

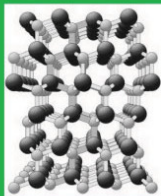


Alvaro Orellana (Autor)

Kompakter rückspeisefähiger Antriebsstromrichter mit SiC-JFETs und sinusförmigen Ausgangsspannungen

Alvaro Orellana Raccoursier

Kompakter rückspeisefähiger Antriebsstromrichter mit SiC-JFETs und sinusförmigen Ausgangsspannungen



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/1101>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen	XI
Abkürzungen.....	XV
Kapitel 1: Einleitung	1
Kapitel 2: Problematik der Ausgangsspannungen eines Pulswechselrichters	3
2.1 Betriebsweise eines Pulswechselrichters.....	3
2.1.1 Prinzip eines Pulswechselrichters	3
2.1.2 Ausgangsspannungen eines Pulswechselrichters.....	4
2.2 Das Schalten der Transistoren	8
2.2.1 Allgemeines Schaltverhalten in einer Halbbrücke.....	8
2.2.2 Schaltverluste	10
2.3 Effekt der Spannungsteilheiten auf die Last und das Gesamtsystem.....	11
2.3.1 Analyse der Ausgangsspannung im Frequenzbereich	11
2.3.2 Folgen hoher Spannungsteilheiten	13
2.3.2.1 Kapazitive Ströme und Lagerströme.....	13
2.3.2.2 Funkstörspannung	16
2.3.2.3 Reflexion	17
2.4 Lösungsansatz für sinusförmige Ausgangsspannungen bei minimiertem Filteraufwand	22
2.4.1 Möglichkeiten zur Vermeidung hoher Spannungsteilheiten.....	22
2.4.1.1 Verringerung der Schaltgeschwindigkeit	23
2.4.1.2 du/dt Filter	23
2.4.1.3 Sinusfilter	24

2.4.2	Lösung: Neuartiger Pulsumrichter mit hoher Schaltfrequenz und Sinusfilter	25
Kapitel 3:	Siliziumkarbid - Leistungshalbleiter	27
3.1	Halbleitermaterial Siliziumkarbid	27
3.1.1	Eigenschaften des Siliziumkarbides	28
3.1.1.1	Vergleichbare Halbleiter	28
3.1.1.2	Struktur des Siliziumkarbides	29
3.1.1.3	Temperatur	30
3.1.1.4	Durchlasswiderstand	31
3.1.1.5	Sperrspannung und Kompromiss mit dem Durchlasswiderstand	32
3.1.1.6	Festigkeit gegen kosmische Strahlung	37
3.1.1.7	Unipolare vs. bipolare SiC-Leistungshalbleiter	37
3.1.2	SiC-Wafers - Stand der Technik	39
3.1.2.1	Materialdefekte	39
3.1.2.2	Wafer	40
3.2	SiC-Leistungsbaulemente	41
3.2.1	Übersicht	42
3.2.1.1	Stand der Forschung	42
3.2.1.2	Stand der Produktentwicklung	42
3.2.2	SiC-Diode	45
3.2.2.1	SiC-Schottky-Diode	45
3.2.2.2	Si-IGBT mit SiC-Schottky als Freilaufdiode	50
3.2.3	SiC-MOSFET	57
3.2.4	Kaskode	62
Kapitel 4:	Der SiC-JFET	69
4.1	Struktur und Eigenschaften	70
4.2	Ansteuerung	73
4.2.1	Problemstellung	73
4.2.2	Auswahl eines Gate Treibers	75
4.2.3	Beschreibung des Gate Treibers	77
4.2.3.1	Überblick	77
4.2.3.2	Versorgungsspannungen	77
4.2.3.3	Potentialtrennung des Ansteuersignals	80
4.2.3.4	Ausgangsstufe	82

4.2.3.5	Überspannungsschutz.....	85
4.2.3.6	Kurzschlussüberwachung.....	86
4.2.3.7	Unterspannungsüberwachung	88
4.3	Durchlassverhalten.....	89
4.3.1	Vorwärtskennlinie.....	89
4.3.2	Rückwärtskennlinie.....	89
4.3.3	Durchlassverluste	91
4.4	Schaltverhalten	93
4.4.1	Allgemeines	93
4.4.1.1	Theoretische Zusammenhänge.....	93
4.4.1.2	Messtechnik.....	96
4.4.2	Einschalten von T1.....	97
4.4.3	Ausschalten von T1.....	100
4.4.4	Gesamte Schaltverlustenergie.....	103
4.5	Auslegung eines SiC-JFET-Antriebsstromrichters.....	105
Kapitel 5:	Antriebsumrichter mit SiC-JFETs.....	109
5.1	Topologie	109
5.2	Gleichrichter	112
5.3	SiC-JFET-Wechselrichter	117
5.3.1	Struktur und Aufbau.....	117
5.3.2	Pulsweitenmodulation.....	121
5.3.3	Messungen	124
Kapitel 6:	Filter des Umrichters	129
6.1	Allgemeines.....	129
6.1.1	Filteraufwand und Schaltfrequenz	129
6.1.2	Verlustarme Resonanzdämpfung	131
6.2	Motorfilter	136
6.2.1	Messung der Ausgangsspannung.....	136
6.2.2	Common Mode Filter.....	145
6.2.3	Differential Mode Filter.....	154
6.3	Netzfilter	163
6.3.1	Filterwirkung bei DM- und CM-Anregung	163
6.3.1.1	Differential Mode.....	164
6.3.1.2	Common Mode.....	165
6.3.2	Messung der Funkstörspannung	167

6.3.3	Messungen und Auslegung des Filters	170
6.4	Realisierung.....	179
6.4.1	Aufbau des Motorfilters	179
6.4.2	Aufbau des Netzfilters	180
6.4.3	Y-Kondensatoren	181
6.4.4	Netzfilterdrossel	181
6.4.5	Gleichtaktdrossel.....	183
6.4.6	Gegentaktdrossel.....	184
Kapitel 7:	Versuchsaufbau und Messergebnisse.....	187
7.1	Versuchsaufbau	187
7.2	Messergebnisse des Gesamtsystems.....	192
7.2.1	Zeitbereich	192
7.2.1.1	Netzseite	193
7.2.1.2	Motorseite.....	195
7.2.2	Frequenzbereich	198
7.2.3	Wirkungsgrad.....	202
Kapitel 8:	Zusammenfassung.....	205
Literaturverzeichnis		213