

OBSAH

1. MECHANIKA POHONŮ	13
1.1. Základní jednotky a vztahy	13
1.2. Kinematika pohonu	15
1.3. Statické zatížení	18
1.3.1. Stroje se stálým momentem ($p = 0$)	18
1.3.2. Moment úměrný rychlosti ($p = 1$)	18
1.3.3. Moment rostoucí s mocninou ($p > 1$)	16
1.3.4. Moment rostoucí s mocnitelem ($p = -1$)	20
1.3.5. Obecné případy momentového zatížení	20
1.3.6. Převod zatížení na osu motoru	20
1.4. Dynamické vlivy setrvačných hmot	21
1.4.1. Translační a rotační hmoty	21
1.4.2. Zrychlující a zpomalující momenty	22
1.4.3. Momentová rovnováha — rovnice pohybu	24
1.5. Vzájemné působení momentů setrvačnosti	25
1.5.1. Náhlé odlehčení soustavy	26
1.5.2. Namáhání při zkratové poruše	29
1.6. Statická a dynamická stabilita	31
1.6.1. Statická stabilita	31
1.6.2. Dynamická stabilita	32
1.7. Charakteristické skupiny poháněných strojů	34
1.7.1. Strojní zařízení běžící trvale	34
1.7.2. Stroje s častým rozběhem a zastavováním	35
1.7.3. Stroje s vratným chodem	35
1.7.4. Spojitá (kontinuální) výrobní zařízení	36
1.7.5. Velké odstředivé stroje	37
Příklady	38
2. VLASTNOSTI ELEKTRICKÝCH STROJŮ A SKUPIN	42
2.1. Charakteristiky stejnosměrných strojů	43
2.1.1. Stejnosměrné sériové motory	46
2.1.2. Motory derivační a cize buzené.	54
2.1.3. Stejnosměrné stroje se smíšeným buzením	63
2.1.4. Dynamické vlastnosti a přenos stejnosměrných strojů	66
2.2. Charakteristiky indukčních asynchronních motorů	76
2.2.1. Indukční motor s kotvou nakrátko — označení K	80
2.2.2. Indukční motor s kroužkovou kotvou	84
2.2.3. Brzdění a reverzace — teplota v rotorovém obvodu	88

2.2.4.	Vliv nesouměrného napětí a vyšších harmonických	94
2.2.5.	Kmitočtové řízení	94
2.2.6.	Elektrický hřidel	96
2.2.7.	Jednofázový a dvoufázový motor	99
2.3.	Synchronní motory	99
2.3.1.	Rozběh motoru a brzdění	101
2.3.2.	Statická a dynamická stabilita	104
2.3.3.	Reakční a synchronované motory	106
2.4.	Trojfázové komutátorové derivační motory	107
2.4.1.	Motor napájený do statoru — WE	108
2.4.2.	Motory napájené do rotoru — Schrage	112
2.5.	Točivé zesilovače	114
2.5.1.	Zesilovač s příčným polem	114
2.5.2.	Rototrol — derivační a sériový	115
2.5.3.	Regulační vlastnosti zesilovačů	116
2.5.4.	Princip zrychleného buzení strojů	118
2.6.	Magnetické zesilovače	122
2.6.1.	Jednofázové magnetické zesilovače	123
2.7.	Skupiny strojů používané v pohonech	124
2.7.1.	Motorgenerátory na stejnosměrný proud	125
2.7.2.	Leonardova skupina	125
2.7.3.	Točivé měniče na střídavý proud	129
2.7.4.	Několikamotorové skupiny synchronizovaných regulačních pohonů	131
2.7.5.	Kaskádní pohony	136
	Příklady	143
3.	STATICKÉ MĚNIČE	146
3.1.	Všeobecně o statických měničích	146
3.1.1.	Měniče pro plynulé řízení stejnosměrných motorů	146
3.1.2.	Měniče pro řízení střídavých motorů	147
3.1.3.	Statické a dynamické vlastnosti měničů	148
3.2.	Ventily — základní prvky měničů	149
3.2.1.	Obecné vlastnosti ventilů	149
3.2.2.	Druhy neřiditelných ventilů	151
3.2.3.	Rtuťové a výbojkové řiditelné ventily	154
3.2.4.	Polovodičové tyristorové součástky	155
3.2.5.	Spínací vlastnosti tyristorů	157
3.2.6.	Zatížitelnost tyristorů	158
3.2.7.	Paralelní a sériové řazení tyristorů	160
3.3.	Usměrňovače a střídače s vnějším vedením komutace	161
3.3.1.	Základní vlastnosti a spojení měničů	161
3.3.2.	Souměrná spojení usměrňovačů	164
3.3.3.	Komutace a komutační úbytek	170
3.3.4.	Střídačový provoz	172
3.3.5.	Řídicí obvody	174
3.3.6.	Činitel výkonu	175
3.3.7.	Nesouměrná spojení	178
3.3.8.	Měnič jako prvek v regulačním obvodu	179

