

# **Dynamisches Verhalten von Drehfeldmaschinen**

***Simulation des Maschinenverhaltens mit TUTSIM***

*Prof. Dr.-Ing. Friedhelm Milde*



# Inhalt

<b>1</b>	<b>Stationäres und dynamisches Verhalten von Drehfeldmaschinen</b> .....	7
<b>2</b>	<b>Beschreibung des Maschinenverhaltens mit komplexen Raumzeigern</b> .....	9
2.1	Raumzeigerdarstellung von Dreiphasengrößen .....	9
2.2	Raumvektoren im Läuferkoordinatensystem .....	14
2.3	Transformation der Spannungsgleichung .....	17
<b>3</b>	<b>Grundlagen zur Untersuchung des allgemeinen Betriebsverhaltens von Induktionsmaschinen</b> .....	23
3.1	Elektromagnetische Systemgleichungen der Drehstrom-Induktionsmaschine .....	23
3.2	Ableitung der Drehmomentgleichung .....	27
3.3	Messung des Drehmoments von Asynchronmotoren mit elektrischen Meßgrößen .....	31
<b>4</b>	<b>Gleichungssystem für Kurzschlußläufermotoren bei Vorgabe der Statorspannung</b> .....	37
4.1	Hin- und Rücktransformation Raumvektoren-Dreiphasensystem ....	46
<b>5</b>	<b>Lösung von Differentialgleichungssystemen mit dem Simulationsprogramm TUTSIM</b> .....	49
5.1	Programmierbeispiel Transformator .....	49
<b>6</b>	<b>Simulation der Asynchronmaschine bei Vorgabe der Statorspannung – Modell ohne Sättigungseinfluß</b> .....	59
6.1	Leerhochlauf .....	63
6.2	Klemmenkurzschluß .....	70
6.3	Stern-Dreieck-Umschaltung beim Hochlauf .....	72
<b>7</b>	<b>Simulation der Asynchronmaschine bei Vorgabe der Statorspannung – Modell mit Berücksichtigung der Sättigung</b> ..	77
7.1	Blockschaltbild des Simulationsmodells mit stromabhängigen Streureaktanzen .....	78

7.2	Vergleich der Strangströme zwischen Simulation und Messung .....	81
7.2.1	Hochlauf bei Nennspannung .....	82
7.2.2	Hochlauf bei 0,8-facher Nennspannung .....	84
7.2.3	Dreipoliger Klemmenkurzschluß .....	86
<b>8</b>	<b>Grundlagen zur Untersuchung des allgemeinen Betriebsverhaltens von Synchronmaschinen</b> .....	<b>89</b>
8.1	Transformation des Spannungs-Raumvektors in das Läufer-Koordinatensystem .....	91
8.2	Zusammenhang zwischen Polrad- und Läuferpositionswinkel .....	93
8.3	Elektromagnetische Systemgleichungen der Synchronmaschine .....	95
8.4	Laplace-Transformation des Gleichungssystems der Synchronmaschine .....	100
<b>9</b>	<b>Gleichungssystem der Synchronmaschine bei Vorgabe der Statorspannung</b> .....	<b>103</b>
9.1	Berechnung des Polradwinkels .....	104
9.2	Simulation der Reaktanzoperatoren .....	105
9.3	Blockschaltbild der Synchronmaschine .....	109
<b>10</b>	<b>Simulation einer feldorientiert gesteuerten Induktionsmaschine</b> .....	<b>119</b>
10.1	Rotorflußorientiertes Modell der Asynchronmaschine mit Käfigläufer .....	120
10.2	Simulationsmodell der stromgespeisten, feldorientiert gesteuerten Induktionsmaschine .....	128
	<b>Literatur</b> .....	<b>145</b>
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>147</b>