

OBSAH

Předmluva	11
I. Tepelné a dynamické účinky proudu	15
1. Maximální přípustná teplota elektrických přístrojů za normálního provozu a při zkratu	15
1.1. Izolované vodiče elektrického proudu v normálním provozu	15
1.2. Izolované a neizolované části přístrojů, kterými prochází zkratový proud	16
1.3. Neizolované části přístrojů, kterými prochází jmenovitý proud	17
1.4. Části přístrojů, jimiž neprochází proud	17
2. Hlavní zdroje tepla v elektrických přístrojích	18
2.1. Jouleovy ztráty ve vodičích, kterými prochází stejnosměrný proud	18
2.2. Jouleovy ztráty v homogenním vodiči, kterým prochází střídavý proud	20
2.3. Výpočet ztrát v nemagnetickém vodiči, nacházejícím se v blízkosti jiných nemagnetických vodičů	27
2.4. Ztráty ve feromagnetickém jádře, způsobené střídavým polem vodičů	30
2.5. Ztráty způsobené střídavým elektrickým polem v dielektriku	34
2.6. Další zdroje tepla v elektrických přístrojích	35
3. Jednoduché způsoby výpočtu oteplení elektrických přístrojů	35
3.1. Základní způsoby šíření tepla	35
3.2. Výpočet přestupu tepla z povrchu teplého tělesa do okolního prostředí (plynného, kapalného) použitím Newtonovy formule	36
3.3. Přechodný děj při oteplování tělesa působením tepelného zdroje umístěného uvnitř tělesa (výpočet na základě Newtonovy rovnice)	39
4. Výpočet šíření tepla z povrchu tělesa při sdílení tepla konvekcí a sáláním	45
4.1. Použití výsledků teorie podobnosti pro výpočet sdílení tepla volnou konvekcí	45
4.2. Vynucená konvekce při pohybu kapaliny nebo plynu v trubkách	53
4.3. Vynucená konvekce v okolí trubky obtékané v příčném směru	55
4.4. Vynucená konvekce kapaliny pohybující se podél rovné stěny	56
4.5. Tepelné sálání (záření, radiace)	56
5. Základy teorie šíření tepla vedením	57
5.1. Základní Fourierova rovnice	57

5.2.	Vedení tepla prostředím omezeným dvěma rovinami	58
5.3.	Přestup tepla stěnou trubky	61
5.4.	Oteplování homogenních izolovaných vodičů v ustáleném stavu	63
5.5.	Šíření tepla vedením v prostředí s rovnoměrně rozloženými zdroji tepla	65
5.6.	Vinutí budících cívek elektrických přístrojů	72
5.7.	Oteplování cívek s feromagnetickým jádrem	76
6.	Oteplování elektrických přístrojů	85
6.1.	Oteplení při oběsném a přerušovaném chodu	85
6.2.	Oteplování přístroje při zkratu, tepelná odolnost	89
7.	Elektrodynamické síly působící na součásti přístrojů	92
7.1.	Elektrodynamické síly vznikající mezi dvěma rovnoběžnými vodiči	95
7.2.	Síly a momenty vznikající v zahnutých vodičích	99
7.3.	Elektrodynamické síly vznikající v závitě, cívce a mezi několika cívkami	103
7.4.	Elektrodynamické síly vznikající při změně průřezu vodiče	107
7.5.	Síly vtahující elektrický oblouk do štěrbin	108
7.6.	Elektrodynamické síly v jednofázové a trojfázové soustavě, mechanická rezonance	111
7.7.	Odolnost přístrojů proti vlivu elektrodynamického namáhání	116
II.	Elektrický oblouk a jeho zhášení	121
8.	Základní vlastnosti elektrického oblouku, podmínky jeho zhášení v obvodech stejnosměrného a střídavého proudu	121
8.1.	Fyzikální vlastnosti výboje	122
8.2.	Zhášení elektrického oblouku v obvodu stejnosměrného proudu	132
8.3.	Podmínky zhášení střídavého oblouku	144
9.	Obnovení elektrické pevnosti prostředí mezi kontakty a napětí na nich při zhášení střídavého oblouku	150
9.1.	Obnovení elektrické pevnosti v případě malé mezery mezi kontakty	150
9.2.	Obnovení elektrické pevnosti velké mezery mezi kontakty v prostoru, v němž působí značná deionizace	157
9.3.	Průběh napětí na vypínači při vypínání jednoduchého obvodu	162
9.4.	Vznik napětí na kontaktech při vypínání složitějšího obvodu	168
9.5.	Průběh napětí na kontaktech při vypínání dlouhého vedení	170
9.6.	Zotavené napětí při vypínání blízkého zkratu	173
9.7.	Okamžitá hodnota napětí zdroje v okamžiku průchodu proudu nulou	176
9.8.	Určení číselných hodnot některých konstant sítě	179
III.	Elektrické kontakty	183
10.	Základní vlastnosti kontaktů	183
10.1.	Rozdělení elektrických kontaktů	183
10.2.	Odpor kontaktu	185
10.3.	Odpor úžiny	186
10.4.	Změny odporu sepnutých kontaktů v provozu	189
11.	Oteplení kontaktů	190
11.1.	Hlavní oblasti v místě styku kontaktů, vliv kontaktů na oteplování přívodních vodičů	190
11.2.	Teplota v místě styku kontaktů, charakteristika $R(U)$	193
11.3.	Svaření kontaktů	195

