

PŘEDMLUVA	11
1. ÚVOD	13
1.1. Elektrické stroje, účel a využití	13
1.2. Bezpečnost práce při obsluze a práci na elektrických strojích	13
1.2.1. Bezpečnostní předpisy pro práci na elektrických strojích	14
1.3. Principy působení elektrických strojů	15
1.3.1. Rozdělení elektrických strojů	18
1.3.2. Zásady kreslení fázorových diagramů	18
2. TRANSFORMÁTORY	21
2.1. Základní poznatky o transformátorech	21
2.1.1. Význam, použití a rozdělení transformátorů	21
2.1.2. Štítek transformátoru	22
2.1.3. Provedení jednofázového transformátoru	23
2.1.4. Provedení trojfázového transformátoru	23
2.1.5. Rozdělení transformátorů	24
2.2. Princip a působení transformátorů	28
2.2.1. Princip činnosti transformátoru	28
2.2.2. Velikost indukovaného napětí	29
2.2.3. Převod napětí	30
2.2.4. Přepočet výstupních veličin na vstupní stranu	30
2.3. Transformátor při chodu naprázdno	32
2.3.1. Magnetické toky	33
2.3.2. Proud naprázdno	34
2.3.3. Náhradní schéma	35
2.3.4. Fázorový diagram	36
2.3.5. Stanovení ztrát naprázdno výpočtem	36
2.3.6. Stanovení ztrát naprázdno měřením	36
2.3.7. Vliv ztrát naprázdno na hospodárnost a konstrukci transformátorů	37
2.4. Transformátor při zatížení	38
2.4.1. Magnetické toky transformátory	38
2.4.2. Úplné náhradní schéma	39
2.4.3. Fázorový diagram	40
2.4.4. Zjednodušené náhradní schéma a fázorový diagram	42
2.5. Transformátor při chodu nakrátko	43
2.5.1. Náhradní schéma a fázorový diagram	43
2.5.2. Napětí nakrátko a jeho složky	45

2.5.3.	Určení ztrát nakrátko výpočtem	46
2.5.4.	Určení ztrát nakrátko měřením	46
2.5.5.	Namáhání vinutí při zkratu	48
2.6.	Energetická bilance transformátoru	48
2.6.1.	Úbytek napětí	49
2.7.	Trojfázový transformátor	50
2.7.1.	Magnetický obvod	50
2.7.2.	Proud naprázdno	51
2.7.3.	Zapojování vinutí trojfázových transformátorů	51
2.7.4.	Schémat zapojení vinutí	54
2.7.5.	Přehled používaných spojení	57
2.8.	Paralelní chod transformátorů	62
2.8.1.	Hospodářský význam a podmínky spolupráce	62
2.8.2.	Rozdělení zatížení při paralelní spolupráci	63
2.8.3.	Ztráty při paralelní spolupráci transformátorů	66
2.9.	Účinnost transformátorů	67
2.10.	Řízení napětí transformátorů	68
2.10.1.	Skokové amplitudové řízení	68
2.10.2.	Plynulé amplitudové řízení	70
2.10.3.	Fázové a cyklové řízení	71
2.10.4.	Bezkontaktní spínače odboček	72
2.11.	Vliv magnetického obvodu na průběh magnetického proudu	74
2.11.1.	Magnetizace magnetického obvodu	74
2.11.2.	Přechodné jevy	75
2.12.	Transformátory s několika vinutími	75
2.12.1.	Použití a rozdělení	75
2.12.2.	Transformátory se třemi vinutími	75
2.13.	Speciální transformátory	77
2.13.1.	Autotransformátor	77
2.13.2.	Svařovací transformátor	78
2.13.3.	Pecové transformátory	79
2.13.4.	Usměrňovačové transformátory	79
2.13.5.	Přístrojové transformátory proudu a napětí	80
2.14.	Tlumivky, reaktory	82
2.14.1.	Tlumivky	82
2.14.2.	Reaktory	84
2.14.3.	Druhy tlumivek	84
2.15.	Oteplování a chlazení transformátorů	85
2.15.1.	Oteplení transformátoru	85
2.15.2.	Způsoby chlazení transformátorů	85
2.16.	Zkoušky elektrických strojů netočivých	88
2.16.1.	Druhy zkoušek transformátorů	88
2.17.	Konstrukce transformátorů	88
2.17.1.	Konstrukce magnetických obvodů transformátorů	90
2.17.2.	Konstrukce vinutí transformátorů	90

