

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	IX
Abkürzungsverzeichnis	XVII
Symbolverzeichnis	XIX
Zusammenfassung	XXXI
Abstract	XXXIII
1. Einleitung	1
1.1. Motivation	1
1.2. Ziele dieser Dissertation	2
1.3. Erläuterungen zu Inhalt und Aufbau der Dissertation	3
2. Stand der Technik	5
2.1. Grundlagen induktiver Energieübertragungssysteme	5
2.1.1. Überblick des Systems	5
2.1.2. Gekoppelte Spulen	6
2.1.3. Kompensationsnetzwerke	11
2.1.4. Inverter und Gleichrichter	13
2.1.5. Herkömmliche Modulationsverfahren	17
2.2. Statische Modellierung der Übertragungsfunktionen	26
2.2.1. Last mit konstantem Lastwiderstand	27
2.2.2. Last mit konstanter Spannung	28
2.3. Möglichkeiten der Leistungsbeeinflussung von kontaktlosen induktiven Energieübertragungssystemen	30
2.3.1. Notwendige Randbedingungen	30
2.3.2. Variation der Zwischenkreisspannung	30
2.3.3. Voll- / Halbbrückenumschaltung	32
2.3.4. Pulsbreitenmodulation	32
2.3.5. Phasenverschiebung	34

2.3.6.	Pulsbreiten- und Phasenverschiebung	37
2.3.7.	Pulsdichtemodulation	38
2.4.	Anwendung auf die Parameterbestimmung	39
2.4.1.	Bestimmung des Kopplungsfaktors	39
2.4.2.	Bestimmung der Sekundärparameter	40
2.4.3.	Bestimmung des effektiven sekundärseitigen Lastwiderstands	40
3.	Analytische Herleitung des transienten Modells	43
3.1.	Transientes Modell für einen reellen Lastwiderstand	46
3.2.	Transientes Modell für Lasten mit konstanter Spannung und Gleichrichter	51
3.2.1.	Beschreibung des Modells	51
3.2.2.	Ermittlung des Abklingverhaltens	54
3.3.	Anwendung des Modells	57
3.3.1.	Kopplungsfaktormessung	58
3.3.2.	Modellbasierte Steuerung	61
4.	Prototypentwicklung	73
4.1.	Aufbau des induktiven Energieübertragungssystems	73
4.1.1.	Gesamtübersicht	73
4.1.2.	Steuerung	76
4.1.3.	Messwandler	77
4.1.4.	Nulldurchgangserkennung	78
4.1.5.	Inverter	79
4.1.6.	Spulensystem und Kompensation	80
4.2.	Implementierung der Steuerung	81
4.2.1.	Gesamtübersicht	81
4.2.2.	Zustandsautomat	82
4.2.3.	Generierung der Pulsbreitenmodulation	83
4.2.4.	Phase locked loop und Phasenverschiebung	85
4.2.5.	Modellbasierte Steuerung	86
4.2.6.	Messung der Resonanzfrequenz	86
4.2.7.	Kopplungsfaktormessung	87
5.	Messtechnische Untersuchungen am Prüfstand	93
5.1.	Beschreibung des Prüfstands	93
5.2.	Betrachtung im Beharrungszustand	95
5.2.1.	Gesamtsystem	97
5.2.2.	Inverter	100

5.2.3. Gleichrichter	102
5.2.4. Innere induktive Energieübertragungsstrecke	105
5.3. Transiente Betrachtung für Kopplungsfaktormessungen	107
6. Zusammenfassung und Einordnung der Ergebnisse	113
A. Zusätzliche Parameter und Gleichungen	117
A.1. Parameter zu den als verlustlos angenommenen Ersatzschaltbil- dern in Abbildung 2.4	117
A.2. Gleichungen zu Kapitel 2.1.5	118
B. Komponenten des Prototyps	119
C. Messungen	123
C.0.1. Halbleiter: Inverter und Gleichrichter	123
C.0.2. Innere induktive Energieübertragungsstrecke	126
Literaturverzeichnis	129