

4.6 Identifikation der physikalischen Parameter einer Asynchronmaschine

J. Beilharz

Fehlerdiagnose: ASM, Umrichter, Modellgestützte PI, RBF Netze, Residuenauswertung

Die Identifikation der physikalischen Parameter einer Asynchronmaschine mit Kurzschlußläufer stellt eine Herausforderung dar, sobald die Identifikationszeit beschränkt ist. Konventionelle Verfahren bedürfen der Ankopplung einer Last an die Rotorachse. Weiterentwickelte Verfahren bedienen sich neben Spannungs- und Strommessung einer Drehzahlerfassung. Ziel der Forschungsarbeit ist die modellgestützte Identifikation der Maschinenparameter bei ausschließlicher Erfassung der elektrischen Meßgrößen.

Die Schwierigkeit läßt sich am einfachsten durch das Verhalten eines Kurzschlußläufermotors im Leerlauf erklären. Ohne Last rotiert der Läufer mit fast synchroner Winkelgeschwindigkeit. Die induzierten Rotorströme fließen mit kleiner Amplitude und niedriger Frequenz. Die Rückwirkung über die Flußverkettung auf den Stator ist entsprechend gering. Das System ist bezüglich der kontinuierlichen Rotorparameter schlecht identifizierbar.

Zwei Bedingungen muß das Testsystem zur erfolgreichen Parameteridentifikation (PI) erfüllen. Die dynamischen Ausgleichsvorgänge im Motor müssen beendet sein und es soll keine Last angebracht werden. Das Differentialgleichungsmodell erfordert aber zur Lösung der Aufgabe den Betrieb in unterschiedlichen Betriebspunkten. Ein pulsweitenmodulierten Frequenzumrichter, der über den Parallelport eines PC angesteuert wird, liefert geeignete Spannungsmuster, mit der die Maschine angeregt wird (Bild 1). Hierbei wird eine Kombination von Drehfeldern erzeugt, so daß der Motor mit seiner Leerlaufgeschwindigkeit dreht, gleichzeitig aber im Rotor zusätzliche Stromkomponenten induziert werden.