2.17.3.	Konstrukce nádoby a krytu transformátoru	92
2.17.4.	Příslušenství transformátoru	92
2.18.	Vývoj a stav výroby transformátorů	94
2.18.1.	Výroba transformátorů v ČSSR	94
2.18.2.	Perspektivní materiály pro výrobu transformátorů	94
2.18.3.	Nové směry při návrhu a konstrukci transformátorů	95
2.19.	Příklad návrhu transformátoru	95
2.19.1.	Návrh jednofázového transformátoru	95
3.	INDUKČNÍ STROJE	108
3.1.	Rozdělení a použití indukčních strojů	108
3.1.1.	Konstrukce trojfázového indukčního motoru nakrátko	110
3.1.2.	Konstrukce kroužkového motoru	113
3.2.	Magnetický obvod indukčního motoru	117
3.3.	Trojfázová vinutí	119
3.3.1.	Základní pojmy a vztahy	119
3.3.2.	Návrh střídavých vinutí	123
3.4.	Činnost indukčního motoru	148
3.4.1.	Točivé magnetické pole, synchronní otáčky	148
3.4.2.	Napětí indukované ve vinutí	152
3.4.3.	Tažná síla, skluz	154
3.4.4.	Otáčky rotoru	155
3.5.	Chod naprázdno	156
3.5.1.	Náhradní schéma	157
3.5.2.	Fázorový diagram	157
3.6.	Chod nakrátko	158
3.6.1.	Náhradní schéma	159
3.6.2.	Fázorový diagram	159
3.6.3.	Proud nakrátko, záběrný moment	159
3.7.	• Chod při zatížení	161
3.7.1.	Náhradní schéma	162
3.7.2.	Fázorový diagram	164
3.7.3.	Moment indukčního motoru	165
3.8.	Rozdělení ztrát indukčního motoru	169
3.8.1.	Účinnost motoru	170
3.9.	Kružnicový diagram indukčního motoru	173
3.9.1.	Konstrukce kružnicového diagramu	175
3.9.2.	Čtení hodnot z kružnicového diagramu	177
3.9.3.	Indukční generátor	178
3.9.4.	Indukční brzda	180
3.10.	Spouštění indukčních motorů	181
3.10.1.	Spouštění indukčních motorů nakrátko	182
3.10.2.	Spouštění kroužkového motoru	192
3.11.	Řízení otáček indukčních motorů	196
3.12.	Jednofázový indukční motor	209

3.12.1.	Činnost motoru	209
3.12.2.	Zapojení, momentová charakteristika	209
3.13.	Provedení indukčních motorů	212
3.13.1.	Postup při návrhu indukčního motoru	215
3.14.	Vývoj a současný stav indukčních motorů	216
3.15.	Cvičení	219
3.15.1.	Návrh kružnicového diagramu indukčního motoru	219
3.15.2.	Výpočet základních veličin indukčního motoru	222
4.	SYNCHRONNÍ STROJE	223
4.1.	Konstrukce a působení synchronního stroje	223
4.1.1.	Použití synchronního stroje	223
4.1.2.	Působení synchronního stroje	224
4.1.3.	Konstrukce a druhy synchronních strojů	226
4.2.	Magnetický obvod synchronního stroje	232
4.3.	Napětí indukované ve vinutí	234
4.4.	Chod naprázdno synchronního stroje	234
4.5.	Synchronní stroj při zatížení	236
4.5.1.	Reakce kotvy	236
4.5.2.	Fázorový diagram zatíženého stroje	237
4.5.3.	Náhradní schéma zatíženého synchronního stroje	240
4.5.4.	Zjednodušené náhradní schéma a fázorové diagramy	242
4.5.5.	Synchronní stroj při konstantním činném výkonu	249
4.5.6.	Synchronní stroj při konstantním budícím proudu	252
4.6.	Chod nakrátko	254
4.6.1.	Průběh a účinky zkratových proudů	254
4.7.	Moment synchronního stroje	258
4.7.1.	Moment stroje s hladkým rotorem	258
4.7.2.	Moment stroje s vyjádřenými póly	261
4.8.	Řízení napětí	263
4.8.1.	Řízení napětí budičem	263
4.8.2.	Buzení synchronních strojů s neřízenými a řízenými usměrňovači	266
4.9.	Provoz alternátoru	269
4.9.1.	Provoz samostatně pracujícího alternátoru	269
4.9.2.	Paralelní spolupráce synchronních strojů	270
4.10.	Synchronní motor	274
4.11.	Řízení otáček synchronních motorů	280
4.12.	Provedení synchronních strojů	286
4.12.1.	Stroje s vyjádřenými póly	286
4.12.2.	Stroje s hladkým rotorem – turboalternátory	290
4.12.3.	Chlazení synchronních strojů	293
4.12.4.	Vliv provozu synchronních strojů na životní prostředí	297
4.13.	Cvičení	298
4.13.1.	Zajištění provozních stavů synchronního stroje	298

