

D. Kováč, I. Kováčová, J. Kaňuch

EMC

Z HLEDISKA

TEORIE A APLIKACE

Praha 2006



Cílem publikace je seznámit čtenáře se základními pojmy, legislativními a technickými požadavky kladenými na elektrotechnické výrobky z hlediska elektromagnetické kompatibility. V knize jsou popsány evropské směrnice o elektromagnetické kompatibilitě, druhy norem, seznam norem, limitní úrovně kompatibility rušení a odolnosti, definované uspořádání měřicích pracovišť. Značný prostor je věnován teoretické analýze problematiky, s dokladovanými počítačovými simulacemi a měřeními.

Knihla může sloužit jako teoretický a praktický průvodce prediktivního návrhu a stanovení vlastností při konstrukci nových zařízení z hlediska elektromagnetické kompatibility, a tím snížit náklady na výrobu výrobků.

Publikace je určena posluchačům vysokých škol, inženýrům, technickým pracovníkům a návrhářům v oboru elektrotechniky.

Dobroslav Kováč, Irena Kováčová, Ján Kaňuch

EMC z hlediska teorie a aplikace

recenzenti: prof. Ing. Vladimír Ráček, DrSc.
prof. Ing. Zdeněk Čeřovský, DrSc.
prof. Ing. Václav Kús, CSc.

Bez předchozího písemného svolení nakladatelství nesmí být kterákoli část kopírována nebo rozmnožována jakoukoli formou (tisk, fotokopie, mikrofilm nebo jiný postup), zadána do informačního systému nebo přenášena v jiné formě či jinými prostředky.

Autoři a nakladatelství nepřejímají záruku za správnost tištěných materiálů. Předkládané informace jsou zveřejněny bez ohledu na případné patenty třetích osob. Nároky na odškodnění na základě změn, chyb nebo vynechání jsou zásadně vyloučeny.

Všechny registrované nebo jiné obchodní známky použité v této knize jsou majetkem jejich vlastníků. Uvedením nejsou zpochybněna z toho vyplývající vlastnická práva.

Veškerá práva vyhrazena

© Dobroslav Kováč, Irena Kováčová, Ján Kaňuch, ??? 2006

© Nakladatelství BEN – technická literatura, Věšínova 5, Praha 10

Dobroslav Kováč, Irena Kováčová, Ján Kaňuch: EMC z hlediska teorie a aplikace
BEN – technická literatura, Praha 2006

1. vydání

ISBN 80-7300-202-7

OBSAH

1	Úvod	7
2	Předpisy o EMC	9
2.1	Evropská směrnice o EMC	10
2.2	Druhy norem o EMC	12
2.3	Seznam norem o EMC	13
2.4	Mezní úrovně kompatibility, rušení a odolnosti z vybraných částí norem	18
2.5	Normami definována uspořádání měřicích pracovišť pro základní typy měření	26
3	Typy vzájemných vazeb	31
3.1	Induktivní vazba	32
3.1.1	Teoretická analýza	33
3.1.2	Simulace a měření	39
3.2	Kapacitní vazba	44
3.2.1	Teoretická analýza	44
3.2.2	Simulace a měření	55
3.3	Galvanická vazba	61
3.3.1	Teoretická analýza jednovodičové propojení obvodů – řešení pro nízké kmitočty se soustředěnými parametry	62
3.3.2	Simulace a měření jednovodičové propojení obvodů – řešení pro nízké kmitočty se soustředěnými parametry	65
3.3.3	Teoretická analýza dvouvodičové propojení obvodů – řešení pro nízké kmitočty se soustředěnými parametry	68

