

# Obsah

<b>Zoznam obrázkov</b>	<b>X</b>
<b>Zoznam tabuliek</b>	<b>XVI</b>
<b>Zoznam použitých symbolov, značiek a skratiek</b>	<b>XIX</b>
Veľké písmená . . . . .	XIX
Malé písmená . . . . .	XX
Písmená gréckej abecedy . . . . .	XXI
Skratky . . . . .	XXII
<b>Predslov</b>	<b>XXIII</b>
<b>Predhovor</b>	<b>XXV</b>
<b>Pod'akovanie</b>	<b>XXIX</b>
<b>1 Úvod do EMC</b>	<b>1</b>
1.1 EMC biologických systémov . . . . .	1
1.1.1 Riziká spôsobené neionizujúcim elektromagnetickým žiarením . . . . .	3
1.2 EMC technických systémov a zariadení . . . . .	5
1.2.1 Prenosové vedenia . . . . .	7
1.2.2 Rádioastronómia . . . . .	8
1.2.3 Napájacie vodiče . . . . .	8
1.2.4 Spínače, stýkače a relé . . . . .	8
1.2.5 Telefóny . . . . .	9
1.2.6 Letecká navigácia . . . . .	9
1.2.7 Vojenské zariadenia . . . . .	9
1.2.8 Bezpečnosť IT zariadení . . . . .	9
1.2.9 Integrované obvody . . . . .	9
1.2.10 Kontakty rozličných kovov . . . . .	10
1.2.11 Dodatok . . . . .	12
<b>2 Základy teórie elektromagnetického poľa</b>	<b>13</b>
2.1 Elektromagnetické pole . . . . .	13
2.2 Maxwellove rovnice . . . . .	13
2.2.1 Definície prostredí . . . . .	15
2.2.2 Definície polí . . . . .	15
2.3 Elektromagnetické vlny . . . . .	16
2.4 Vlny na vedení . . . . .	17
2.5 Šírenie elektromagnetických vln v priestore . . . . .	18

<b>3</b>	<b>Zdroje EMC rušenia</b>	<b>23</b>
3.1	Klasifikácia zdrojov rušenia . . . . .	24
3.2	Charakterizácia rušenia . . . . .	26
3.2.1	Základné vlastnosti rušenia . . . . .	26
3.3	Fourierová transformácia . . . . .	27
3.3.1	Transformácia . . . . .	27
3.3.2	Transformačné rovnice . . . . .	28
<b>4</b>	<b>Prirodzené zdroje elektromagnetického rušenia</b>	<b>29</b>
4.1	Atmosférický impulz . . . . .	29
4.1.1	Výboj medzi mračnom a zemou . . . . .	30
4.1.2	Výboj medzi mračnami . . . . .	30
4.1.3	Elektromagnetické polia . . . . .	31
4.1.4	Definícia prúdu blesku . . . . .	31
4.1.5	Vplyv na zariadenia . . . . .	32
4.2	Elektrostatický výboj . . . . .	34
4.2.1	Vznik ESD . . . . .	37
4.2.2	Náhradný model ESD . . . . .	39
4.2.3	Typy ESD . . . . .	39
4.2.4	Skryté poruchy . . . . .	41
4.2.5	Vlastnosti skúšobného ESD . . . . .	41
4.2.6	Testovanie výbojom po dotyku . . . . .	42
4.2.7	Testovanie výbojom cez vzduch . . . . .	42
<b>5</b>	<b>Umelé zdroje elektromagnetického rušenia</b>	<b>43</b>
5.1	Nukleárny elektromagnetický impulz . . . . .	43
5.1.1	Typy NEMP . . . . .	43
5.1.2	Reakcia metalických vodičov na NEMP . . . . .	46
5.2	Úzkopásmové zdroje rušenia . . . . .	47
5.2.1	Rádiokomunikačné zariadenia . . . . .	48
5.2.2	Generátory vysokej frekvencie . . . . .	48
5.2.3	Rádioprijímače, počítačové systémy, spojovacie zariadenia . . . . .	49
5.2.4	Vplyv na elektrickú sieť . . . . .	49
5.2.5	Vplyv vedení elektrickej energie . . . . .	50
5.3	Širokopásmové zdroje rušenia . . . . .	50
5.3.1	Elektrické zapaľovanie v autách . . . . .	50
5.3.2	Žiarivkové osvetlenie . . . . .	51
5.3.3	Komutátorové motory . . . . .	52
5.3.4	Vonkajšie vedenia vvn a zvn . . . . .	52
5.4	Zdroje širokopásmového prechodného rušenia . . . . .	52
5.4.1	Komutácia prúdu v sieťach s indukčnosťami . . . . .	52
5.4.2	Prechodné deje v sieťach nízkeho napätia . . . . .	53
5.4.3	Prechodné deje v sieťach vysokého napätia . . . . .	54
5.4.4	Prechodné deje v obvodoch s malým napätím . . . . .	54
<b>6</b>	<b>Vznik rušenia – väzby</b>	<b>55</b>
6.1	Galvanická väzba . . . . .	56
6.1.1	Galvanická väzba cez napájanie . . . . .	56
6.1.2	Galvanická väzba cez uzemnenie . . . . .	60
6.2	Kapacitná väzba . . . . .	65