12.	Zvláštní provozní stavy spínacích kontaktů	198
12.1.	Rozpojené kontakty	198
12.2.	Zapínání kontaktů	198
12.3.	Rozpínání kontaktů	199
12.4.	Opotřebení kontaktů při vypínání malých proudů	201
12.5.	Opotřebení kontaktů při vypínání velkých proudů	202
IV.	Magnetické obvody	207
13.	Magnetické obvody buzené stejnosměrným a střídavým proudem, charakteristiky magnetických materiálů	207
13.1.	Rozdělení magnetických obvodů	207
13.2.	Charakteristiky některých magnetických materiálů	213
14.	Řešení magnetických obvodů buzených stejnosměrným a střídavým proudem při zanedbání rozptylových magnetických toků	217
14.1.	Obvody bez vzduchové mezery (toroidy)	218
14.2.	Nerozvětvený magnetický obvod se vzduchovými mezerami a s různými průřezy jednotlivých úseků feromagnetika	219
14.3.	Rozvětvený magnetický obvod	223
15.	Určení magnetické vodivosti vzduchové mezery	227
15.1.	Určení magnetické vodivosti vzduchových cest s respektováním konečných rozměrů jádra	229
15.2.	Určení magnetické vodivosti výpočtem náhradních rozměrů pólu	236
15.3.	Určení magnetické vodivosti vzduchové mezery náhradou skutečného pole součtem několika polí jednoduchých průběhů	241
15.4.	Výpočet magnetické vodivosti vzduchové mezery obecnějšího tvaru	242
15.5.	Určení magnetické vodivosti vzduchové mezery graficky	245
16.	Výpočet magnetických obvodů s respektováním rozptylového magnetického toku	252
16.1.	Analytický výpočet magnetického obvodu tvaru válce a obvodu tvaru E	252
16.2.	Řešení magnetického obvodu tvaru U, buzeného stejnosměrným proudem, graficky	256
16.3.	Grafické řešení magnetického obvodu tvaru C, buzeného střídavým proudem, se soustředěným magnetomotorickým napětím	258
16.4.	Určení veličin F_b , Φ_o , Φ_{av} v magnetickém obvodu, buzeném střídavým proudem, při rozloženém magnetomotorickém napětí a s elektromagnetickým stíněním	260
16.5.	Analytické řešení magnetického obvodu metodou náhrady dvěma ekvivalentními obvody	261
V.	Elektromagnety a permanentní magnety	265
17.	Stejnoseměrné elektromagnety	265
17.1.	Pracovní cyklus elektromagnetu	267
17.2.	Přeměna energie, přitažlivá síla	268
17.3.	Práce vykonaná přitažlivou silou	273
17.4.	Základní charakteristiky a parametry elektromagnetů	274
18.	Polarizované elektromagnety	277
18.1.	Polarizované elektromagnety se sériovým magnetickým obvodem	279
18.2.	Polarizované elektromagnety s paralelním a můstkovým magnetickým obvodem	282
19.	Střídavé elektromagnety	285
19.1.	Rozbor činnosti střídavého elektromagnetu	287

