

Zdeněk Faktor

Transformátory a cívky

1999



Přestože transformátory a tlumivky byly v nejmodernějších elektronických zařízeních do značné míry nahrazeny jinými obvodovými prvky, zastávají dosud nezastupitelnou úlohu především ve zdrojích a v některých sdělovacích zařízeních. S přechodem na moderní spínací zdroje podstatně stoupají nároky na použité materiály a konstrukci transformátorů. Při jejich výpočtech už nevystačíme s několika empirickými vzorečky a trojčlenkou.

Tato příručka usnadní efektivní návrh transformátorů a tlumivek s využitím znalosti fyzikálních principů a vlastností současných materiálů. Souhrnné informace, včetně mnoha tabulek, grafů a katalogových údajů, umožňují přesně vybrat vhodný tvar obvodu, jeho materiál i postup výroby. V naší literatuře se kniha s podobně širokým a odborným přístupem nevyskytuje. Příručka se jistě stane nedocenitelnou pomůckou nejen pro projektanty, konstruktéry a studentů odborných škol, ale také vyspělejších amatérů.

Zdeněk Faktor

Transformátory a cívky

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.

Za původnost a jazykovou i věcnou správnost díla zodpovídá autor. Uvedené názvy výrobců, výrobků, metod a různých materiálů mohou být ochrannými známkami. Nároky na odškodnění na základě změn, chyb nebo vynechání jsou zásadně vyloučeny.

Všechna práva vyhrazena.

© Ing. Zdeněk Faktor CSc., Praha 1999

Nakladatelství BEN - technická literatura, Věšínova 5, Praha 10

Faktor Zdeněk: Transformátory a cívky

BEN - technická literatura, Praha 1999

1. vydání

ISBN 80-86056-49-X

Obsah

1. Magnetické materiály	7
2. Jednotky a některé základní pojmy	9
3. Magnetický obvod s mezerou	27
3.1 Výpočet magnetického odporu a náhradních rozměrů jednoduchých magnetických obvodů	34
4. Náhradní schéma transformátoru	40
5. Vliv magnetického materiálu na vlastnosti síťového transformátoru	50
6. Elektrotechnické plechy	59
6.1 Elektrotechnické plechy E_t	61
6.2 Elektrotechnické plechy E_o	62
6.3 Elektrotechnické plechy E_i	64
6.4 Další druhy elektrotechnických plechů	69
6.5 Amorfni magnetické materiály	71
6.6 Význam ztrátového čísla	73
7. Síťové transformátory s M a E/I plechy	74
8. Jádra síťových transformátorů skládaná ze stříhaných pásů	79
9. Síťové transformátory s C a Q jádry	83
9.1 Síťové transformátory s toroidními jádry	89
10. Transformátory proudu	96
10.1 Proudová sonda pro měření malých impulzních proudů	101
11. Autotransformátory a regulační autotransformátory	104
12. Údaje pro vinutí	107
12.1 Vinutí toroidních jader	113
13. Oteplení transformátoru	116
14. Zapínací proudy u jednofázových transformátorů	119
14.1 Jištění jednofázových transformátorů malých výkonů	123
15. Předmagnetování	124
15.1 Vyhlazovací tlumivky	131

16. Transformátory pro měniče napětí a inventory s kmitočtem do 2000 Hz	133
17. Transformátory a filtrační tlumivky pro spínací napájecí zdroje	138
17.1 Blokující měnič	138
17.2 Propustný měnič	147
17.3 Dvojčinný měnič	154
17.4 Měníče pro malé výkony	162
17.5 Vlastnosti feritů pro transformátory spínacích zdrojů	166
17.6 Magnetické materiály pro jádra tlumivek	174
17.7 Budící transformátory spínačů	176
17.8 Provedení transformátorů a tlumivek pro měniče	178
17.9 Transformátory a tlumivky pro rezonanční měniče	182
17.10 Přesytky pro magneticky řízené usměrňovače	187
17.11 Omezování napětí parazitních kmitů	190
18. Tlumivky pro ochranu tyristorů	191
19. Impulzní transformátory	197
19.1 Požadavky na materiály jádra	213
19.2 Postup návrhu impulzního transformátoru	215
19.3 Vinutí impulzních transformátorů	216
20. Vedení jako vinutí transformátorů	216
20.1 Některá zapojení linkových transformátorů	223
20.2 Vedení jako transformátor	227
21. Sdělovací transformátory – přehled	230
21.1 Převod pro maximální přenášený výkon	232
21.2 Základní útlum	235
21.3 Útlum dolních kmitočtů	238
21.4 Útlum horních kmitočtů	240
21.5 Útlum způsobený kapacitou vinutí	241
21.6 Poměrná šíře kmitočtového pásma přenášeného transformátorem	241
21.7 Úhel přenosu transformátoru	242
22. Příklady návrhu indukčnosti vinutí L1	244
22.1 Provedení sdělovacích transformátorů	247
22.2 Harmonické zkreslení	249
23. Rozptylová indukčnost	252