3.4.	Použití měničů s vnějším vedením komutace	181
3.4.1.	Napájení budicích vinutí	182
3.4.2.	Napájení kotev stejnosměrných motorů.	183
3.4.3.	Stejnoseměrný pohon nereverzační	188
3.4.4.	Stejnoseměrné pohony reverzační	160
3.4.5.	Ventilová kaskáda	196
3.4.6.	Přímý střídavý měnič — cyklokonvertor	200
3.4.7.	Ventilový motor.	201
3.5.	Střídavé bezkontaktní spínače a jejich použití	203
3.5.1.	Jednofázové spínače	204
3.5.2.	Řízení jednofázových motorů napětím.	206
3.5.3.	Trojfázové spínače	207
3.5.4.	Řízení trojfázových motorů	208
3.6.	Stejnoseměrné měniče a jejich použití	209
3.6.1.	Stejnoseměrný spínač a pulsní měnič	210
3.6.2.	Komutace a komutační obvody	213
3.6.3.	Řízení a řídicí obvody	216
3.6.4.	Napájení stejnosměrných motorů pulsními měniči	218
3.6.5.	Odporové řízení motorů.	320
3.7.	Střídače s vlastním vedením komutace	223
3.7.1.	Jednofázové a trojfázové střídače	224
3.7.2.	Napájení odporově indukční zátěže.	226
3.7.3.	Komutace	228
3.7.4.	Řízení velikosti a tvaru křivky napětí	230
3.7.5.	Kmitočtové řízení motorů.	231
	Příklady	234
4.	OVLÁDACÍ OBVODY	238
4.1.	Kontaktní a bezkontaktní prvky.	238
4.1.1.	Spínací prvky a obvody	238
4.1.2.	Kontaktní přístroje v hlavních a ovládacích obvodech	240
4.1.3.	Časová relé a kontaktní čidla	242
4.1.4.	Bezkontaktní spínače v ovládacích obvodech	244
4.2.	Základy spínací algebry	245
4.2.1.	Základní funkce a spojení obvodů	245
4.2.2.	Zákony platné ve spínací algebře.	249
4.2.3.	Některá pravidla spínací algebry.	252
4.3.	Kombinační obvody	253
4.3.1.	Popis činnosti kombinačních obvodů s jedním výstupem	253
4.3.2.	Kombinační obvod s několika výstupy	257
4.3.3.	Analýza kombinačních obvodů	257
4.3.4.	Syntéza kombinačních obvodů	259
4.4.	Sekvenční obvody	261
4.4.1.	Princip sekvenčních obvodů.	262
4.4.2.	Popis činnosti sekvenčních obvodů.	263
4.4.3.	Analýza sekvenčních obvodů	265
4.4.4.	Analýza sekvenčních obvodů s časovými relé	267
4.4.5.	Analýza sekvenčních obvodů s kontaktními čidly	269

4.4.6.	Syntéza sekvenčních obvodů	270
4.5.	Příklady ovládacích obvodů.	274
4.5.1.	Asynchronní motory s kotvou nakrátko.	275
4.5.2.	Asynchronní motory s kotvou kroužkovou	290
4.5.3.	Synchronní motory	295
4.5.4.	Bezeslovný záznam činnosti ovládacích obvodů	299
	Příklady	302
5.	REGULACE A AUTOMATIZACE ELEKTRICKÉHO POHONU	305
5.1.	Úvod.	305
5.2.	Metody řešení regulačních obvodů	307
5.2.1.	Lineární a nelineární soustavy	307
5.2.2.	Spojité Laplaceova transformace a vyjádření soustavy prostřednictvím blokového schématu s příslušnými přenosovými funkcemi.	309
5.2.3.	Syntéza lineárních regulačních obvodů	315
5.2.4.	Optimální regulovaná soustava z dynamického hlediska.	323
5.2.5.	Nespojité regulační obvody	330
5.3.	Hlavní části regulačního obvodu.	333
5.3.1.	Stejnoseměrný zesilovač jako základní prostředek pro realizaci analogových regulačních obvodů	333
5.3.2.	Obvody pro nelineární úpravu signálového napětí	336
5.3.3.	Převodníky regulovaných veličin na signálové napětí	338
5.3.4.	Řiditelné zdroje pro napájení stejnosměrného motoru.	348
5.3.5.	Blokové schéma stejnosměrného motoru	351
5.4.	Regulace proudu kotvy motoru	354
5.4.1.	Vliv uspořádání výkonové části na proudový regulační obvod	354
5.4.2.	Dynamické vlastnosti proudového regulačního obvodu	356
5.4.3.	Omezení strmosti čela proudové odezvy.	361
5.5.	Regulace rychlosti	362
5.5.1.	Základní uspořádání regulačního obvodu	362
5.5.2.	Výpočet odezvy rychlostního regulačního obvodu	363
5.5.3.	Vztah mezi zesílením v proudovém a rychlostním regulačním obvodu	368
5.5.4.	Potřebná rychlost změny svorkového napětí měniče (motoru) při velkém zátěžném momentu	369
5.5.5.	Příklad regulace navíječky při válcování pásů za studena	370
5.6.	Regulace polohy.	373
5.6.1.	Optimalizovaná struktura regulátoru polohy	373
5.6.2.	Vliv zatížení na regulační pochod	376
5.6.3.	Příklad pohonu letných nůžek ve válcovnách	377
5.6.4.	Některé důvody pro zavedení číslicového způsobu vyhodnocení polohové regulační odezvy.	378
5.6.5.	Základní struktura číslicové regulace rychlosti a polohy.	379
5.6.6.	Kódování číslicově vyjádřených řídicích veličin	383
5.6.7.	Funkční bloky číslicových regulačních obvodů.	387
5.6.8.	Příklad regulace pohonu letných nůžek s využitím číslicových funkčních bloků.	393
5.7.	Elektrický pohon a zařízení pro automatické řízení výrobního procesu	399
5.7.1.	Programování jako jeden ze způsobů vytváření řídicí veličiny regulátoru	399