19.2.	Práce a výkon střídavého elektromagnetu	289
19.3.	Přitažlivá síla elektromagnetu	292
19.4.	Porovnání stejnosměrných a střídavých elektromagnetů	297
20.	Doba zapnutí a vypnutí, dynamika elektromagnetů	298
20.1.	Časový průběh proudu během doby rozběhu po zapnutí elektromagnetu	300
20.2.	Přechodný jev při zapnutí elektromagnetu, odvození doby pohybu	302
20.3.	Doba vypnutí t_m'' při vypínání elektromagnetu	306
20.4.	Způsoby, jimiž lze dosáhnout zkrácení nebo prodloužení doby působení	309
21.	Permanentní magnety	313
21.1.	Charakteristiky magneticky tvrdých materiálů	313
21.2.	Materiály používané ke konstrukci permanentních magnetů	316
21.3.	Výpočet permanentních magnetů	319
21.4.	Výpočet permanentního magnetu pomocí fiktivního magnetomotorického napětí	322
VI.	Prvky bezkontaktních elektrických přístrojů	325
22.	Přesytka bez předmagnetizace a s předmagnetizací	32
22.1.	Přesytka bez předmagnetizace	327
22.2.	Přesytka s předmagnetizací, magnetický zesilovač	332
23.	Magnetické zesilovače s vlastním vnitřním buzením	346
23.1.	Úvod	346
23.2.	Princip funkce	346
23.3.	Dvojčinné zapojení s vlastním buzením	354
23.4.	Statické parametry dvojčinného zapojení	356
23.5.	Dvojčinný zesilovač s vlastním vnitřním buzením a malým vstupním odporem	358
23.6.	Odezva zesilovačů s vlastním vnitřním buzením	361
23.7.	Dynamická magnetizační charakteristika, průběh pracovní charakteristiky u skutečných zesilovačů	364
23.8.	Souvislost mezi zadanými technickými údaji zesilovače a parametry, z nichž se vychází při návrhu zesilovače	369
23.9.	Vliv různých činitelů na průběh pracovní a převodní charakteristiky	374
23.10.	Magnetické zesilovače s krátkou odezvou	378
24.	Zpětná vazba v magnetických zesilovačích	384
24.1.	Různé druhy zpětných vazeb	384
24.2.	Pevná zpětná vazba v magnetických zesilovačích	385
24.3.	Pevná zpětná vazba u zesilovače s vlastním vnitřním buzením	389
24.4.	Magnetický zesilovač jako relé	395
24.5.	Odezvy magnetického zesilovače pracujícího jako relé	397
25.	Návrh magnetických zesilovačů	403
25.1.	Magnetické materiály pro konstrukci jader přesytky	403
25.2.	Návrh magnetického zesilovače daného výkonu z hlediska největšího dovoleného oteplení	405
25.3.	Volba rozměrů jader magnetického zesilovače podle geometrického činitele a na základě dovoleného oteplení	409
25.4.	Postup výpočtu magnetického zesilovače při daném výkonu na základě maximálního dovoleného oteplení	415
25.5.	Návrh zesilovače pro požadovanou účinnost	420
25.6.	Návrh magnetického relé	422

26.	Polovodičové klopné obvody	423
26.1.	Tranzistorové obvody	423
26.2.	Klopný obvod s tyristory	446
27.	Logické členy	456
27.1.	Základní pojmy, kontaktní logické členy	456
27.2.	Logické členy vytvořené magnetickými bezkontaktními relé	460
27.3.	Logické členy magneticko-polovodičové	462
27.4.	Tranzistorové logické členy	475
VII.	Mechanické části přístrojů	479
28.	Mechanismy používané v konstrukci elektrických přístrojů	479
28.1.	Hlavní druhy mechanismů a požadavky na ně kladené	479
28.2.	Pohon	480
28.3.	Převody	491
28.4.	Akční členy	496
28.5.	Brzdy (tlumiče), mechanismy vyvolávající zpožděný účinek přístroje	497
29.	Kinematika a dynamika mechanismů elektrických přístrojů	506
29.1.	Příklad jednoduchého a složitého mechanismu	506
29.2.	Kinematika mechanismů	509
29.3.	Síly působící v mechanismech	512
29.4.	Dynamika mechanismů	520
Přílohy		524
Literatura		529
Rejstřík		534