6.3	Indukčná väzba . . . . .	69
6.4	Väzba poľom . . . . .	71
<b>7</b>	<b>Pasívne odrušovacie prostriedky</b>	<b>73</b>
7.1	Filtre . . . . .	73
7.1.1	Filtre symetrických a nesymetrických zdrojov rušenia . . . . .	76
7.1.2	Rezonancia v sieťach s filterami . . . . .	77
7.1.3	Disipatívne dielektrické a magnetické materiály . . . . .	79
7.1.4	Konštrukcia filtrov . . . . .	81
7.1.5	Kondenzátory . . . . .	81
7.1.6	Tlmivky . . . . .	81
7.1.7	Filtre LC . . . . .	83
7.1.8	Tlmenie rušenia v dátových sieťach a v telefónnych vedeniach . . . . .	84
7.1.9	Disipatívne filtre . . . . .	85
7.1.10	Dodatok . . . . .	86
<b>8</b>	<b>Projektovanie elektrických obvodov z hľadiska EMC</b>	<b>89</b>
8.1	Voľba plošných spojov . . . . .	89
8.2	Vnútorne galvanické väzby . . . . .	90
8.2.1	Väzby cez impedanciu . . . . .	90
8.2.2	Riešenie obvodov napájania . . . . .	90
8.2.3	Vyhotovenie systému vzťahného potenciálu . . . . .	92
8.2.4	Vzájomné ovplyvňovanie paralelných vodivých plôch . . . . .	93
8.2.5	Vplyv z jednej a z dvoch strán . . . . .	94
8.2.6	Spôsoby zníženia vzájomnej väzby . . . . .	95
8.3	Odraz signálov na vedeniach . . . . .	96
8.3.1	Odstránenie odrazov v plošných spojoch . . . . .	96
8.3.2	Prispôbené vedenia . . . . .	98
8.4	Interné vyžarovanie . . . . .	98
8.4.1	Vyžarovanie prúdových slučiek signálnych obvodov . . . . .	98
8.4.2	Parazitné vyžarovanie obvodov . . . . .	99
8.4.3	Dodatok . . . . .	101
<b>9</b>	<b>Zemnenie</b>	<b>103</b>
9.1	Dôležité zásady a realizácia zemnenia . . . . .	103
9.2	Impedancia zeme . . . . .	104
9.2.1	Jedna zemniaca tyč . . . . .	106
9.2.2	Rad zemniacich tyčí . . . . .	106
9.2.3	Štvorcová sieť vertikálne umiestnených zemniacich tyčí . . . . .	107
9.2.4	Mrežová sústava . . . . .	107
9.2.5	Sústava tyčí navzájom pospájaných do mrežovej sústavy . . . . .	107
9.3	Opatrenia týkajúce sa zemnenia . . . . .	108
9.3.1	Zvlhčovanie . . . . .	108
9.3.2	Chemické solenie . . . . .	108
9.3.3	Katódová ochrana . . . . .	109
9.3.4	Zmiernňovanie korózie . . . . .	109
9.3.5	Materiál, veľkosť, povrch a metódy spájania . . . . .	109
9.4	Meranie odporu uzemnenia . . . . .	109
9.5	EMC zemnenie . . . . .	111
9.5.1	Spôsoby zemnenia . . . . .	111

