteten Rückführungen erreichten Übergangszeiten mit denen exakt zeitoptimaler Systeme zeigt, daß der Unterschied bei 10 cm Führungsgrößensprung für eine Masse von 50 kg im Mittel etwa 25 ms und für eine Masse von 1000 kg etwa 40 ms beträgt. Der prozentuale Unterschied zwischen näherungsweise und exakt zeitoptimalen Übergangszeiten beträgt für eine Sprunghöhe der Führungsgröße von 2 cm 20 % bis 40 % und für eine solche von 10 cm 6 % bis 20 %. Dabei ist der Unterschied für große Massen und kleine Reibungen am größten. Weitere Verbesserungen sind also vor allem bei großen Massen, kleinen Reibungen und kleinen Führungsgrößensprüngen erreichbar.

Der optimale Wert der Systemverstärkung ist stark lastabhängig. Deshalb wurde zur Erzielung eines optimalen Verhaltens des Systems auch bei wechselnden Reiblasten ein reiblastadaptives System entwickelt. Damit wird bei veränderlichen Reiblasten und sprungförmigen Änderungen der Führungsgröße eine automatische Einstellung des optimalen Wertes der Verstärkung erreicht. Gegenüber nichtadaptiven Systemen werden damit je nach Größe der Massen- und Reiblast bei 10 cm Führungsgrößenprung Verbesserungen von 30 bis 120 ms, das sind etwa 10 % bis 30 %, erreicht. Diese Verbesserung ist für alle Anwendungen mit stark wechselnden Reiblasten von Bedeutung, vor allem auch, weil nur die Art und nicht die Größe der Reiblasten bei der Auslegung eines Systems bekannt sein müssen.

Bei landtechnischen Nachführungen von Werkzeugen im Boden können die Bodenkräfte durch trockene und geschwindigkeitsproportionale Reibung angenähert werden. Eine Simulation eines landtechnischen Nachführungssystems, das ein Werkzeug im Boden nachführt, ist damit auf einem Analogrechner möglich, d. h. solche Systeme können mit einem Rechner simuliert und für bestimmte Bedingungen und Kriterien theoretisch berechnet werden. Das war beim bisherigen Stand der Erkenntnisse nicht möglich.