

Lee Kyo-II

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde zunächst ein Analogrechnermodell entwickelt und durch Vergleich mit den am Prüfstand ermittelten Ergebnissen auf seine Gültigkeit hin untersucht. Weiterhin wurde der Einfluss der Ventilüberdeckung und der einzelnen Lastarten auf das Zeitverhalten der Steuerkette "Servoventil-Motor-Last" untersucht. Bei der Untersuchung des Verhaltens der Steuerkette im Zeitbereich ergibt sich eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen aus Prüfstanduntersuchung und Analogrechnersimulation. Von entscheidender Bedeutung für diese gute Übereinstimmung ist dabei die Berücksichtigung der Abhängigkeit des Ventildurchflussbeiwertes vom Schieberweg im Analogrechnermodell.

Für die Systemidentifizierung im Zeitbereich wurde die Differentialgleichung des idealen Systems aufgestellt. In dieser Gleichung ist ebenfalls die Abhängigkeit des Ventildurchflussbeiwertes vom Schieberweg berücksichtigt. Der Vergleich mit den Zeitkonstanten, die aus den am Prüfstand und am Analogrechner ermittelten Übergangsfunktionen entnommen wurden, zeigt, dass die Ricattische Differentialgleichung gute Ergebnisse liefert, wenn der Massenlastparameter α größer als 10 ist. Für kleinere Massenlasten ist eine Bedingung für die Gültigkeit der Lösung der Ricattischen Differentialgleichung nicht erfüllt: beim Öffnen des Ventils baut sich nicht sofort die maximale Druckdifferenz auf. Für diesen Sonderfall (nur erreichbar, wenn der Motor allein betrieben wird) treten größere Abweichungen auf.

Durch eine sehr gute Übereinstimmung der am Prüfstand und am Analogrechner gemessenen Frequenzgänge konnte die Richtigkeit des Analogrechner-Modells weiter bestätigt werden. Neben der Berücksichtigung der Abhängigkeit des Ventildurchflussbeiwertes vom Schieberweg war hierbei auch die Berücksichtigung der Abhängigkeit des Ersatzkompressionsmoduls vom Druck entscheidend.

Insgesamt zeigt sich, dass die Systemidentifizierung im Frequenzbereich mit dem linearisierten Gleichungssystem für -kleine Schieberwege und kleine Massenlasten die besten Ergebnisse liefert.

Anschließend wurde ein Fortranprogramm auf der Grundlage eines bereits vorhandenen gültigen mathematischen Gleichungssystems zur Simulation der Steuerkette "Servoventil-Motor-Last" auf dem Digitalrechner erstellt. Als Verfahren zur numerischen Integration wurde das Runge-Kutta-Verfahren gewählt, das für den vorliegenden Anwendungsfall die besten Voraussetzungen bot. Aus Gründen der Genauigkeit und Rechenzeiterparnis wurde das Runge-Kutta-Verfahren mit einer Schrittweitenoptimierung und Genauigkeitskontrolle eingesetzt.

Durch einen gezielten Eingriff in den Rechenablauf wurde dafür gesorgt, daß auch an den Unstetigkeitsstellen, verursacht durch trockene Reibung, das System mit einer frei wählbaren Genauigkeit berechnet werden kann. Die Gültigkeit des Digitalrechnermodells wurde durch einen Vergleich mit den am Prüfstand und Analogrechner ermittelten Ergebnissen nachgewiesen, wobei sich eine gute Übereinstimmung ergab.

Mit diesem Fortranprogramm kann also das dynamische Verhalten der Steuerkette "Servoventil-Motor-Last" unter Berücksichtigung von Reibung mit hoher Genauigkeit bei vertretbarem Rechenzeitaufwand auf dem Digitalrechner simuliert werden, wobei der Einfluss der Nichtlinearitäten der Steuerkette für jede Kombination von Lastarten direkt sichtbar gemacht werden kann.