

Miniaturisierung servopneumatischer Rotationsantriebe

Die Miniaturisierung von Antriebssystemen ist ein wesentlicher Baustein zur Evolution technischer Systeme, der mit einer stärkeren Integration einhergeht. Dies bezieht sich auf alle Antriebstechnologien und schließt somit fluidtechnische und insbesondere pneumatische Lösungen ein. In Bezug auf Schwenkbewegungen ist ersichtlich, dass fluidtechnische Antriebslösungen häufig auf reinen Schwenkmotoren beruhen, während elektromechanische Antriebe durch Einsatz von Getrieben zumeist Rotationsantriebe verwenden und somit eine gesteigerte Leistungsdichte besitzen. Eine Übertragung dieser Vorgehensweise auf fluidtechnische Schwenkantriebe bildet die Grundlage dieser Arbeit.

Die am Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen (IFAS) entwickelte servopneumatisch angetriebene Aachen-IFAS-Hand stellt hinsichtlich Miniaturisierung hohe Anforderungen an ihre Aktoren. Die in den Fingern der Aachen-IFAS-Hand befindlichen Antriebe unterliegen hierbei den stärksten Anforderungen und dienen als Zielapplikation des untersuchten Antriebs.

Durch eine systematische Analyse der zugrundeliegenden Wirkzusammenhänge wird zunächst der Lösungsraum aufgespannt, um im Anschluss eine Vielzahl von Lösungen zu generieren und die nach einer Evaluierung bestgeeigneten Konzepte näher zu betrachten. Nachdem sich die Umsteuerung des Antriebs als größte Herausforderung in der Miniaturisierung abzeichnet, wird im Anschluss der Fokus auf zwei grundsätzlich unterschiedliche Konzepte zur Umsteuerung, dem Schlauchmotor und der magnetisch betätigten Umsteuerung, gelegt. Darüber hinaus wird die Winkelerfassung als Grundlage zur Positionsregelung genauer betrachtet. Zentraler Bestandteil der Entwicklung der neuartigen Systeme bildet hierbei die Modellbildung der zugrundeliegenden Zusammenhänge und deren numerische Simulation und Optimierung.

Der Abgleich der simulativ optimierten Systeme durch Prototypenversuche mit Hilfe eines eigens zu diesem Zweck errichteten Prüfstands sowie ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten schließen die Arbeit ab.

Miniaturisation of servopneumatic rotational drives

Miniaturisation of drive systems is a key component for the evolution of technical systems going along with a stronger integration. This applies for all drive technologies and thus includes fluid power and especially pneumatics as well. Concerning slew movements it is obvious that fluid power solutions often consist of swivel drives while electromechanical drives are using rotational drives and transmissions to thus achieve an enhanced power density. A transfer of this approach on fluid power slew drives is the basis of this PhD thesis.

The servopneumatic Aachen-IFAS-Hand which has been developed at Institute for Fluid Power Drives and Controls (IFAS) makes great demands concerning the miniaturisation of its drives. The drives in the hand's fingers are used as target application as they are underlying the biggest miniaturisation requirements.

By systematically analysing the fundamental correlations, a solution space is spread to generate a multitude of solutions. After a first evaluation, the best suited concepts are further developed. As it becomes apparent that the commutation of the drive poses the biggest challenges concerning miniaturisation, the thesis focuses on two basically different concepts for commutation, the hose drive and the magnetically actuated commutation. Furthermore, the angular sensor of the drive as a basis for position control is examined. The central component of the development process is the modelling of the underlying principles and their numerical simulation and optimisation.

The PhD thesis is completed by a comparison of the numerically optimised systems with prototype experiments with the aid of an especially developed test rig and an outlook on future possibilities for further developments.