9.5.2	Jednobodové uzemnenie . . . . .	111
9.5.3	Viacbodové uzemnenie . . . . .	112
9.5.4	Zmiešané uzemnenie . . . . .	112
9.5.5	Plávajúce uzemnenie . . . . .	113
9.6	Spôsoby zemnenia tienenia káblov . . . . .	113
9.7	Praktický návrh uzemnenia . . . . .	114
9.8	Niektoré príklady z praxe . . . . .	115
9.8.1	Maticová tlačiareň . . . . .	116
9.8.2	Textilné počítačové . . . . .	116
9.8.3	Tlačiareň . . . . .	116
9.8.4	Dodatok . . . . .	116
<b>10</b>	<b>Tienenie</b>	<b>123</b>
10.1	Účinnosť tienenia . . . . .	126
10.2	Účinnosť tienenia: ďaleké polia . . . . .	128
10.2.1	Presné riešenie . . . . .	128
10.2.2	Približné riešenie . . . . .	130
10.3	Účinnosť tienenia: blízke pole . . . . .	136
10.3.1	Porovnanie blízkeho poľa a vzdialeného poľa . . . . .	137
10.3.2	Tienenie zdrojov elektrického poľa . . . . .	139
10.3.3	Tienenie zdrojov magnetického poľa . . . . .	139
10.3.4	Nízke kmitočty – tienenie magnetického poľa . . . . .	140
10.4	Vplyv otvorov a nedokonalosti . . . . .	142
10.5	Tienenie káblov . . . . .	147
10.5.1	Dodatok . . . . .	149
10.5.2	Príklady . . . . .	152
<b>11</b>	<b>EMC antény</b>	<b>153</b>
11.1	Krátky úvod k EMC anténam . . . . .	153
11.2	Základné údaje antén . . . . .	154
11.2.1	Dodatok . . . . .	160
<b>12</b>	<b>EMC – normy, predpisy a skúšanie</b>	<b>165</b>
12.1	Normalizačné organizácie . . . . .	165
12.2	Označenie CE . . . . .	167
12.2.1	Spôsob preukázania zhody . . . . .	167
12.3	Druhy noriem . . . . .	168
12.4	Delenie EMC noriem . . . . .	168
12.4.1	Základné normy . . . . .	168
12.4.2	Všeobecné normy . . . . .	168
12.4.3	Výrobné normy . . . . .	169
12.4.4	Vojenské normy . . . . .	169
<b>Dodatky</b>		<b>171</b>
<b>A</b>	<b>Základné pojmy a definície EMC</b>	<b>173</b>
A.1	Základné pojmy EMC . . . . .	173
A.2	Základné definície EMC . . . . .	175
A.2.1	Definícia EMC . . . . .	175

<b>B</b>	<b>Jednotka decibel</b>	<b>177</b>
B.1	Vlastnosti logaritmov . . . . .	177
B.2	Použitie decibelov pre iné prípady ako výkon . . . . .	178
<b>C</b>	<b>Fyzikálne veličiny a jednotky</b>	<b>181</b>
C.1	Základné pojmy . . . . .	181
C.2	Rozdelenie fyzikálnych veličín a jednotiek . . . . .	183
C.3	Základná štruktúra SI . . . . .	185
C.3.1	Definícia základných jednotiek . . . . .	185
C.3.2	Odvodené jednotky . . . . .	186
C.3.3	Násobné a podielové jednotky sústavy SI . . . . .	186
<b>D</b>	<b>Stále orgány ITU</b>	<b>189</b>
	<b>Literatúra</b>	<b>191</b>
	<b>Index</b>	<b>200</b>