

Huu Tri Nguyen Zusammenfassung

Pneumatische Antriebe haben als Stellorgane bei Prozeßsteuerungen und bei der Automatisierung von Maschinen und Anlagen eine große Bedeutung erlangt. Als wesentliche Vorteile gegenüber den konkurrierenden Antriebstechnologien sind der einfache, kompakte und robuste Aufbau, die erreichbaren großen Verfahrgeschwindigkeiten und Beschleunigungen, die sehr kurze Taktzeiten ermöglichen, zu nennen. Sie haben andererseits aber eine niedrige Laststeifigkeit und ein schlechtes Dämpfungsverhalten. Diese Nachteile können durch regelungstechnische Maßnahmen auf der Signalseite und Verbesserungen an den Komponenten verringert werden.

In der vorliegenden Arbeit wurde ein nichtlineares Modell zur Beschreibung des Zylinderantriebs vorgestellt. Der Einfluß der analogen/digitalen Komponenten der Signalseite zur Realisierung des Zustandsreglers auf das Positionierverhalten wurde untersucht. Darüber hinaus sind Auswirkungen der pneumatischen Komponenten wie Ventildynamik, Durchfluß des Ventils, Dichtungen und Federsteifigkeit der Luftsäule im Zylinder auf die Reglerparameter aufgezeichnet. Im einzelnen zeigten sich folgende Ergebnisse.

Zur Beschreibung des nichtlinearen Modells sind die dominanten Nichtlinearitäten wie Durchflüsse und Reibkräfte von hoher Bedeutung. Durch Ausnutzung der Möglichkeiten des Digitalrechners können diese nach einer Meß- sowie Auswertevorschrift für einen vorhandenen Antrieb leicht ermittelt werden. Zur Generierung der Durchflußgleichung z.B. in der Auslegungsphase, kann die Besc1reibungsfunktion der Massenströme (5.24) herangezogen werden. Die Abweichungen im Kleinsignalbereich liegen unter 10%. Die Reibkräfte lassen sich nur sehr schwierig in mathematischer Form genau genug darstellen, da sie von sehr vielen, nicht immer erfassbaren Parametern abhängig sind. Hier stellt der Digitalrechner ein ausgezeichnetes Werkzeug dar, die Reibkräfte in Abhängigkeit der Verfahrgeschwindigkeit zu ermitteln.

Die Regleruntersuchungen haben gezeigt, daß eine ausreichende Kompensation der Kompressibilitätseffekte nur mit einer Zustandsregelung erreichbar ist. Infolge der sehr hohen Verstärkungen erreichen zustandsgeregelte Pneumatikantriebe ein nahezu zeitoptimales, aperiodisches Bewegungsverhalten, wobei die erreichbare Positioniergenauigkeit und Nachgiebigkeit im wesentlichen nur durch den Rauschpegel und die Auflösung der verwendeten Meßaufnehmersysteme begrenzt sind. Die maximal erreichbare Kreisverstärkung bei der analogen Reglerausführung liegt bei 60 s⁻¹. Bei einer durchgehend digitalen Reglerausführung mit digitalem Wegaufnehmer können im vorliegenden Fall Kreisverstärkungen von etwa 100 s⁻¹ erzielt werden.

Die Ventildynamik hat einen sehr starken Einfluß auf die Positioniergüte. Mit dem direkt gesteuerten Ventil mit Torque-Motor ergibt sich das günstigste positionierverhalten. Durch Erhöhung der Rückführparameter für Geschwindigkeit und Beschleunigung läßt sich der Einfluß von Ventilen mit schlechterer Dynamik und geringerem Durchfluß teilweise kompensieren. Die Änderung der Federsteifigkeit in Folge der Antriebsposition kann ebenfalls durch entsprechende Reglerparameter in ihrer Auswirkung auf das

positionierverhalten begrenzt werden. Die Anpassung des Reglers an die Federsteifigkeit und Belastungen kann bei der digitalen Reglerausführung vollautomatisch vorgenommen werden.

Zur Verringerung der Reibkräfte sind insbesondere Gleitringdichtungen auf PTFE-Basis mit sehr geringer Vorspannung geeignet. Die Schwingneigung in der Ausregelphase wird durch Einsatz dieser Dichtungsart sehr stark reduziert. Sie wirkt sich auch positiv auf die Positioniergenauigkeit und Laststeifigkeit aus.

Die Reglerauslegung mit Hilfe eines linearisierten Modells in der Servopneumatik führt nicht zu optimalen Reglerparametern; sie bietet aber die Möglichkeit, gute "Start-Werte" für weitere Optimierungsverfahren zu finden.

Der Energieausnutzungsgrad des Zylinderantriebs ist zwar noch gering, er läßt sich aber durch schaltungstechnische Maßnahmen z.B. zusätzliche Verwendung von Schnellentlüftungsventilen verbessern. Die Steuerung kann sehr einfach durch den Mikrorechner erfolgen, so daß kein zusätzlicher Hardwareaufwand für die Steuerung entsteht.