

6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird dargelegt, daß ein elektropneumatisches Stellsystem zur Verdränger-Volumensteuerung von hydrostatischen Antrieben sinnvoll ist, da bei Vorhandensein eines Druckluftnetzes keine gesonderte Druckversorgung für das Stellsystem erforderlich ist und sich somit auch der Bauaufwand verringert.

Die Eigenschaften eines elektropneumatischen Stellsystems und seiner Bauteile werden anhand einer Verdränger-Volumensteuerung für eine 24 kW-Pumpe exemplarisch beschrieben. Beim vorliegenden Einsatzfall sind bereits die Grenzen der Leistungsfähigkeit des Stellsystems erreicht worden. Trotzdem zeigen die Sprungantworten bei Lageregelung des Stellkolbens gutes Zeitverhalten. Das elektropneumatische Stellsystem reagiert jedoch wesentlich empfindlicher als ein elektrohydraulisches Stellsystem auf den Wechsel der Verstellkraft, wenn die Pumpe über den Schwenkwinkel Null hinaus in Gegenrichtung verschwenkt wird. Energetische Betrachtungen zeigen ein günstiges Verhältnis von pneumatischer Steuerleistung zur gesteuerten hydraulischen Leistung.

Zur Vorbestimmung der Eigenschaften des Stellsystems auf dem Digitalrechner wird ein nichtlineares Gleichungssystem entwickelt, in das auch die nichtlinearen Durchflußgesetzgemäßigkeiten von Luft durch Strömungswiderstände einbezogen werden. Die Linearisierung des Gleichungssystems erlaubt die Ableitung von Kennwerten, die die dynamischen Eigenschaften des Stellsystems beschreiben.

Anhand dieser Kennwerte werden Richtlinien für die Festlegung der konstruktiven Parameter entwickelt, um das gewünschte dynamische Verhalten unter zusätzlicher Berücksichtigung eines möglichst geringen Energiebedarfs zu erzielen. Die Einflüsse der konstruktiven Parameter auf das dynamische Verhalten des Stellsystems können durch Berechnungen mit dem nichtlinearen Gleichungssystem ermittelt werden. Insbesondere für das elektropneumatische Servoventil wird beschrieben, wie die gewünschten konstruktiven Parameter eingestellt werden können.

Für die Lageregelung des Stellsystems an der Pumpe ergeben analytische Berechnungen des Regelkreises im linearen Bereich die Möglichkeit zur groben Voreinstellung. Die höchsten Kreisverstärkungen sind bei zweischleifigem Regelkreis mit gegengekoppelter Geschwindigkeit möglich. Durch Zuschalten von I- und D-Anteilen können die Eigenschaften des Regelkreises weiter verbessert werden. Die Einstellung der Regelparameter erfolgt am Beispiel des Stellsystems an einer 24 kW-Pumpe durch Simulationen, in dem ein Minimum des Gütemaßes ITAE für das Führungsverhalten angestrebt wird. Die gewonnenen Einstellregeln sind prinzipiell auch auf andere Systeme übertragbar. Exemplarisch werden die erzielbaren Ergebnisse für das beschriebene Stellsystem dargestellt.

Abschließend werden einige Ergebnisse bei Drehzahlregelung eines Motors beschrieben, wobei die Pumpe mit elektropneumatischem Stellsystem als Stellglied dient. Durch Verwendung mehrschleifiger Regelungskonzepte mit Gegenkopplung des abgeleiteten Drehzahlsignals und Aufschaltung des abgeschätzten Lastmomentes können brauchbare Ergebnisse erzielt werden. Der Einsatz der elektropneumatischen Servopumpe ist jedoch nur in einem Bereich sinnvoll, in dem das Stellsystem nicht durch die Stellkräfte der Pumpe überlastet wird.