

Dipl.-Ing. Martin Zimmer, Hannover

Leitungsfilter mit absorbierendem Substrat als EMV-Filter

Reihe **21**: Elektrotechnik

Nr. **205**

Leitungsfilter mit absorbierendem Substrat als EMV-Filter

1 Einleitung	1
1.1 Stand der Forschung	2
1.2 Aufgabenstellung dieser Arbeit	5
1.3 Gliederung der Arbeit	8
2 Wellenausbreitung auf Leitungen mit absorbierendem Substrat	10
2.1 Komplexe Permittivität und Permeabilität	10
2.2 Feldmäßige Darstellung	11
2.3 Leitungstheoretische Darstellung	15
2.4 Vergleich der Feld- und der Leitungsgrößen	17
3 Streifenleitungen	18
3.1 Aufbau der betrachteten Streifenleitungen	18
3.2 Leitungsparameter verlustloser Streifenleitungen	20
3.2.1 Symmetrische Streifenleitung	22
3.2.2 Schmalseitengekoppelte Streifenleitung	24
3.2.3 Breitseitengekoppelte Streifenleitung	27
3.3 Leitungsparameter verlustbehafteter Streifenleitungen	29
4 Ermittlung komplexer Materialkonstanten	32
4.1 Messung komplexer Materialkonstanten	32
4.2 Äquivalente Materialkonstanten	36
5 Filterentwurfverfahren	41
5.1 Filterstruktur und Übersicht der Entwurfverfahren	42
5.2 Kaskadierte Rechteck-Elemente	45
5.2.1 Umsetzung der Referenzschaltung in Streifenleiterrechtecke	46
5.2.3 Entwurfsbeispiele	50
5.3 Wellenparameter-Methode	55
5.3.1 Verlustlose und verlustbehaftete Elementarzellen	57
5.3.2 Zusammenschaltung des Kammfilters und Filterklassen	65
5.3.4 Entwurfsbeispiele	72

5.4	Synthese von Filtern mit Leitungselementen kommensurabler Länge	79
5.4.1	Richards-Transformation und Berücksichtigung von Verlusten	79
5.4.2	Zweitoreigenschaften	82
5.5	Kammfilter nach Levy	86
5.5.1	Approximation mit Zolotarev-Funktionen	87
5.5.2	Ermittlung der Schaltelemente	89
5.5.3	Entwurfsbeispiele	95
5.6	Leitungsfiler mit gekoppelten Leitungen	102
5.6.1	Dämpfungscharakteristik und Entnormierung	103
5.6.2	Umsetzung der Bauelemente	105
5.6.3	Entwurfsbeispiele	109
6	Analyse der Filterschaltung	114
6.1	Modell einer homogenen Leitung	115
6.2	Modell gekoppelter Leitungen	116
7	Untersuchung realisierter Filter	118
7.1	Einfluß von Diskontinuitäten, Maßnahmen zur Realisierung von Stichleitungen	118
7.2	Konstruktiver Aufbau der Streifenleitungsfiler	123
7.3	Kaskadierte Rechteck-Elemente	125
7.4	Wellenparameter-Methode	129
7.5	Filter mit Zolotarev-Charakteristik	136
7.6	Filter mit gekoppelten Leitungen	149
7.7	Einfluß variabler Abschlußimpedanzen auf das Filterverhalten	155
7.8	Numerische Berechnung eines Filters	158
8	Zusammenfassung	168
Anhang		171
A1	Meßergebnisse der Materialuntersuchung	171
A2	Ermittlung der Gleich- und Gegentaktstreuparameter eines Viertors	177
Literaturverzeichnis		180