

Servopneumatische Antriebssysteme und Handhabungsgeräte Modellbildung, Auslegung und Systemtechnik

Klaus Schillings

Die Arbeit behandelt die Entwicklung servopneumatischer Antriebe im Hinblick auf den Einsatz in numerisch gesteuerten Handhabungsgeräten.

Ausgehend von der Modellbildung für die Regelstrecke „Stetigventil mit pneumatischem Aktuator“ werden die Kennlinienfelder und das Frequenzgangverhalten servopneumatischer Zylinderantriebe abgeleitet und mit dem meßtechnisch erfaßten nichtlinearen Antriebsverhalten verglichen. Dabei ermöglicht eine neu entwickelte Darstellungsweise für das stationäre Verhalten eine übersichtliche Ableitung der normierten Antriebskräfte und Geschwindigkeiten servopneumatischer Antriebe. Die aus der Modellbildung ermittelten Zusammenhänge bilden die Grundlagen für die Entwicklung des positioniergenauen Schwenkantriebssystems „Bandmotor“, das sich durch Positioniergenauigkeiten von 0,001 Winkelgrad auszeichnet. Durch den Einsatz zweier Bandmotoren und die optimierte Auslegung einer Gelenkarmkinematik wurde erstmals ein servopneumatischer SCARA-Roboter realisiert.

Der Vergleich der verschiedenen Regelungsverfahren erfolgt im linearen Regelkreismodell. Für die erzielbare Regelkreisdynamik der dreischleifigen Lagerregelung ergeben sich dabei Einschränkungen, die insbesondere aus dem Zusammenwirken von Antriebsmechanik und digitaler Signalverarbeitung resultieren. Bei den Untersuchungen des Geschwindigkeitsverhaltens führen im Kleinsignalbereich hohe Reglerverstärkungen und Systemdämpfungen zu positiven Ergebnissen, während im Großsignalbereich geringe Rückführungen eine Schwingungsanregung und ein Eingreifen Stellgrößenbegrenzung vermeiden.

Durch die Ableitung optimierter Steuerungs- und Regelungsstrukturen konnten die nichtlinearen Einflüsse in der Regelstrecke kompensiert werden. Als besonders wirkungsvoll erwies sich eine gesteuerte Adaption aller drei Reglerrückführungen, bei der die Reglerverstärkung zu kleinen Geschwindigkeiten hin angehoben wird. Die Untersuchungen zeigen desweiteren, daß sich die statistischen Streuungen der Positionierungsergebnisse durch geeignete Sollwertvorgaben deutlich verringern lassen. Die beschriebenen Maßnahmen führen zu einem Antriebsverhalten, das den Aufbau bahngeregelter Pneumatik-Robotersysteme ermöglicht.

Die Vorteile der Optimierungsmaßnahmen werden abschließend anhand des Bahnfolge- und des Positionierverhaltens der Handhabungsgeräte „Servopneumatischer SCARA-Roboter“ und „Schraubroboter mit servopneumatischen Zylinderantrieben“ vorgestellt. Die dabei erzielten Ergebnisse sind mit den Leistungsdaten elektrisch angetriebener Robotersysteme vergleichbar.