

Zusammenfassung

In dieser Dissertation wird ein adaptiver Zustandsregler basierend auf einer Modellidentifikation für einen magnetgelagerten starren Rotor entwickelt und mit Hilfe von Simulationen getestet.

Ausgangspunkt für die Modellierung ist ein Experimentieraufbau zur Erprobung von adaptiven Regelalgorithmen in Verbindung mit nicht-konservativen Kreuzkopplungseffekten. Davon wird ein umfangreiches nichtlineares Modell für Simulationszwecke und zur Ableitung eines Zustandsraummodells aufgestellt. Das nichtlineare Modell inkludiert einen starren Rotor, Positions- und Stromsensoren, Digital-Analog-Wandler, Schaltverstärker mit Pulsweitenmodulatoren, und ein nichtlineares Modell des magnetischen Aktuators. Um die Ordnung des Zustandsraummodells reduzieren zu können, wird eine Stromreglerschleife um einen Arbeitspunkt eingeführt. Mit dieser Vereinfachung wird ein zeitkontinuierliches Zustandsraummodell hergeleitet und in den diskreten Bereich transformiert.

Als Kernstück der Arbeit wird ein adaptiver Zustandsregler basierend auf Modellidentifikation für den on-line Betrieb vorgestellt. Dazu wird das zeitdiskrete Zustandsraummodell in Regelungsnormalform gebracht um einerseits die Anzahl der zu schätzenden Parameter zu reduzieren, und andererseits die automatisierte Reglerauslegung zu vereinfachen. Mit einer Verwendung dieses Modells als Prädiktor in einem Kalman-Filter werden unter Zuhilfenahme der Prädiktionsfehlermethode alle Zustände des Systems, sowie alle Parameter der Systemmatrizen und der Kalman Matrix geschätzt. Ferner kommt eine spezielle Implementierung des Verfahrens zum Einsatz, die numerische Stabilität garantiert. Durch einen zusätzlichen Algorithmus können Parameteränderungen im System erkannt werden, wodurch die Schätzung der Parameter ausgelöst wird. Mit diesen on-line geschätzten Modellparametern wird dann ein Zustandsregler, wahlweise mit oder ohne zusätzlicher Integralrückführung, berechnet.

Simulationsergebnisse zeigen, daß das geschlossene System samt nichtlinearem Modell und adaptiven Zustandsregler zufriedenstellend funktioniert. Die Stromreglerkaskade, die für das verwendete Zustandsraummodell der Positionsregelung Voraussetzung ist, stellt eine genügend große Bandbreite zur Verfügung. Das Funktionieren der letzteren Schleife wurde durch Sollsprünge und Störsprungantworten getestet. Weitere Simulationen zeigen, daß der adaptive Zustandsraumregler Parameteränderungen des Systems kompensiert. In dieser Anwendung wird das sprungförmige Auftreten von nicht-konservativen Kreuzkopplungskräften angenommen.