

10 Zusammenfassung

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die Konzeption und technische Realisation eines flexiblen und frei positionierbaren pneumatischen Zylinderantriebes. Im Gegensatz zu den servopneumatischen Systemen werden bei diesem Antrieb kleine dynamische Schaltventile in Verbindung mit höherwertigen Regelungskonzepten eingesetzt.

Die Ansteuerung der Schaltventile kann mit zwei verschiedenen Konzepten realisiert werden:

- Differenzieller pulsweitenmodulierter Ansteuerung mit Totzone (DPWMT)
- Dreipunkt-Asynchron-Ansteuerung.

Durch theoretische Analyse und experimentelle Untersuchungen wird gezeigt, daß bei einem Schaltventil unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen ein quasi-stetiges Ventilverhalten erreicht werden kann. Zu diesen Randbedingungen zählt u.a., daß z.B. die Totzeit des Ventils

T_{tot} viel kleiner als die Zeitkonstante der DPWMT -Ansteuerung T_{DPWMT} gewählt werden muß ($T_{\text{DPWMT}} > 10 \cdot T_{\text{tot}}$).

Zur Vermeidung zu hoher oder andauernder Schaltvorgänge des Ventils, wird eine Totzone eingeführt. Durch die Einführung der Totzone verschlechtert sich die Laststeifigkeit des Antriebes. Dieser negative Effekt kann jedoch durch die Installation einer Bremse kompensiert werden. Mit diesem quasi-stetigen Ansteuerprinzip werden verschiedene Positionierantriebe bei Variation der Lastmasse experimentell untersucht. Für den Referenzantrieb wird ein Zylinder ausgewählt, der eine Länge von 1000 mm und einen Durchmesser von 40 mm aufweist.

Mit diesem System werden Positioniergenauigkeit erreicht, die zwischen $\pm 0,10$ und $\pm 0,5$ mm. liegen. Durch den Einsatz von Schaltventilen mit höheren Nennweiten kann die Verfahrensgeschwindigkeit gesteigert werden.

Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen belegen, daß mit dem vorgestellten Positioniersystem eine Lücke zwischen den komplexen servopneumatischen und den konventionellen endlagengesteuerten bzw. gebremsten Positionierantrieben geschlossen werden kann. Die Untersuchungen zeigen weiter, daß mit einer Asynchron-Ansteuerung qualitativ vergleichbare Resultate gewonnen werden können, wie mit einer DPWMT -Ansteuerung. Die wesentlichen Unterschiede zwischen diesen Ansteuerprinzipien können wie folgt zusammengefaßt werden: Mit DPWMT-angesteuerten Systemen wird i.d.R. eine höhere Positioniergenauigkeit erzielt, jedoch muß eine relativ hohe Schalthäufigkeit der Ventile in Kauf genommen werden.

Die in Rahmen der theoretischen und experimentellen Betrachtungen gewonnen Ergebnisse lassen sich auf Antriebe mit anderen geometrischen Abmessungen der Zylinder und anderen Ventillinnenweiten übertragen.

Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß die Übertragung der Ergebnisse auf kleine und sog. Miniaturzylinder, wie sie häufig in der Handhabungs- und Automatisierungstechnik angewendet werden, durch die Tatsache eingeschränkt wird, daß die hier notwendigen Magnetventile nicht über eine ausreichend hohe Dynamik und entsprechend kleine Nennweiten verfügen.

Durch die Verwendung der konstruktiv einfachen und somit kostengünstigen und robusten Magnet-Schaltventile in Verbindung mit einer entsprechenden elektrischen Steuerung (U/I-Wandler) ergibt sich für eine Vielzahl von Einsatzfällen eine preisgünstige Alternative zu elektrischen und servopneumatischen Antrieben.

Ein Alternative zu den Magnetventilen stellen die seit kurzem verfügbaren Piezoventile dar. Diese Ventile können direkt vom Rechner angesteuert werden, weil die erforderlichen elektrischen Ansteuerleistungen sehr gering sind. Der Einsatz dieser Ventile würde eine weitere konstruktive und schaltungs technische Vereinfachung digitaler pneumatischer Positioniersysteme bedeuten. Ferner lassen sich insbesondere die Piezoventile sehr gut mit Miniaturzylindern kombinieren, da sie über geringe Nennweiten und eine hohe Schaltdynamik verfügen.

Ebenso wie bei den servopneumatischen Systemen benötigt der hier vorgestellte Antrieb zur Ermittlung der Kolbenlage ein Wegmeßsystem. Diese Wegmeßsysteme verursachen i.d.R. relativ hohe Systemkosten. Somit wäre es für die Zukunft wünschenswert, wenn eine preiswerte, jedoch ausreichend genaue Meßtechnik entwickelt würde.

Abschließend sei erwähnt, daß das im Rahmen der vorliegenden Arbeit entwickelte System einen wesentlichen Schritt in die Richtung hochgenauer aber gleichzeitig kostengünstiger Positioniersysteme darstellt.