3.3.4	Simulace a měření dvouvodičové propojení obvodů – řešení pro nízké kmitočty se soustředěnými parametry	70
3.3.5	Teoretická analýza více vodičové propojení obvodů – řešení pro nízké kmitočty se soustředěnými parametry	72
3.3.6	Simulace a měření více vodičové propojení obvodů – řešení pro nízké kmitočty se soustředěnými parametry	77
3.3.7	Teoretická analýza dvouvodičové propojení obvodů – řešení pro vyšší kmitočty s rozloženými parametry	79
3.3.8	Simulace a měření dvouvodičové propojení obvodů – řešení pro vyšší kmitočty s rozloženými parametry	84
3.3.9	Teoretická analýza jednovodičové propojení obvodů – řešení pro vyšší kmitočty s rozloženými parametry	86
3.3.10	Simulace a měření jednovodičové propojení obvodů – řešení pro vyšší kmitočty s rozloženými parametry	89
3.3.11	Teoretická analýza více vodičové propojení obvodů – řešení pro vyšší kmitočty s rozloženými parametry	91
3.3.12	Simulace a měření více vodičové propojení obvodů – řešení pro vyšší kmitočty s rozloženými parametry	98
3.3.13	Teoretická analýza dvouvodičové a více vodičové propojení obvodů – harmonická napájecí soustava	102
3.3.14	Simulace a měření dvouvodičové a více vodičové propojení obvodů – harmonická napájecí soustava	104
3.4	Elektromagnetická vazba	111
3.4.1	Teoretická analýza	111
3.4.2	Simulace a měření	122

4 EMC výkonových elektrotechnických systémů a jejich částí 129

4.1	Zlepšení EMC elektrotechnických zařízení prostřednictvím zmenšení induktivní vazby	131
4.2	Zlepšení EMC elektrotechnických zařízení prostřednictvím zmenšení kapacitní vazby	132
4.3	Zlepšení EMC elektrotechnických zařízení prostřednictvím zmenšení galvanické vazby	134
4.4	Zlepšení EMC elektrotechnických zařízení prostřednictvím zmenšení elektromagnetické vazby	145
4.5	Zlepšení EMC elektrotechnických zařízení prostřednictvím zmenšení jiskření kontaktů a atmosférických přepětí	148
4.6	EMC nevýkonových elektronických obvodů	154
4.7	EMC napájecích zdrojů malého výkonu	155
4.8	EMC výkonových polovodičových obvodů	158
4.9	EMC vedení s rozloženými parametry	160
4.10	EMC zátěže	161
4.10.1	Diskový motor s permanentními magnety	161
4.10.1.1	Verifikace magnetického obvodu motoru pomocí numerické počítačové simulace jeho magnetického pole	167
4.10.2	Problémy EMC motoru	168
4.10.2.1	Simulace a měření EMC motoru	169
4.10.2.2	Způsoby zlepšení EMC motorů	178

Literatura 184

Použité symboly a značky 195

Rejstřík 201

Adresy prodejen technické literatury xx

Pár slov o nakladatelství xx

ÚVODNÍ SLOVO

Pojem „Elektromagnetická kompatibilita“ vznikl už v šedesátých letech v USA a označoval novou vědecko-technickou disciplínu, která zkoumala podmínky sloučitelnosti fungování jednotlivých systémů a cesty směřující k její optimalizaci. H. M. Schlike, jeden z průkopníků snažících se o uznání EMC jako samostatného odboru, vedoucí oddělení technického rozvoje firmy Allan Bradley, už koncem sedmdesátých let řekl: „Systém sám o sobě může být dokonale spolehlivý – bude však prakticky bezcenný v provozu, pokud současně nebude elektromagneticky kompatibilní. Spolehlivost a EMC jsou neoddělitelné požadavky systému, který má správně fungovat v každé době a za všech okolností.“

Předkládaná publikace si klade za cíl obeznámit čtenáře se základními pojmy, legislativními a technickými požadavky kladenými na elektrotechnické výrobky konstruované pro oblast mechatronických systémů. Značný prostor je v knize věnován teoretické analýze popisované problematiky, která poskytuje základ pro možnost prediktivního stanovení vlastností nově konstruovaných zařízení nebo systémů, z pohledu elektromagnetické kompatibility. Na konkrétních příkladech je demonstrována možnost využití dostupných počítačových programových prostředků pro získání názorných a dostatečně přesných simulačních výsledků.

Doufáme, že informace obsaženy v následujících kapitolách poslouží čtenářům nejenom jako vědecké a akademické poznatky z oblasti elektromagnetické kompatibility, ale taky jako úvod do hlubšího studia této problematiky, nebo taky jako praktický průvodce při návrhu a konstrukci nových zařízení a výrobků.

Naše poděkování za pečlivou kontrolu textu a cenné připomínky, které pomohli publikaci vylepšit, patří především všem recenzentům, ale taky blízkým spolupracovníkům.

Autoři