

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	iv
<b>Vorwort zur fünften Auflage</b> .....	vi
<b>Schreibweisen und Hinweise</b> .....	xiii
<b>1 Einleitung</b> .....	1
<b>2 Grundbegriffe und Grundlagen</b> .....	7
2.1 Das Modell der Störbeeinflussung .....	7
2.2 Spannungs- und Stromübertragung .....	8
2.3 Der Störabstand als Gütekriterium .....	9
2.4 Quellen und Empfänger für die Stromübertragung .....	10
2.4.1 Stromquelle mit einem Operationsverstärker .....	11
2.4.2 Stromquelle mit einem Transistor .....	12
2.4.3 Stromquelle mit Operationsverstärker und Transistor .....	13
2.4.4 Auswahl einer geeigneten Stromquelle .....	15
2.4.5 Stromempfänger .....	15
2.5 Unsymmetrische und symmetrische Übertragung .....	16
2.6 Teilkapazität und Betriebskapazität .....	20
2.7 Selbstinduktivität und Gegeninduktivität .....	22
2.7.1 Dämpfung magnetischer Felder durch Kurzschlussringe .....	26
2.8 EMV-Ersatzschaltbilder von Bauelementen .....	29
2.8.1 Das Ersatzschaltbild von Leitungen .....	30
2.8.2 Das Ersatzschaltbild von Widerständen .....	31
2.8.3 Das Ersatzschaltbild von Kondensatoren .....	32
2.8.4 Das Ersatzschaltbild von Spulen .....	35
2.8.5 Das Ersatzschaltbild von Transistoren .....	38
2.8.6 Transformatoren und EMV .....	40
Literatur .....	42

<b>3</b>	<b>Kopplungsmechanismen</b>	43
3.1	Kapazitive Kopplung	43
3.1.1	Kapazitive Kopplung in unsymmetrische Signalkreise	43
3.1.2	Amplitudengang der eingekoppelten Störung	45
3.1.3	Kapazitive Kopplung in symmetrische Signalkreise	47
3.2	Induktive Kopplung	48
3.2.1	Induktive Kopplung in Signalkreise	48
3.2.2	Induktive Kopplung von Gleichtaktstörungen in symmetrische Signalkreise	51
3.3	Impedanzkopplung	51
3.3.1	Impedanzkopplung in unsymmetrische Signalkreise	52
3.3.2	Impedanzkopplung in symmetrische Signalkreise	54
3.4	Kopplung durch elektromagnetische Felder	55
3.5	Zusammenfassung	55
	Literatur	55
<b>4</b>	<b>Verfahren</b>	57
4.1	Die Stromanalyse	57
4.2	Das Verfahren der Verschiebung der Knotenpunkte	59
4.3	Beispiele zur Stromanalyse und Verschiebung der Knotenpunkte	61
4.4	Die Stromumschaltanalyse	63
	Literatur	64
<b>5</b>	<b>Abblockung elektronischer Schaltungen</b>	65
5.1	Das Wechselstrom-Ersatzschaltbild für die Abblockung	65
5.2	Ströme auf dem Masse- und Versorgungssystem	70
5.2.1	Abblockung von Operationsverstärkern	70
5.2.2	Abblockung digitaler ICs	73
5.3	Gruppenabblockung und Einzelabblockung	75
5.4	Auswahl geeigneter Abblockkondensatoren	76
5.5	Parallelschaltung von Abblockkondensatoren	77
5.6	Anschluss von Kondensatoren	81
5.7	Beispiele für das Layout des Versorgungsspannungssystems	85
5.7.1	Layout von Digitalschaltungen auf zweilagigen Leiterplatten	85
5.7.2	Layout von Schaltungen mit diskreten Transistoren	87
5.7.3	Verbindung analoger und digitaler Baugruppen	88
5.8	Abblockung auf Zweilagigenleiterplatten – Zusammenfassung	89
5.9	Abblockung auf Multilayern	90
5.9.1	Die Impedanz des Abblocksystems	92
5.9.2	Ein einfaches Modell des Leiterplattenkondensators	95
5.9.3	Stehende Wellen auf dem Masse-/Versorgungssystem	95
5.9.4	Berechnung des Abschlusswiderstandes einer rechteckigen Leiterplatte	102
5.9.5	Abblockmaßnahmen	104
5.9.6	Abblockung auf Multilayern – Zusammenfassung	118

