

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Systemeigenschaften von Photovoltaikanlagen im Netzparallelbetrieb	3
2.1	Charakterisierung der Systemkonfiguration	3
2.2	Anforderungen an die Systemsteuerung	7
2.3	Präzisierung der Systemstruktur	9
3	Funktionale Beschreibung der Systemkomponenten	12
3.1	Der Wechselrichter	12
3.1.1	Statische Wechselrichter in Photovoltaikanlagen	12
3.1.2	Struktur des untersuchten Pulswechselrichters	14
3.1.3	Stellgliedeigenschaften der Halbleiterbrücke	16
3.1.4	Verfahren zur Pulsmustergenerierung	21
3.2	Der Photovoltaikgenerator	26
3.2.1	Aufbau und Nenngrößen	26
3.2.2	Betriebseigenschaften	28
3.2.3	Arbeitspunkteinstellung	32
3.2.4	Verfahren zur Leistungsanpassung	40
3.3	Das öffentliche Versorgungsnetz	45
3.3.1	Anforderungen bei Netzankopplung	45
3.3.2	Richtlinien der Elektrizitätsversorgungsunternehmen	47
3.3.3	Normen zur Funkentstörung	48
4	Modellbildung	50
4.1	Der Wechselrichter	50
4.1.1	Modellierung des Wechselrichters	50
4.1.2	Charakterisierung von Schaltfolgen	51
4.2	Der Generator	56
4.2.1	Das Ein-Dioden-Modell der Solarzelle	56
4.2.2	Dimensionierung des Generators	58
4.3	Das Versorgungsnetz als Energiesenke	60
4.3.1	Das Grundswingungsverhalten	60
4.3.2	Oberschwingungen	63
4.4	Modellierung des Gesamtsystems	64
4.4.1	Die Systemgleichungen	64
4.4.2	Leistungsbetrachtung	67

5	Simulation	68
5.1	Die zeitlichen Verläufe der Systemgrößen	68
5.1.1	Systemverhalten bei idealen Wechselgrößen.....	68
5.1.2	Systemverhalten mit nichtlinearem Stellglied.....	71
5.1.3	Einfluß der Glättungsinduktivität auf das Systemverhalten	74
5.2	Zusammenwirken von Generator und Wechselrichter	76
5.2.1	Dimensionierung des Eingangskondensators	76
5.2.2	Charakterisierung dynamischer Vorgänge	77
5.2.3	Charakterisierung stationärer Betriebszustände	82
5.3	Zusammenwirken von Wechselrichter und Versorgungsnetz.....	84
5.3.1	Das erforderliche Einschaltverhältnis.....	84
5.3.2	Systemverhalten bei Steuerung	86
5.3.3	Systemverhalten bei Regelung.....	89
6	Entwurf und Implementierung.....	93
6.1	Die Steuerelektronik	93
6.1.1	Instanzennetz und Aufbau der Steuerung	93
6.1.2	Entwurf des Maximum-Power-Point-Tracking.....	95
6.1.3	Entwurf der Pulsmustergenerierung	99
6.2	Die Stromrichterschaltung.....	102
6.3	Meßergebnisse	104
6.3.1	Wirkungsgrad der Stromrichterschaltung	104
6.3.2	Netzeinspeiseströme	105
6.3.3	Blindleistungsbezug	107
6.3.4	Funkstörspannungen.....	108
7	Zusammenfassung.....	112
8	Anhang.....	113
8.1	Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen	113
8.2	Förderung.....	116
9	Literaturverzeichnis.....	117