5.	SPECIÁLNÍ STROJE NA STŘÍDAVÝ PROUD	307
5.1.	Lineární motory	307
5.2.	Indukční generátor	309
5.3.	Indukční motory s netradičními magnetickými obvody	310
5.4.	Selsyny	311
5.5.	Krokové motorky	312
5.6.	Synchronní stroje se stálými magnety	314
5.7.	Jednofázové synchronní motory	315
5.8.	Středofrekvenční alternátory	317
5.9.	Drápkový alternátor	319
5.10.	Perspektivy vývoje speciálních strojů	321
6.	STEJNOSMĚRNÉ STROJE.	322
6.1.	Popis konstrukce	322
6.2.	Magnetický obvod stejnosměrného stroje	325
6.3.	Vinutí stejnosměrných strojů	327
6.3.1.	Rozdělení stejnosměrných vinutí	327
6.3.2.	Základní pojmy	330
6.3.3.	Zásady konstrukce smyčkového (paralelního) vinutí	331
6.3.4.	Návrh smyčkového vinutí (cvičení)	333
6.3.5.	Zásady konstrukce vlnového (sériového) vinutí	336
6.3.6.	Návrh vlnového vinutí (cvičení)	338
6.4.	Princip činnosti dynama, působení komutátoru	341
6.5.	Princip činnosti stejnosměrného motoru, funkce komutátoru	343
6.6.	Komutace a její zlepšení	345
6.7.	Indukované napětí, chod naprázdno	350
6.8.	Zatížený stejnosměrný stroj	352
6.8.1.	Vznik reakce kotvy	352
6.8.2.	Kompenzace reakce kotvy	354
6.9.	Rozdělení stejnosměrných strojů	356
6.9.1.	Rozdělení podle druhu buzení	356
6.9.2.	Používané značky a schémata	357
6.10.	Provozní vlastnosti dynam	360
6.10.1.	Dynamo s cizím buzením	361
6.10.2.	Dynamo s paralelním buzením	362
6.10.3.	Dynamo se sériovým buzením	365
6.10.4.	Dynamo s kompaundním buzením	367
6.11.	Tažná síla, moment a otáčky stejnosměrných motorů	368
6.12.	Provozní vlastnosti stejnosměrných strojů	371
6.12.1.	Motor s cizím buzením	371
6.12.2.	Motor s paralelním buzením	371
6.12.3.	Motor se sériovým buzením	377
6.12.4.	Motor s kompaundním buzením	379
6.13.	Řízení otáček	380
6.13.1.	Leonardova skupina	380

6.13.2.	Využití řízených usměrňovačů	382
6.14.	Provedení stejnosměrných strojů	390
6.14.1.	Konstrukční detaily	390
6.14.2.	Postup při návrhu stejnosměrného stroje	392
6.15.	Současný stav výroby a směry vývoje stejnosměrných strojů	396
7.	KOMUTÁTOROVÉ MOTORY NA STŘÍDAVÝ PROUD	405
7.1.	Účel, význam a rozdělení komutátorových motorů na střídavý proud	405
7.1.1.	Napětí indukované ve střídavém magnetickém poli	405
7.1.2.	Komutace	407
7.1.3.	Tažná síla a moment vznikající ve střídavém magnetickém poli	408
7.2.	Jednofázové komutátorové motory	410
7.2.1.	Provedení, vlastnosti	411
7.2.2.	Univerzální motor	411
7.3.	Trojfázové komutátorové motory	415
7.3.1.	Derivační motor napájený do statoru	415
7.3.2.	Derivační motor napájený do rotoru	417
7.3.3.	Použití komutátorových motorů a možnosti jejich náhrady	419