

# Inhaltsangabe

## Formelzeichen, Indizes und Abkürzungen

<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Merkmale derzeitiger Stromversorgungsgeräte .....	3
1.2 Zur Auswahl von Schaltungstopologien und Schalterkonzepten .....	5
1.3 Aufgabenstellung und Übersicht .....	6
<b>2 Übersicht Schaltnetzteile – Vorauswahl</b> .....	<b>7</b>
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
<b>3 Die Schalttechniken</b> .....	<b>25</b>
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
<b>4 Untersuchung potentialtrennender Schaltnetzteil–Topologien unterschiedlicher Schalttechnik .....</b>	<b>95</b>
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
<b>5 Analyse und Modellbildung schaltender Leistungskonverter .....</b>	<b>161</b>
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
<b>6 Zusammenfassung .....</b>	<b>188</b>