24. Kapacita vinutí	257
25. Ztráty v jádru sdělovacího transformátoru při malých indukcích	259
26. Ferity	263
27. Feritová jádra	268
E jádra	271
EC jádra	272
PM jádra (Potcore Modul)	274
X jádra	275
CC jádra (Cap-Cup-Core)	275
Hrníčková jádra	276
TT jádra	277
RM jádra (Rectangular – Modul – Cores)	277
EP jádra	278
Q jádra	278
U a UI jádra	279
EFD jádra	279
ETD jádra (Economic Transformer Design)	279
Kruhová jádra	280
Tyčová jádra, trubičková jádra a závitová jádra.	280
28. Magnetické látky pro jádra sdělovacích transformátorů ze slitin	281
29. Transformátory se souměrnými vinutími	290
30. Jiné transformátory se zvláštními nároky	299
30.1 Ferorezonanční transformátor	299
30.2 Transformátory pro svařování střídavým proudem	302
30.3 Výstupní transformátory napájené z napěťového rozvodu	305
30.4 Dvoujádrové transformátory	306
30.5 Parametrický transformátor	308
30.6 Elektronický transformátor	309
30.7 Bezjádrový transformátor	310
30.8 Zapalovací cívka	310
31. Nároky na cívky	310
32. Náhradní schéma cívky	312
33. Cívky s jádry	315
34. Nízkofrekvenční vzduchové cívky	323
35. Vysokofrekvenční vzduchové cívky	329

36. Železová jádra	332
37. Vlastnosti magneticky měkkých látek v širokém teplotním rozsahu. Kompenzace teplotní závislosti indukčnosti cívky s feritovými jádry v laděných obvodech.	341
38. Miniaturní cívky pro povrchovou montáž a hybridní integrované obvody	348
39. Feritové antény, hledače kovových předmětů, indukční snímače polohy	354
40. Cívky pro odrušování	359
41. Indukčnost a vzájemná indukčnost některých elementárních obvodových spojů	366
Seznam norem	369
Literatura	371
Rejstřík	373

Významné firmy českého a slovenského trhu dodávající transformátory, cívky, tlumivky a komponenty pro jejich výrobu

DOE spol. s r. o. (součástky Siemens + Matsushita)	377
ELTEK CZ s.r.o. (transformátory)	378
ELEKTROKOV a. s. (transformátory, tlumivky, svářecí technika)	379
ERMEG (komponenty pro výrobu transformátorů)	380
PMEC s.r.o. (toroidní tlumivky a transformátory)	381
P&V ELEKTRONIC spol. s r. o. (standardní i SMD vinuté díly)	382
TALEMA Electronic (toroidní komponenty)	383
TBP TRANSFORMÁTORY (transformátory)	384
TRONIC (transformátory a cívky)	385
Válcovny plechu TECHNOTRON (magnetické obvody, plechy)	386
ZVS DUBNICA a. s. (transformátory a tlumivky)	387

Příloha: BEN – technická literatura

Knihy nakladatelství BEN – technická literatura	388
Program pro návrh magnetických obvodů (na CD ARadio1998)	393
Program VISIO 5.0 (kterým byly nakresleny obrázky v této knize)	394
Adresy a spojení na firmu BEN – technická literatura	397
A na závěr pár slov o nás	398