

Inhaltsangabe

Formelzeichen, Indizes und Abkürzungen

1 Einleitung	1
1.1 Merkmale derzeitiger Stromversorgungsgeräte	3
1.2 Zur Auswahl von Schaltungstopologien und Schalterkonzepten	5
1.3 Aufgabenstellung und Übersicht	6
2 Übersicht Schaltnetzteile – Vorauswahl	7
2.1 Klassifizierung und Übersicht von Schaltertechniken und Topologien	7
2.2 Belastungsgrößen für die Komponenten der Leistungsteile und deren Hochfrequenzeigenschaften	17
2.2.1 Steuerbare Leistungsschalter und Dioden	18
2.2.2 Induktiv-Magnetische Komponenten	20
2.2.3 Kondensatoren	21
2.3 Zusätzliche Auswahlkriterien	21
2.4 Makro-Auswahlkriterien	23
2.5 Vorauswahl	24
3 Die Schalttechniken	25
3.1 Schalter mit hartem Schaltverhalten (SS)	27
3.2 Nullstromschalter (ZCS-Resonanzschalter)	30
3.2.1 Analyse eines verlustlosen ZCS-QR-Tiefsetzstellers	31
3.2.2 Steuerkennlinien und Konsequenzen für die Filter- und Regelmittel	37
3.2.3 Wahl einer geeigneten Topologie und Betriebsart des ZCS-Resonanzschalters	40
3.2.4 Analyse eines ZCS-QR-Tiefsetzstellers unter Berücksichtigung der Durchlaßeigenschaften der Schalter	41
3.2.4.1 Zeitlicher Verlauf der Zustandsgrößen	41
3.2.4.2 Durchlaßverluste der Schalter	46
3.2.4.3 Ergebnisse und Auswertung	48

3.3 Nullspannungsschalter (ZVS– Resonanzschalter)	52
3.3.1 Ergebnisse der Analyse eines Tiefsetzstellers mit Nullspannungsschalter	53
3.3.2 Die Gleichspannungsübersetzung und Konsequenzen für die Filter– und Regelmittel	54
3.4 Pulsbreitenmodulierbare Resonanzschalter (PWM–RS)	57
3.5 Resonanzschalter mit reduzierter Schalterbeanspruchung (QSS)	60
3.5.1 Analyse eines nullspannungsgeschalteten Tiefsetzstellers mit reduzierter Schalterbeanspruchung	61
3.5.1.1 Steuerkennlinien und Konsequenzen für die Filter– und Regelmittel	66
3.5.1.2 Strombeanspruchung der Leistungsschalter	69
3.5.2 Analyse eines ZCS–QS–Tiefsetzstellers	71
3.5.2.1 Steuerkennlinien und Konsequenzen für die Filter– und Regelmittel	75
3.5.2.2 Spannungsbeanspruchung der Halbleiterleistungsschalter	77
3.6 Multi–Resonanzschalter (MRS)	81
3.6.1 Analyse eines ZVS–Multiresonanz–Tiefsetzstellers bei starker Last (Betriebsart A)	83
3.6.2 Gleichspannungsübersetzung und ihre Konsequenzen für die Filter– und Regelmittel	87
3.6.3 Analyse eines ZVS–Multiresonanz–Tiefsetzstellers für Schwachlast (Betriebsart B)	88
3.7 Fazit zum Vergleich der Schalttechniken	92
4 Untersuchung potentialtrennender Schaltnetzteil–Topologien unterschiedlicher Schalttechnik	95
4.1 Beanspruchungsanalyse hart schaltender Netzteiltopologien	97
4.1.1 Berechnungsvoraussetzungen und Näherungen	97
4.1.2 Flußkonverter	98
4.1.3 Ergebniszusammenstellung für ausgewählte Leistungskonverter	100
4.2 Beanspruchungsanalyse potentialtrennender Quasi–Resonanzkonverter (QRK)	108
4.2.1 Flußkonvertervarianten, Berechnungsvoraussetzungen	108
4.2.2 Quasi–Resonanz Flußkonverter (QR–FK)	114
4.2.2.1 ZCS–QR–Flußkonverter mit primärseitiger Resonanz– kapazität (FK,prim)	114

4.2.2.2 ZCS-QR-Flußkonverter mit sekundärseitiger Resonanzkapazität (FK,sek1) — Vinciarelli-Konverter	114
4.2.2.3 ZCS-QR-Flußkonverter mit direkter sekundärseitiger Resonanzkapazität (FK,sek2), nach Liu und Lee	115
4.2.2.4 ZVS-QR-Flußkonverter	117
4.2.3 Quasi-Resonanz 2-Transistor Flußkonverter (ZCS-QR 2T-FK)	115
4.2.4 Quasi-Resonanz Halbbrücken (QR-HB)	117
4.2.4.1 ZCS-QR-HB mit primärseitiger Resonanz (HB,prim)	117
4.2.4.2 ZCS-QR-HB mit sekundärseitiger Resonanzkapazität (HB,sek1)	132
4.2.4.3 ZCS-QR-HB mit direkter sekundärseitiger Resonanzkapazität (HB,sek2)	135
4.2.4.4 ZVS-QR-Halbbrücke	140
4.2.5 ZCS-QR-Vollbrücken (VB,prim ; VB,sek1 ; VB,sek2)	142
4.3 Vergleichende Analyse von Resonanzkonvertern (RK) in Halbbrücken-Topologie	143
4.3.1 Vereinfachte Beschreibung von Resonanzkonvertern (Grundswingungsanalyse)	146
4.3.2 Grundswingungsanalyse des Resonanzkonverters mit paralleler Leistungsauskopplung	148
4.3.3 Grundswingungsanalyse des Resonanzkonverters mit kombiniert seriell-paralleler Leistungsauskopplung	151
4.3.4 Resonanzkonverter mit serieller Leistungsauskopplung	153
4.3.5 Vergleich der Resonanzkonverter in Halbbrückenanordnung	153
4.3.5.1 Die Steuerkennlinien der Halbbrücken Resonanzkonverter	154
4.3.5.2 Betrag und Phase der normierten Eingangsimpedanz	156
4.3.5.3 Normierter Effektivwert des Eingangsstromes	157
4.3.5.4 Auswahl	159
5 Analyse und Modellbildung schaltender Leistungskonverter	161
5.1 Ergebnisse zur Modellbildung eines hart schaltenden Tiefsetzstellers für geringe Ausgangsspannung	162
5.2 Modellbildung von Quasi-Resonanzkonvertern	165
5.3 Analyse des idealisierten Serien-Parallel Resonanzkonverters (SPRK) im Zeitbereich	165
5.3.1 Analyse des SP-Resonanzkonverters mit nichtlückender Primärspannung – Betriebsart 1	165
5.3.2 Analyse des SP-Resonanzkonverters bei lückender Primärspannung – Betriebsart 2	173

5.3.3 Die Steuerkennlinien des SP-Resonanzkonverters	176
5.3.4 Die Beanspruchungsgrößen des SP-Resonanzkonverters	177
5.4 Ergebnisse der Analyse des nicht idealisierten Serien-Parallel Resonanzkonverters	184
6 Zusammenfassung	188