

Kurzfassung

Die Arbeit befasst sich mit der Entwicklung und Erprobung hochdynamischer Piezo-Servoventile zur Leistungssteigerung elektrohydraulischer Zylinderantriebe. Die Leistungssteigerung bedeutet im Kontext der Arbeit eine Verbesserung von Führungs- und Störverhalten des Zylinderantriebs in der Druck- und Lageregelung. Das Führungs- und Störverhalten eines Antriebs bestimmen seine Präzision, welche für die Qualität der Erzeugnisse bzw. Genauigkeit der auszuführenden Bewegung entscheidend ist.

Anhand linearisierter mathematischer Modelle wird gezeigt, dass das Antriebsverhalten vorwiegend durch hohe Ventildynamik verbessert werden kann. Zur Steigerung der Ventildynamik wird piezoelektrischer Aktor herangezogen, dessen Zeitverhalten das Verhalten von konventionellen elektromechanischen Ventilaktoren deutlich übertrifft.

Im Rahmen der Arbeit werden zwei Prototypen neuartiger hochdynamischer Piezo-Servoventile entwickelt. Es handelt sich hierbei um 4/3-Wegeventile in Längsschieberausführung. Beide Entwicklungen umfassen Konzeptionierung, Berechnung, Dimensionierung, Konstruktion, Fertigung, Entwurf und Umsetzung ventilinterner Lageregelung, Erprobung im Versuch nach standardisierten Verfahren und Gegenüberstellung zu konventionellen Ventilen vergleichbarer Nenngröße. Die erzielte Ventildynamik übertrifft deutlich die Dynamik konventioneller Servoventile. Beispielhafte Untersuchungen an einem elektrohydraulischen Zylinderantrieb zeigen, dass durch den Einsatz der Piezo-Servoventile das Führungsverhalten der Druckregelung bzw. das Störverhalten der Lageregelung des Antriebs um ca. 50% bzw. 40% verbessert werden können.

Die Arbeit zeigt, dass kommerziell verfügbare Piezo-Aktoren erfolgreich in den hydraulischen Industrieventilen zur Leistungssteigerung des Antriebs eingesetzt werden können. Die hohe Zuverlässigkeit und Lebensdauer dieser Aktoren wurde durch den Einsatz in Common-Rail-Einspritzsystemen in der Automobilindustrie seit 2002 bereits nachgewiesen. Durch die geringen Herstellungskosten der Massenfertigung stellen die Kfz-Piezo-Aktoren eine attraktive Alternative für die industrielle hydraulische Servoventiltechnik dar.