

# Inhaltsangabe

<b>Nomenklatur</b>	VIII
<b>1. Einleitung</b>	1
1.1 Zielsetzung und Aufbau dieser Arbeit .....	5
<b>2. Systembeschreibung der Synchronmaschine</b>	8
2.1 Voraussetzungen zur Modellierung .....	8
2.2 Mathematische Grundlagen zur Modellierung .....	10
2.2.1 Invarianz des Skalarproduktes .....	10
2.2.2 Erhalt der Symmetrie .....	11
2.2.3 Singulärwerte .....	12
2.2.4 Transformation quadratischer Formen .....	12
2.2.5 Matrixnorm .....	14
2.3 Resultierende Beschreibung der Maschine .....	14
2.3.1 Elektrisches Teilsystem .....	14
2.3.2 Mechanisches Teilsystem .....	19
2.3.3 Leistungsübertragungen in der Maschine .....	20
2.3.4 Abspaltung des Homopolarsystems .....	22
2.3.5 Vorbetrachtung zur Gegenmomententwicklung .....	26
<b>3. Simulationsmodell der Maschine</b>	30
3.1 Systemmatrizen des Simulationsmodelles .....	30
3.1.1 Parameterbedingungen .....	31
3.1.2 Konditionierung der Induktivitätsmatrix .....	32
3.1.3 Parameter des Simulationsmodelles .....	33
3.2 Explizite Modelldarstellung zur blockorientierten Simulation .....	34
<b>4. Stationäre Endwerte des Maschinenmodelles</b>	38
4.1 Ruhelagenwerte der Zustandsgrößen .....	38
4.1.1 Stromwerte der möglichen Ruhelagen .....	39
4.1.2 Anzahl der Ruhelagen bei konstanten Eingangsgrößen .....	42
4.1.3 Momententwicklung in den Umgebungen der Ruhelagen .....	45
4.1.4 Allgemeine Festlegung der Kippwinkelstelle .....	46

4.2 Störungen des stationären Zustandes .....	49
4.3 Phasengrößen im stationären Zustand .....	55
4.3.1 Phasenströme .....	55
4.3.2 Polradspannung als innere Spannungseinprägung im stationären Zustand .....	56
4.3.3 Auswirkungen kleiner Parameter auf die Wirkleistungseinspeisung der Maschine .....	59
4.3.4 Einfluß kleiner Parameter auf die Blindleistungseinspeisung der Maschine .....	62
4.4 Modellierung veränderter Lastanforderungen .....	65
<b>5 . Modellierungen im Kurzzeitbereich</b> .....	<b>67</b>
5.1 Stabilitätsverhalten des Kurzzeitmodelles .....	67
5.1.1 Eigenschaften des verlustfreien Kurzzeitmodelles .....	68
5.1.2 Einfluß der Verluste auf das Stabilitätsverhalten .....	69
5.1.3 Stabilisierungsanteile im Simulationsmodell .....	71
5.1.4 Effekte bei einer Vernachlässigung der Statorverluste .....	72
5.1.5 Ortskurve der Eigenwertverteilung bei einer Variation des Statorwiderstandes .....	75
5.1.6 Konvergenzrate für die Norm der Ströme .....	78
5.2 Eingrenzung der Eigenwertverteilung .....	80
5.2.1 Schranken der reellen Eigenwerte des stabilisierenden Anteiles ...	81
5.2.2 Spektralradien für die Eigenwerte des Gesamtsystems .....	81
5.2.3 Schranken der Eigenwerte des Gesamtsystems .....	82
5.3 Steuerbarkeitseigenschaften des linearen Kurzzeitmodelles .....	85
5.3.1 Steuerbarkeit des verlustfreien Kurzzeitmodelles .....	85
5.3.2 Auswirkungen der Verluste auf die Steuerbarkeit .....	87
5.4 Eigenschaften der Übertragungsmatrix des Kurzzeitmodelles .....	90
5.5 Ergebnisse und Bewertung der Simulationsvergleiche .....	96
5.6 Beschreibung des Kurzschlußversuches anhand des linearen Kurzzeitmodelles .....	97
5.6.1 Verläufe der Zustandsgrößen und der inneren Leistungen .....	97
5.6.2 Bewertung der Simulationsverläufe im Kurzschlußfall .....	101
5.6.3 Einfluß kleiner Parameter auf den Phasenkurzschlußstrom .....	103

<b>6. Dynamisches Verhalten des nichtlinearen Maschinenmodelles</b>	106
6.1 Notwendige Stabilitätsbedingung des nichtlinearen Modelles	106
6.2 Linearisierungsmodell	107
6.2.1 Eigenwertverteilung des Linearisierungsmodelles	109
6.2.2 Unzulässiger Linearisierungspunkt	112
6.3 Stabilitätsprüfung durch das Theorem nach Krasovskii	114
6.3.1 Definitheitstest für den geraden Anteil der schwachbesetzten Jacobi-Matrix des Linearisierungsmodelles	115
6.4 Bewertung des dynamischen Verhaltens des Linearisierungsmodelles	118
6.5 Stabilitätsanalyse des nichtlinearen Modelles im Kurzschlußtest	121
6.5.1 Ruhelagen des nichtlinearen Modelles im Kurzschlußfall	121
6.5.2 Ljapunov-Ansatz zur Stabilitätsanalyse der Ruhelagen	124
6.5.3 Stabilität der Ruhelage beim Kurzschlußtest nach DIN 57530	125
6.5.4 Einfluß des Gegenmomentes auf die Stabilität der Ruhelagen	127
6.5.5 Stabilisierende Wirkung der mechanischen Reibung	131
6.6 Passivitätsanalyse beim Netzbetrieb des nichtlinearen Generatormodelles	133
6.6.1 Elektrisches Teilsystem im Vergleich zum Kurzzeitmodell	135
6.6.2 Eigenschaften des mechanischen Teilsystems	137
6.6.3 Resultierende Merkmale des Gesamtsystems	138
<b>7. Leitungseinflüsse auf das Maschinenverhalten</b>	143
7.1 Vereinfachtes Leitungsmodell	143
7.1.1 Parametereigenschaften der Leitungsbeschreibung	143
7.1.2 Transformierte Parametermatrizen der Leitung	144
7.1.3 Modell der Leitung in den (0-d-q)-Koordinaten	146
7.1.4 Leitungsmodell in blockorientierter Simulationsdarstellung	150
7.1.5 Auswirkungen der Leitungseinflüsse auf die Ruhelagen	154
7.2 Erweitertes Modell der Leitung	158
7.2.1 Stabilität des Leitungsmodelles bei einer Kurzzeitmodellierung	160
<b>8. Zusammenfassung</b>	163
<b>Anhang</b>	167
<b>Literatur</b>	176