

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	IX
1 Einleitung	1
1.1 Anforderungen an DC-DC-Wandler	2
1.2 Methodik und Aufbau der Arbeit	3
2 Grundlagen getaktete Energiewandler	5
2.1 DC-DC-Wandler-Topologien	5
2.1.1 Sperrwandler	7
2.1.2 Resonanzwandler	8
2.1.3 Durchflusswandler	10
2.1.4 Vergleich	12
2.2 Halbleitertechnologien	13
2.2.1 Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor	14
2.2.2 Insulated Gate Bipolar Transistor	17
2.2.3 Vergleich und Anwendung	21
2.2.4 Ansteuerung und Schutzbeschaltung	22
3 Gegentakt-Durchflusswandler mit ZVS-Steuerung	27
3.1 Topologie	27
3.1.1 Aufbau	28
3.1.2 Charakteristische Kurven PSFB	30
3.2 Ansteuerverfahren	33
3.2.1 Konventionelle Pulsweitenmodulation	33
3.2.2 Phase-Shift Pulsweitenmodulation	35
3.3 Optimierung der PS-Ansteuerung	39
3.3.1 ZVS-Range	40
3.3.2 ZVS-Steuerung	42
4 Analytische Betrachtung der diskreten Komponenten	44
4.1 Leistungsverlustanalyse	45
4.1.1 Leistungsschalter - IGBT	45
4.1.2 Transformator	51
4.1.3 Speicherdrossel	59
4.1.4 Kondensatoren	60
4.1.5 Periphere Verluste	63

4.1.6	Gesamtverlust	63
4.2	Dimensionierungsvorschriften	64
4.2.1	Auslegung der Betriebsparameter	64
4.2.2	Dimensionierung der Komponenten	67
4.3	Ergebnisse	76
4.4	Zusammenfassung	83
5	Aufbau des Simulationsmodells	85
5.1	Streckenmodell	87
5.1.1	Transformator	88
5.1.2	H-Brückenmodell	88
5.2	Messglied	91
5.2.1	Übertragungsfunktion - Spannungsmessung	91
5.2.2	Übertragungsfunktion - Strommessung	92
5.3	Regelungsschema	92
5.3.1	Ausgangsstromregler - ctr_{IL}	93
5.3.2	Magnetisierungsstromregler - ctr_{Ih}	95
5.3.3	zero-voltage switching Regler - ctr_{ZVS}	95
5.3.4	Phase-Shift Calculator - PSC	97
5.3.5	Smith Prädiktor	100
5.3.6	Gleitender Mittelwert - FIR-Filter	103
5.4	Zusammenfassung	103
6	Experimentelle Umsetzung der Wandler-Topologie	104
6.1	Funktioneller Prototyp	104
6.1.1	Leistungseinheit	104
6.1.2	Messplatine	108
6.1.3	externe Bauteile	109
6.2	Ansteuerung und Regelung der MCU	110
6.2.1	Steuersignale der MCU	110
6.2.2	Steuer- und Regelungsprogramm der MCU	111
7	Regelung des Magnetisierungsstroms	114
7.1	Transformator DC-Offset	115
7.2	Konventionelle Methoden	117
7.2.1	Blocking Kondensator	118
7.2.2	Current-Mode Control	118
7.3	Regelungsschema des ctr_{Ih}	120
7.4	Übertragungsfunktion des ctr_{Ih}	122
7.5	Indirekte Strommessung - Messprinzip M_{Lm}	124
7.5.1	Messprinzip	124
7.5.2	Ergebnisse Prinzip M_{Lm}	127
7.6	Luenberger-Beobachter - Messprinzip M_{obs}	135
7.6.1	Zustandsraumdarstellung des Transformators	136
7.6.2	Modellanalyse und Diskretisierung	138
7.6.3	Beobachtbarkeit	140

7.6.4	Auslegung des Luenberger-Beobachters	141
7.6.5	Messprinzip	142
7.6.6	Ergebnisse Beobachter M_{obs}	144
7.7	Vergleich der Messprinzipien	149
7.7.1	Primärströme am Prototyp	151
7.7.2	Verluste und Wirkungsgrad	152
7.7.3	Vor- und Nachteile	156
7.8	Zusammenfassung	157
8	Zusammenfassung	159
	Literaturverzeichnis	162