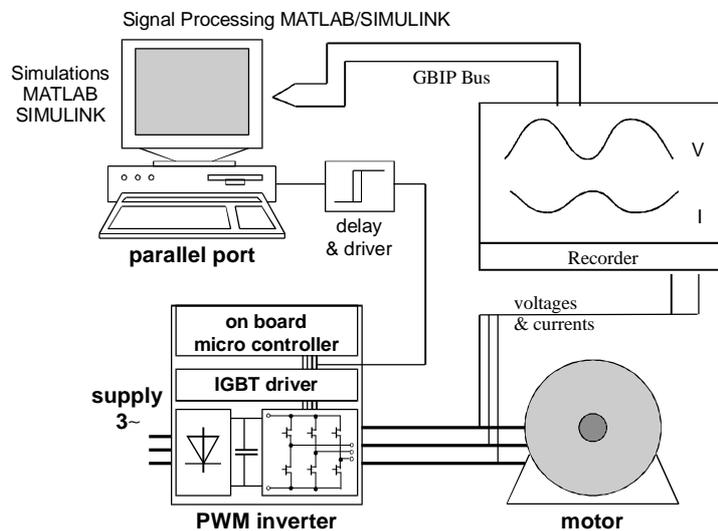


Bild 1: Teststand zur ASM Parameteridentifikation

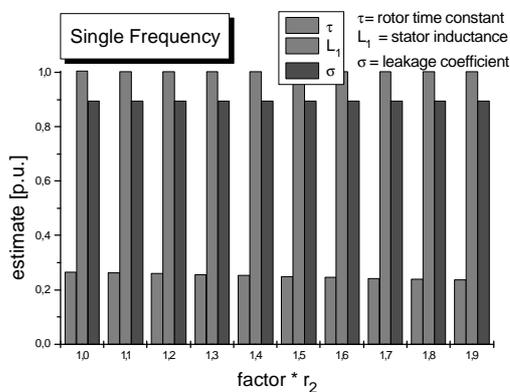


Bild 2a: Identifizierte Parameter mit einfacher Frequenzanregung

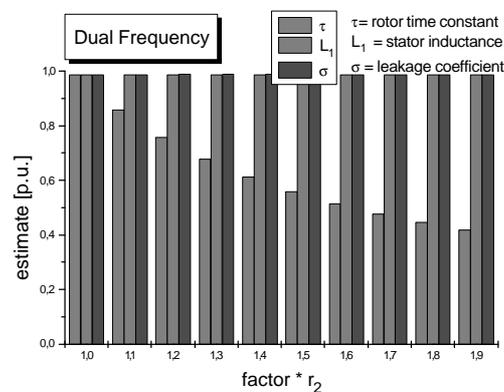


Bild 2b: Identifizierte Parameter mit bifrequenter Anregung

Die Verbesserungen der Identifikationsergebnisse zeigt das Bild 2. In einem Simulationsmodell wurde der Rotorwiderstand in 10 Schritten bis zum 1,9fachen Wert vergrößert. Die Identifikation im Leerlauf mit normaler Anregung (Bild 2a) läßt diese Variation nicht erkennen. Insbesondere wird die Rotorzeitkonstante unabhängig vom tatsächlichen Widerstand falsch geschätzt. Mit der sogenannten „bifrequenten Ansteuerung“ der Maschine gelingt es, alle Parameter im Rahmen der Meßgenauigkeit zu identifizieren (Bild 2b). Die Statorinduktivität L_l und der Streukoeffizient s liegen immer im Soll, während die Rotorzeitkonstante t umgekehrt proportional – also in gewünschter Weise – mit dem Rotorwiderstand abnimmt.

Weitere Untersuchungen konzentrieren sich auf den Einsatz neuronaler RBF (Radiale Basis Funktionen) Netze zur Modellierung des nichtlinearen Verhaltens der ASM.

Ein Ansatz, der z.B. in der Fehlerdiagnose von ASM eingesetzt werden kann, ist die modellgestützte Residuengeneration (Bild 3). Zur Ausgangsgrößenrekonstruktion werden die Möglichkeiten neuronaler RBF Netze mit externen Rückkopplungen (TDNN = *time delay neural networks*) anstelle eines nichtlinearen Beobachteransatzes untersucht (Bild 4). Durch geeignete signalverarbeitende Auswertung des Residuums e kann auf Rotorfehler geschlossen werden.

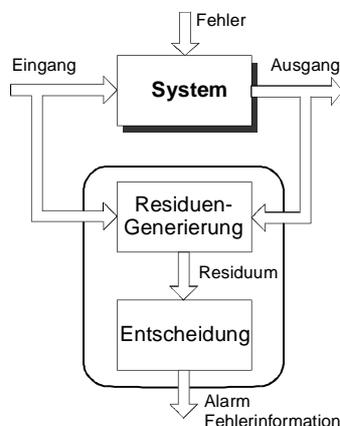


Bild 3: Residuengenerator

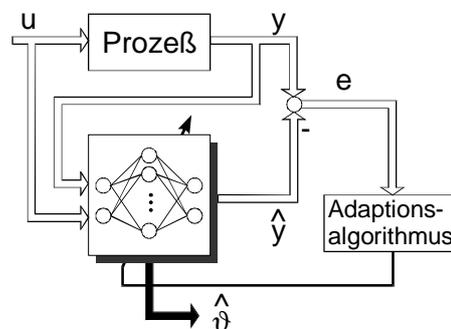


Bild 4: Neuronaler RBF Beobachter bzw. PI

Der Einsatz von TDNN zur Parameteridentifikation (Schätzvektor \hat{J}) an der ASM stellt die Verbindung zwischen den beiden oben beschriebenen Methoden her. Zur Komplettierung eines Diagnosesystems wird außerdem die Integration von Verfahren zur Fluß- und Drehzahl-schätzung untersucht.

[1] Beilharz, J.; Filbert, D.: *Using the Functionality of PWM Inverters for Fault Diagnosis of Induction Motors*, IFAC Symposium SafeProcess '97, Kingston upon Hull, UK, 1997, Vol. 1 (preprints), S. 246-251

[2] Beilharz, J.: *RBF Netze zur nichtlinearen Modellierung von Asynchronmaschinen*, Tagungsband, MIT Anwendersymposium von Fuzzy Technologien und Neuronalen Netzen, 19.11.-21.11.1997, Witten, NRW