

OBSAH

	Str.
1. VELIČINY, JEDNOTKY A ZÁKONY UŽÍVANÉ V MAGNETISMU	5
1.1. Magnetické veličiny a jednotky v soustavě SI	5
1.1.1. Magnetická indukce	5
1.1.2. Magnetický tok	6
1.1.3. Intenzita magnetického pole	6
1.1.4. Magnetomotorická síla, magnetické napětí a potenciál	7
1.1.5. Magnetizace a magnetická polarizace	9
1.1.6. Magnetický moment	9
1.2. Základní zákony užívané v magnetismu	10
1.2.1. Magnetostatické pole a jeho účinky	10
1.2.2. Magnetické účinky elektrického proudu	12
1.2.3. Lenzovo pravidlo, Faradayův indukční zákon	14
1.2.4. Napětí indukované pohybem vodiče v magnetickém poli	15
1.2.5. Vlastní a vzájemná indukčnost	16
1.2.6. Energie vlastní a vzájemné indukčnosti, energie magnetického pole	18
1.3. Zákony, pojmy a parametry užívané ve feromagnetismu	19
1.3.1. Feromagnetikum v magnetickém poli, demagnetizační faktor	19
1.3.2. Definice základních pojmů a parametrů v oblasti feromagnetik	21
1.3.3. Pojmy a parametry definované při stejnosměrném magnetování feromagnetik	22
1.3.4. Pojmy a parametry definované při střídavém magnetování feromagnetik	26
1.4. Magnetické obvody a jejich řešení	32
1.4.1. Základní vztahy pro řešení magnetických obvodů	33
1.4.2. Magnetický odpor a magnetická vodivost	34
1.4.3. Magnetický odpor a magnetická vodivost vzduchových mezer	35
1.4.4. Magnetický odpor a magnetická vodivost feromagnetika	36
1.4.5. Náhradní schémata magnetických obvodů	36
1.4.6. Metody řešení rozptylových polí	37
1.4.7. Stanovení indukčnosti cívek z permeance magnetického obvodu	41
2. FEROMAGNETICKÉ MATERIÁLY	43
2.1. Magneticky měkké materiály	45
2.1.1. Nízkouhlíkaté oceli (B dle IEC) a permendur (materiály pro stejnosměrné magnetické obvody)	47
2.1.2. Křemíkové oceli (C dle IEC)	48
2.1.3. Permalloye	53
2.1.4. Amorfni a nanokrystalické materiály	57
2.1.5. Magneticky měkké ferity	60
2.1.6. Ostatní měkké materiály	65

2.2. Magneticky tvrdé materiály	66
2.2.1. AlNiCo	69
2.2.2. Magneticky tvrdé ferity	72
2.2.3. Materiály na bázi vzácných zemin	74
2.2.4. NdFeB	75
2.2.5. Plastické (polymerní) magnetické materiály	77
2.2.6. Polotvrdé a tvařitelné materiály	79
2.2.7. Perspektivy použití tvrdých materiálů	81
 3. MAGNETICKÁ MĚŘENÍ	 86
3.1. Měření magnetických polí ve vzduchu	86
3.1.1. Indukční metody	87
3.1.1.1. Indukční cívka	88
3.1.1.2. Feromagnetické sondy (fluxgate)	91
3.1.2. Magnetogalvanická čidla	94
3.1.2.1. Hallova sonda	94
3.1.2.2. Magnetodiody a magnetorezistory	96
3.1.2.3. Polovodičový magnetoodpor	96
3.1.3. Feromagnetická magnetorezistivní čidla	96
3.1.4. Magnetooptické senzory	101
3.1.5. Rezonanční teslametry	101
3.1.6. Supravodivé magnetometry	105
 3.2. Měření slabě magnetických látek	 105
3.2.1. Metody měření malých susceptibilit	107
3.2.1.1. Silové metody	107
3.2.1.2. Magnetometr s vibrujícím vzorkem	107
3.2.1.3. Indukčnostní metody	108
 3.3. Měření feromagnetických materiálů	 108
3.3.1. Integrátory pro magnetická měření	109
3.3.2. Odmagnetování a magnetování vzorků	118
3.3.2.1. Stejnoseměrné (statické) magnetování	119
3.3.2.2. Střídavé magnetování	119
3.3.3. Měření magnetizačních charakteristik na uzavřených vzorcích	122
3.3.3.1. Měření při stejnosměrném magnetování	124
3.3.3.2. Měření při střídavém magnetování	126
3.3.4. Měření magnetizačních charakteristik na otevřených vzorcích	133
3.3.4.1. Měření magnetizačních charakteristik magneticky tvrdých materiálů	136
3.3.4.2. Stejnoseměrná měření otevřených vzorků magneticky měkkých materiálů	140
3.3.4.3. Měření otevřených vzorků při střídavém magnetování	143
3.3.5. Měření dalších parametrů	148
3.3.5.1. Měření koercivity	148
3.3.5.2. Měření magnetostrikce	149
3.3.5.3. Měření T_C	150
3.3.5.4. Měření anizotropie	151
3.3.5.5. Měření magnetického napětí a potenciálu	152

