

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Symbole	viii
Einleitung	1
1 Mathematische und physikalische Grundlagen	4
1.1 Die Maxwell'schen Gleichungen	4
1.2 Das Wesen des Magnetismus	5
1.3 Der magnetische Kreis	7
1.4 Die technische Behandlung magnetischer Erscheinungen	8
2 Theorie des Ferromagnetismus	11
2.1 Die ferromagnetische Kristallstruktur	11
2.2 Der Magnetisierungsvorgang	12
2.2.1 Erstmagnetisierung	12
2.2.2 Zyklische Magnetisierung	14
2.2.3 Einflußfaktoren und Begleiterscheinungen	15
2.3 Die Magnetisierung aus makroskopischer Sicht	16
2.3.1 Major und Minor Loops, Anhysteretische Kurve	16
2.3.2 Nichtlokales Gedächtnis	17
2.3.3 Entmagnetisierung im Luftspalt	18
2.3.4 Arten der Permeabilität	19
3 Modellierung magnetischer Komponenten	21
3.1 Modelleinordnung	21
3.2 Modellübersicht	23
3.3 Induktivitätsmodellierung mit <i>IDAS</i>	29
4 Basismodelle	31
4.1 Das Jiles-Atherton-Modell	31
4.1.1 Modellgrundlagen	31
4.1.2 Modellgleichungen	32
4.1.2.1 Ideale (anhysteretische) Magnetisierung	32
4.1.2.2 Reale (verlustbehaftete) Magnetisierung	33
4.1.2.3 Gesamtmagnetisierung	34
4.1.3 Modellkalibrierung	35

4.1.4	Modellaufsätze	37
4.1.4.1	Minor Loops	38
4.1.4.2	Relaxation und Resonanz	39
4.1.4.3	Wirbelströme	40
4.1.4.4	Weitere Einflußfaktoren	41
4.1.5	Modellrealisierung	41
4.1.6	Modelleinsatz	43
4.2	Das Hodgdon-Modell	44
4.2.1	Modellgrundlagen	44
4.2.2	Modellgleichungen	44
4.2.2.1	Grundlegende Beziehungen	44
4.2.2.2	Lösungsverfahren	45
4.2.2.3	Materialfunktionen	45
4.2.2.4	Ratenabhängigkeit	47
4.2.3	Modellkalibrierung	48
4.2.4	Modellrealisierung	49
4.2.5	Modelleinsatz	50
4.3	Das Carpenter-Modell	51
4.4	Das Chan-Modell	53
5	Erweiterte Modelle	54
5.1	Das Stackmodell	54
5.2	Das Geometriemodell	57
5.2.1	Ringkernmodell	57
5.2.2	Ersatzschaltungsmodell	58
6	Klemmenmodelle	60
6.1	Induktivitätsmodelle	60
6.2	Transformatormodelle	62
6.2.1	Gleichungsbeziehungen	62
6.2.2	T-Ersatzschaltbild	63
6.2.3	Spiro-Modell	64
7	Modellauswahl und -einsatz	65
7.1	Anwendungsspezifische Aspekte	65
7.2	Modellierungsspezifische Aspekte	67
7.2.1	Modellparametrisierung	67
7.2.2	Modellinitialisierung	68
7.2.3	Modellanregung	69

7.3 Systemspezifische Aspekte	69
7.3.1 Modellierungsressourcen	69
7.3.2 Numerische Verfahren	70
8 Modellimplementation in <i>IDAS</i>	72
8.1 Voraussetzungen	72
8.1.1 Überblick	72
8.1.2 Nichtlinearitäten	73
8.1.3 Induktivitäten	74
8.1.4 Modellarten	75
8.2 Zustandsorientierte Modelle	76
8.2.1 Begriff	76
8.2.2 Realisierung	77
8.2.3 Anwendung	78
8.3 Gleichungsbasierte Modelle	80
9 Modellportierung auf andere Simulatoren	82
10 Modellkalibrierung mit dem Präprozessor <i>MagCAD</i>	84
11 Modellverifikation	86
11.1 Meßaufbau	86
11.2 Modellvergleich	88
11.2.1 Das Jiles-Atherton-Modell	88
11.2.2 Das Hodgdon-Modell	90
11.2.3 Das Carpenter-Modell	92
11.2.4 Das Chan-Modell	93
11.3 Simulationsbeispiel	94
Zusammenfassung und Ausblick	99
Literaturverzeichnis	103