

Dirk Peier

Elektromagnetische Verträglichkeit

Problemstellung und Lösungsansätze

Hüthig Buch Verlag Heidelberg

Inhaltsverzeichnis	Seite
Einleitung	1
1 Begriffe	2
1.1 Nutzgrößenebene	2
1.2 Störgrößenebene	4
1.3 Störgröße	6
1.4 Störsenke	8
1.5 Störsenkeneigenschaften	10
1.6 Störquelle	12
1.7 Kopplung	14
1.8 Elektromagnetische Beeinflussung	16
1.9 Elektromagnetische Verträglichkeit	18
1.10 Elektromagnetische Umgebung	20
1.11 EMV-Maßnahmen	22
1.12 Verträglichkeitspegel	24
1.13 Störgrößenwirkungsschema	26
1.14 Kopplungsgleichung	28
1.15 Beeinflussungsmatrix	30
2 Störquellen und Störaussendungen	32
2.1 Klassifizierung von Störquellen	32
2.2 Kennwerte von Störaussendungen	34
2.3 Hertzscher Dipol	36
2.4 Dipolfeld-Bereichsnäherungen	38
2.5 Blitz-Kenngrößen	40
2.6 Blitzstrom	42
2.7 Blitzeinschlag in ein Flugzeug	44
2.8 Blitzeinschlag in lange Leitungen	46
2.9 Erdungswiderstand	48
2.10 Blitzeinschlag in einen Antennenmast	50
2.11 Kurzzeit-Kurzschluß/Erdschluß	52
2.12 Dauerkurzschluß	54
2.13 Abschalten leerlaufender Transformatoren	56
2.14 Einschalten langer Leitungen	58
2.15 Korona	60

	Seite
3 Kopplung (kapazitiv, induktiv, galvanisch)	62
3.1 Kopplung zwischen kurzen Leitungen	62
3.2 Leitungsbeläge	64
3.3 Gegeninduktivität und Koppelkapazität	66
3.4 Kopplung zwischen langen Leitungen	68
3.5 Filter	70
3.6 Filterauswahl	72
3.7 Entstörkondensator	74
3.8 Entstördrossel	76
3.9 LC-Glied	78
3.10 Einbau und Ausführung von Filtern	80
3.11 Impulsdämpfung von Filtern	82
3.12 Überspannungs-Begrenzer	84
3.13 Bauformen von Überspannungs-Begrenzern	86
3.14 Zeit-/Raumwirkung von Überspannungs-Begrenzern	88
3.15 Sicherung	90
4 Raumkopplung	92
4.1 Feldberechnung in Luft/Metallräumen	92
4.2 Leiter mit Stromverdrängung	94
4.3 Kopplungswiderstand von Koaxialkabeln	96
4.4 Kopplungswiderstand von Doppelschirmkabeln	98
4.5 Schirmwirkung metallischer Hüllen	100
4.6 Magnetische Schirmdämpfung	102
4.7 Hohlkugel im homogenen Wechselfeld	104
4.8 Eckeneffekt	106
4.9 Theoretische Behandlung von Schirmstörungen	108
4.10 Schirmdämpfung an Spalten	110
4.11 Schirmdämpfung an Löchern	112
4.12 Schirmdämpfung an Lochfeldern	114
4.13 Schirmdämpfung an Drahtdurchführungen	116
4.14 Reflexionsdämpfung von Hohlkugeln	118
4.15 Gesamtdämpfung einer Hohlkugel	120

	Seite
5 Störsenke	122
5.1 Gefährdungspotentiale	122
5.2 Elektrische Festigkeit von Leiterbahnanordnungen	124
5.3 Grenzwerte von Halbleiterbauelementen	126
5.4 Störsicherheit von Digitalbausteinen	128
5.5 Stromversorgung von Digitalbausteinen	130
5.6 Störgrößenverzerrung durch Leiterbahnen	132
5.7 Diskontinuitäten der Leiterbahn	134
5.8 Impulsverformung an Leiterbahn-Diskontinuitäten	136
5.9 Gekoppelte Leiterbahnen	138
5.10 Störspannungen auf gekoppelten Leiterbahnen	140
5.11 Nah- und Fernüberkopplungsspannung	142
5.12 Gleich- und Gegentaktwellenwiderstand (TEM-Welle)	144
5.13 Gleich- und Gegentaktwellenwiderstand (Leiterbahn)	146
5.14 Quasistationäre Leiterbahnkopplung	148
5.15 Verkabelung	150
6 Prüftechnik	152
6.1 Prüfstörgröße	152
6.2 Testverfahren mit leitungsgeführten Prüfstörgrößen	154
6.3 Kopplungseinrichtung	156
6.4 Prüfgenerator	158
6.5 Dimensionierung von Impulsgeneratoren	160
6.6 ESD-Prüfgenerator	162
6.7 ESD-Prüfung	164
6.8 ESD-Prüfschärfegrade	166
6.9 Beispiel für einen kommerziellen PG-Generator	168
6.10 Prüffeldstärke	170
6.11 Sprechfunkgerät als PG-Generator	172
6.12 Bestrahlung mit Richtantenne	174
6.13 Bestrahlung mit Streifenleitung	176
6.14 Bestrahlung mit Streifenleitung im Impulsbetrieb	178
6.15 Subtransiente Bestrahlung	180

	Seite
7 Meßtechnik	182
7.1 Tastkopf	182
7.2 Antwortzeit	184
7.3 Impulsmessung über Koaxialkabel	186
7.4 Hochspannungsteiler	188
7.5 Sonden für elektrische Gleichfelder	190
7.6 Isotopen-Sonde für elektrische Gleichfelder	192
7.7 Kapazitive Sonde für quasistationäres E-Feld	194
7.8 E-Sonde bei Wanderwellen	196
7.9 \dot{D} -Sonde bei Wanderwellen	198
7.10 Freiraum-Feldsonde	200
7.11 Freiraum-Feldsonde im inhomogenen Feld	202
7.12 Meßwiderstand	204
7.13 Rogowski-Spule	206
7.14 Hallsonde	208
7.15 \dot{H} -Sonde	210
Quellenzuordnung	212
Literaturverzeichnis	214
Sachwortverzeichnis	219