3.4. Magnetické rezonanční metody	155
3.4.1. Princip magnetické rezonance	155
3.4.2. Metoda vynucené precese	157
3.4.3. NMR spektroskopie a příbuzné metody	158
3.4.4. NMR zobrazovací metody (NMR tomografie)	159
3.5. Etalony magnetických veličin	160
3.5.1. Etalony magnetické indukce stejnosměrného pole	160
3.5.2. Etalony magnetické indukce střídavého pole	165
3.5.3. Etalony magnetického toku	166
3.5.4. Etalony magnetického momentu, závitové plochy, etalonové vzorky	167
4. MAGNETICKÉ PRVKY	169
4.1. Návrhy magnetických obvodů	169
4.1.1. Obvody s permanentními magnety	169
4.1.2. Magnetické obvody magnetované stejnosměrným proudem	188
4.1.3. Obvody magnetované střídavým proudem	191
4.2. Cívky a elektromagnety pro vytváření magnetických polí	194
4.2.1. Helmholtzovy cívky	194
4.2.2. Vícevrstvé válcové cívky	196
4.2.3. Elektromagnety	197
4.3. Cívky stejnosměrných a střídavých magnetických obvodů	199
4.3.1. Cívky stejnosměrně magnetovaných obvodů	199
4.3.2. Cívky střídavě magnetovaných obvodů	201
4.4. Tlumivky	205
4.4.1. Filtrační tlumivky	205
4.4.2. Tlumivky pro odrušení	206
4.5. Transformátory	208
4.5.1. Princip transformátoru, elektrické náhradní schéma	208
4.5.2. Určení náhradních prvků magnetického obvodu	209
4.5.3. Náhradní elektrické schéma transformátoru pro převod 1 : 1, fázorový diagram	211
4.5.4. Malé síťové transformátory	212
4.5.5. Měřicí transformátory	215
4.5.6. Nízkofrekvenční transformátory	219
4.5.7. Impulsové transformátory	222
4.5.8. Toroidní komparátory střídavých proudů	226
4.6. Magnetická záznamová média	235
4.6.1. Záznamové materiály	237
4.6.2. Záznamové a čtecí hlavy	237
4.6.3. Magnetický záznam na pásek	241
4.6.4. Magnetické disky	242
4.6.5. Další magnetické záznamové prvky	242

5. SUPRAVODIVOST	245
5.1. Základní jevy	245
5.2. Nové supravodivé materiály s vysokou kritickou teplotou T_C	248
5.3. Využití supravodivosti	249
5.3.1. SQUID (Superconducting quantum interference device)	250
5.3.2. Squidový magneto-susceptometr	251
6. MAGNETICKÉ PRVKY SPÍNANÝCH ZDROJŮ	253
6.1. Úvod	253
6.2. Základní typy spínaných zdrojů	255
6.2.1. Jednočinné měniče s tlumivkou	255
6.2.1.1. Sestupné jednočinné měniče s tlumivkou	255
6.2.1.2. Vzestupné jednočinné měniče s tlumivkou	257
6.2.1.3. Invertující jednočinné měniče s tlumivkou	259
6.2.2. Jednočinné měniče s transformátorem	257
6.2.2.1. Blokující měniče	260
6.2.2.2. Propustné měniče	261
6.2.3. Dvojčinné měniče	262
6.2.3.1. Dvojité protitaktní měnič	262
6.2.3.2. Polomůstkový měnič	263
6.2.3.3. Můstkový měnič	263
6.2.4. Rezonanční spínané zdroje	264
6.3. Výkonové tlumivky pro spínané zdroje	266
6.4. Výkonové transformátory	268
6.5. Ostatní magnetické prvky spínaných zdrojů	271
LITERATURA	273
Seznam výrobců magnetických materiálů, prvků a přístrojů pro magnetická měření	274