5.7.2.	Číslicové řízení obráběcích strojů	400
5.7.3.	Příklad použití samočinného počítače pro dělení vývalku „beze zbytku“	401
	Příklady	403
6.	MODELOVÉ ŘEŠENÍ ELEKTRICKÝCH POHONŮ	405
6.1.	Úvod a způsoby modelování	405
6.2.	Počítací jednotky analogového počítače	406
6.2.1.	Počítací zesilovač	406
6.2.2.	Invertor a sumátor	407
6.2.3.	Integrátor	409
6.2.4.	Obecné lineární počítací jednotky	409
6.2.5.	Diodové omezovače	411
6.2.6.	Diodové funkční měniče	414
6.2.7.	Násobičky a děličky	414
6.3.	Sestavení počítací sítě na analogovém počítači	415
6.3.1.	Řešení lineárních diferenciálních rovnic	415
6.3.2.	Modelování přenosových funkcí	416
6.3.3.	Konstanty zobrazení veličin	416
6.4.	Analogové modely elektrických strojů	418
6.4.1.	Analogový model dynamy	418
6.4.2.	Analogový model nelineárního točivého zesilovače	420
6.4.3.	Analogový model stejnosměrného motoru s konstantním cizím buzením	425
6.4.4.	Stejnoseměrný motor s proměnným buzením	427
6.4.5.	Analogový model asynchronního motoru	428
6.5.	Analogové modely uzavřeného regulačního obvodu pohonů	438
6.5.1.	Lineární model regulace úhlové rychlosti stejnosměrného motoru v Leonardově zapojení	438
6.5.2.	Analogový model samočinné regulace otáček stejnosměrného motoru působením na jeho buzení	411
6.5.3.	Regulační pohon s nasycením zesilovače	443
6.5.4.	Servopohon s vůlí v převodech	448
6.5.5.	Třípolohový regulátor pohonu	452
6.5.6.	Optimalizace pohonu proměnným tlumením	454
6.6.	Kombinované analogové modely	460
6.6.1.	Analogový model samočinné regulace rychlosti asynchronního motoru	461
7.	NAVRHOVÁNÍ POHONŮ A UKÁZKY PROVEDENÝCH POHONŮ	471
7.1.	Energetika pohonu	471
7.1.1.	Ztráty a jmenovitá účinnost v ustáleném stavu	472
7.1.2.	Předběžná volba pohonu	476
7.2.	Dimenzování pohonu a příslušenství	478
7.2.1.	Obecné oteplovací podmínky	479
7.2.2.	Druhy zatížení — metoda ekvivalentního momentu	482
7.2.3.	Vliv větrání na dimenzování motorů	487
7.2.4.	Vyrovnávání zatížení sítě akumulací mechanické energie	490
7.2.5.	Ilgnerův měnič	495
7.2.6.	Dimenzování usměrňovačů pro pohony	496

7.2.7. Dimenzování odporů a tlumivek	497
7.2.8. Vliv zvýšené teploty okolí a nadmořské výšky.	501
7.3. Jištění elektrických pohonů	502
7.3.1. Obecné důvody k jištění elektrických pohonů	503
7.3.2. Jističí přístroje u střídavých strojů.	504
7.3.3. Jističí prostředky pro stejnosměrné motory	508
7.3.4. Jištění střídačů kmitočtově řízených pohonů.	512
7.4. Dispozice elektrických pohonů	512
7.4.1. Pohony složité a o velkém výkonu	512
7.4.2. Rozvodné a spínací zařízení	514
7.4.3. Měření a signalizace	515
7.4.4. Dokumentace pohonu	516
7.5. Volba elektrického pohonu	517
7.5.1. Odstředivé stroje.	518
7.5.2. Pístové stroje	518
7.5.3. Obráběcí stroje	519
7.5.4. Transportní stroje	525
7.5.5. Elektrické pohony v hutích	527
7.5.6. Pohony v chemickém průmyslu	538
7.5.7. Stavební stroje — terénní doprava	544
7.5.8. Důlní stroje.	546
Příklady	548
LITERATURA.	551
REJSTRÍK	555