5.10	Simulation des Versorgungssystems mit SPICE	120
5.10.1	Dimensionierung der Elemente des Simulationsmodells	121
5.10.2	Erstellen des Simulationsmodells der Testleiterplatte	122
5.10.3	Vergleich von Simulations- und Messwerten	125
	Literatur	126
<b>6</b>	<b>Masse- und Signalstrukturen</b>	127
6.1	Reihenmassestruktur	128
6.2	Masseschleifen	130
6.3	Entkopplungsmethoden	131
6.3.1	Vermaschung	132
6.3.2	Sternstruktur	133
6.3.3	Galvanische Trennung	136
6.3.4	Differenzbildung	137
6.3.5	Stromkompensierte Drossel (Gleichtaktdrossel)	138
6.3.6	Schutzleiterdrossel	141
6.3.7	Getrenntes Potentialbezugssystem	142
6.3.8	Symmetrische Struktur	143
6.3.9	Stromübertragung	145
6.3.10	Filter	146
6.3.11	Weitere Entkopplungsmethoden durch Änderung der Signalgröße	147
	Literatur	148
<b>7</b>	<b>Planung der EMV von Baugruppen, Geräten und Anlagen</b>	149
7.1	EMV-Zonen	150
7.1.1	Einrichten von EMV-Zonen in elektronischen Schaltungen	151
7.1.2	Ein leitfähiges Gerätegehäuse als EMV-Zonengrenze	153
7.1.3	Konstruktive Voraussetzungen für EMV-Filter	155
7.2	Massestruktur von Baugruppen	155
7.2.1	Verkopplung einer Baugruppe mit der Umgebung	156
7.2.2	Entkopplung durch Sternstruktur	158
7.2.3	Verkopplung durch kapazitiven Rückschluss	159
7.2.4	Entkopplung zwischen Baugruppe und Umgebung durch eine weitere Masseschleife	160
7.2.5	Maßnahmen bei ungünstiger Platzierung der Anschlüsse	161
7.2.6	Entwicklungsbegleitendes Testverfahren zur Prüfung des Massesystems	162
7.3	Strahlungskopplung bei ungünstiger Massestruktur	163
7.3.1	Teilmassen und Kabel als Antennenstrukturen	163
7.3.2	Strahlung von ICs durch Ground-Bounce	166
7.3.3	Strahlung von Schlitzantennen	170
7.4	Strukturierung der Masse digitaler Baugruppen	173
7.5	Massestrukturen von Geräten	175
7.6	Masseschleifen und Kopplungen in einer Anlage	182

7.7	Verbindung von Baugruppen .....	183
7.7.1	Transferadmittanz und Transferimpedanz .....	184
7.7.2	Ein- oder beidseitiger Anschluss von Kabelschirmen .....	186
7.7.3	Anschluss von Kabeln .....	189
7.7.4	Verbindung digitaler Schaltungen mit Flachbandkabeln .....	192
7.8	Zonen mit definiertem Massebezugspotential .....	192
7.9	Zusammenfassung .....	193
	Literatur .....	194
<b>8</b>	<b>Fallbeispiele</b> .....	<b>197</b>
8.1	Das klassische Spannungsteiler-Problem .....	197
8.2	Stereoverstärker .....	199
8.3	Beispiele für Stromübertragung .....	203
8.4	ESD-Schutz mit falschem Masseanschluss .....	206
8.5	Ein strahlendes Kabel .....	207
8.6	Messfehler bei elektronischen Messgeräten durch Masseströme. ....	208
8.7	Signalstruktur höchstempfindlicher analoger Messschaltungen .....	208
8.8	Sensoren in elektronischen Schaltungen .....	209
8.8.1	Sensoren in Brückenschaltungen .....	210
8.8.2	Andere Messprinzipien für passive Sensoren .....	213
8.8.3	Photodioden .....	214
8.8.4	Sensoren mit Messschaltung am Messort .....	214
8.9	Störungen an einem Personal Computer .....	215
8.10	Ungünstige Massestruktur einer zugekauften Baugruppe .....	216
8.11	Brummstörungen an einer Telefonanlage .....	218
8.12	Verbindung von Analog- und Digitalmasse .....	220
8.13	Strukturierung einer Digitalschaltung mit einem schnellen Schaltungskern .....	221
8.14	Planung an einem Baugruppenträger .....	222
8.15	EMV-gerechte konstruktive Gerätegestaltung .....	225
8.16	Strahlung einer Baugruppe mit einem LCD .....	226
8.17	Leistungselektronische Schaltungen .....	227
8.17.1	Analyse von Schaltnetzteilen .....	228
8.17.2	Entstörung von IGBT-Umrichtern .....	237
8.17.3	Wechselrichter .....	247
8.18	Zusammenfassung .....	252
	Literatur .....	253
<b>9</b>	<b>Abschließende Betrachtungen</b> .....	<b>255</b>
	<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	<b>259</b>



<http://www.springer.com/978-3-8348-1781-5>

EMV

Störungssicherer Aufbau elektronischer Schaltungen

Franz, J.

2013, XIII, 262 S. 253 Abb. Mit 19 Fallbeispielen.,

Hardcover

ISBN: 978-3-8348-1781-5