



Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Grundlagen	9
2.1 OABR-Ethernet-System	9
2.1.1 Die Signalübertragung	9
2.1.2 Die Übertragungsstrecke	10
2.2 Elektromagnetische Verträglichkeit	14
2.2.1 Koppelmechanismen	15
2.2.2 Schmalbandige und breitbandige Störungen	17
2.2.3 Übertragung von Signalen	17
2.2.4 Störemission von Kommunikationssystemen	19
2.2.5 Wellenwiderstände	20
2.3 Streuparameter	22
2.3.1 Nodale Streuparameter	22
2.3.2 Modale Streuparameter	25
3 Asymmetrien im Ethernet-System	27
3.1 Messtechnik zur Ermittlung der Modenkonzersion	27
3.1.1 Messadapter und Messaufbau	28
3.1.2 Modenkonzersion durch asymmetrischen Messaufbau	29
3.2 Analytische Beschreibung von Asymmetrien	32
3.2.1 Nichtverkoppelte Systeme	33
3.2.2 Verkoppelte Systeme	43
4 Messtechnisch basierte Modellbildung	45
4.1 Gleichtaktdrossel	45



4.1.0.1	Asymmetrie von Gleichtaktdrosseln	46
4.1.0.2	Neue symmetrische Wicklung von Gleichtaktdrosseln	49
4.1.1	Modellbildung und Verifikation	50
4.1.1.1	Basismodell	50
4.1.1.2	Neues erweitertes Drosselmodell	54
4.1.1.3	Verifikation des neuen erweiterten Drosselmodells	59
4.1.1.4	Einfluss der Modellerweiterung auf das Simulationsergebnis	61
4.2	Streifenleitungen	64
4.2.1	Differentielle Mikrostreifenleitungen in der Praxis	64
4.2.2	Messtechnik	66
4.2.3	Auswertung und Modellbildung	68
4.2.3.1	Augenöffnungen (Konfiguration 1)	69
4.2.3.2	Steckverbinderanbindung (Konfiguration 2)	71
4.2.3.3	Vias (Konfiguration 3)	73
4.2.3.4	Symmetrische Verlegung (Konfiguration 4)	76
4.3	Automotive Steckverbinder	78
4.3.1	Messtechnik zur Steckverbindercharakterisierung	80
4.3.2	Modellierung von Steckverbindern	82
4.3.2.1	Mehrpinnige Steckverbinder	82
4.3.2.2	Verifikation mit Messergebnissen	90
4.3.3	Auswertung anhand sechspinniger Steckverbinder	92
4.3.4	Vollbestückte sechspinnige Steckverbinder	93
4.3.5	Teilbestückte sechspinnige Steckverbinder	95
4.4	Konfektionierte automotive Steckverbinder	97
4.4.1	Messtechnik zur Charakterisierung der Anschlussleitungen	97
4.4.2	Modell einer entdrillten UTP-Leitung	98
4.4.3	Auswertung der Konfektionierung	100
4.5	UTP-Leitung und EMV-Koppelmodelle	102
4.5.1	Frequenzabhängiger Leitungswellenwiderstand	103
4.5.2	Modellierung der Leitung	105
4.5.3	Verifikation der UTP-Leitung	107
4.5.4	Koppelmodelle	109



4.5.5 Leitungsgesamtmodell	116
4.6 Überführung in ein Gesamtmodell	116
5 Gesamtanalyse des Ethernet-Übertragungskanal	119
5.1 Vergleich des Komponentenstörpotentials	119
5.1.1 Komponentenbewertung	120
5.1.2 Gesamtbewertung	124
5.2 Designregeln	127
5.2.1 Gleichtaktdrossel	129
5.2.2 Differentielle Mikrostreifenleitungen	129
5.2.3 90°-Platinensteckverbinder	130
5.2.4 In-Line-Steckverbinder	131
5.2.5 Entdrilling	132
5.3 Verifikation	133
5.3.1 Zeitbereichsanalyse	138
5.3.2 Spektrumanalyse	139
5.3.3 Störaussendungsanalyse	140
6 Anwendungsmöglichkeiten und Ausblick	146
A Anhang	148
A.1 Reziprozität von Gleichtaktdrosseln	148
A.2 Masseanbindung bei Steckverbindermessungen	148
A.3 Drosselmodell für Stabkerndrosseln	149
A.4 Submodelle für die Steckverbindermodellierung	151
Abbildungsverzeichnis	153
Tabellenverzeichnis	157
Literaturverzeichnis	158