

OBSAH

	SEZNAM OZNAČENÍ VELIČIN	11
1.	ÚVODNÍ STATI O ELEKTRICKÉM POHONU	19
1.1.	Elektrický pohon – definice	19
1.2.	Poháněcí motory a pracovní stroje	20
1.3.	Mechanika elektrického pohonu	21
1.3.1.	Kinematika, rychlostní diagram	22
1.3.2.	Momentová rovnováha v ustáleném stavu	24
1.3.3.	Pohybová rovnice	24
1.3.4.	Využití setrvačnosti	27
1.4.	Interakce poháněcího stroje a poháněného zařízení	30
1.4.1.	Proměnné cyklické zatížení	30
1.4.2.	Pružné spojení motoru a poháněného stroje, tzv. problém dvou hmot	31
1.4.3.	Pružné spojení, tzv. problém více hmot	32
1.4.4.	Pružné spojení motoru a poháněného stroje s vůlí	32
1.5.	Energetika elektrického pohonu	33
1.5.1.	Ztráty a účinnost v ustáleném stavu	34
1.5.2.	Ztráty energie při změnách rychlosti	35
2.	ČÁST ELEKTRICKÉHO POHONU PRO PŘEMĚNU ENERGIE	38
2.1.	Výkonová část pohonů se stejnosměrnými motory	38
2.1.1.	Druhy a vlastnosti stejnosměrných strojů	38
2.1.2.	Způsoby řízení stejnosměrných motorů	44
2.1.3.	Měniče pro řízení motorů	48
2.1.4.	Struktury výkonové části	60
2.2.	Výkonová část pohonů s indukčními motory	68
2.2.1.	Matematické modely	68
2.2.2.	Vlastnosti v ustálených stavech	71
2.2.3.	Vlastnosti při přechodných dějích	75
2.2.4.	Možnosti řízení	76
2.2.5.	Polovodičové měniče	79
2.2.6.	Řízení kmitočtu statorového napětí	85
2.2.7.	Řízení v kaskádě	88
2.2.8.	Řízení odporem v obvodu kotvy	92
2.2.9.	Řízení statorovým napětím	94
2.3.	Synchronní motory a jejich vlastnosti	96
2.3.1.	Matematické modely	97
2.3.2.	Synchronní motor v ustáleném stavu	99
2.3.3.	Vlastnosti při přechodných dějích	101
2.3.4.	Budicí soustavy motorů, speciální motory synchronního typu	106

2.3.5.	Motor s tyristorovým měničem	107
2.4.	Komutátorové motory na střídavý proud	110
2.4.1.	Jednofázové komutátorové motory (sériové, univerzální)	110
2.4.2.	Trojfázové komutátorové motory	112
2.5.	Výkonová část průmyslových pohonů s lineárními motory	117
2.5.1.	Základní souvislosti	117
2.5.2.	Výkonové jednotky s kmitavým pohybem	118
2.5.3.	Výkonové jednotky s postupným pohybem	121
2.6.	Další zařízení ve výkonové části elektrického pohonu	132
2.6.1.	Spojky	132
2.6.2.	Brzdy	138
2.6.3.	Odporníky a spouštěče	138
2.6.4.	Spouštěcí reaktory a autotransformátory	143
2.6.5.	Spínací kontaktní přístroje ve výkonových obvodech	145
3.	PŘÍSTROJE A ZAŘÍZENÍ PRO VYTVÁŘENÍ, PŘENOS, ZPRACOVÁNÍ A INDIKACI SIGNÁLOVÝCH VELIČIN	148
3.1.	Druhy signálových veličin	148
3.2.	Analogové signálové veličiny	148
3.2.1.	Vytváření řídicích signálových veličin	149
3.2.2.	Zesilování a dynamická úprava signálových veličin	152
3.2.3.	Nelineární úprava signálových veličin	162
3.2.4.	Převodníky	164
3.2.5.	Univerzální systémy funkčních bloků	165
3.3.	Kontaktní přístroje pro dvouhodnotové signálové veličiny	166
3.3.1.	Elektrická kontaktní relé	167
3.3.2.	Kontaktní přístroje pro styk s obsluhou	171
3.3.3.	Kontaktní čidla	172
3.4.	Polovodičové součástky a obvody pro zpracování dvouhodnotových signálových veličin	172
3.4.1.	Dvouhodnotové signálové veličiny	172
3.4.2.	Bezkontaktní logické členy a systémy	173
3.4.3.	Základní logické operace a součástky pro jejich zpracování	175
3.4.4.	Další logické obvody	179
3.4.5.	Prostředky pro přenos signálů a převodníky signálových veličin	182
3.4.6.	Univerzální systémy funkčních bloků	183
3.5.	Kódované signálové veličiny a prostředky pro jejich zpracování	185
3.5.1.	Kódování dvouhodnotových signálů	185
3.5.2.	Zařízení pro dočasný záznam informace	186
3.5.3.	Zařízení s trvalým záznamem informace	188
3.5.4.	Indikační a protokolovací zařízení	189
3.6.	Malé elektrické stroje	190
3.6.1.	Servomotory	190
3.6.2.	Krokové motory	191
3.6.3.	Stroje pro indikaci a přenos polohy	194

4.	JEDNOMOTOROVÉ POHONY S ŘÍZENÍM LOGICKÉHO TYPU	197
4.1.	Prostředky pro analýzu a syntézu ovládacích obvodů	197
4.1.1.	Kombinační obvody	199
4.1.2.	Sekvenční logické obvody	200
4.2.	Principy logického řízení motorů	202
4.3.	Typické dílčí ovládací obvody	204
4.4.	Řízení indukčních motorů s kotvou nakrátko	209
4.5.	Řízení indukčních motorů s kroužkovou kotvou	211
4.6.	Řízení synchronních motorů	216
4.7.	Řízení pohonů se stejnosměrným motorem a tyristorovým měničem	218
5.	REGULAČNÍ POHONY (POHONY S ŘÍZENÍM REGULAČNÍHO TYPU)	221
5.1.	Základní pojmy regulace elektrických pohonů	221
5.2.	Přehled metod analýzy a syntézy	225
5.2.1.	Metody řešení lineárních spojitých obvodů	225
5.2.2.	Metody návrhu lineárních číslicových systémů	246
5.2.3.	Metody řešení nelineárních obvodů	253
5.2.4.	Využití výpočetní techniky pro syntézu regulačních pohonů	267
5.3.	Regulace proudu	271
5.3.1.	Regulace proudu kotvy motoru	271
5.3.2.	Převodníky proudu	273
5.3.3.	Struktury regulace proudu stejnosměrného pohonu	275
5.3.4.	Syntéza proudové smyčky	278
5.3.5.	Návrh filtrační tlumivky	280
5.4.	Pohon s regulací rychlosti analogovými prostředky	281
5.4.1.	Regulace rychlosti	281
5.4.2.	Převodníky rychlosti	282
5.4.3.	Struktury regulačních obvodů se stejnosměrnými motory	284
5.4.4.	Struktury regulačních obvodů s indukčními motory	291
5.4.5.	Struktury regulačních obvodů se synchronními motory	301
5.4.6.	Způsoby matematického popisu rychlostních regulačních obvodů	306
5.4.7.	Syntéza regulátoru rychlosti vybraných pohonů	307
5.4.8.	Zhodnocení vlivu parazitních signálů a nespojitě činnosti tyristorových měničů na činnost rychlostního regulačního obvodu	314
5.5.	Pohon s regulací rychlosti číslicovými prostředky	315
5.5.1.	Regulační obvody s porovnáním čísel	316
5.5.2.	Kmitočtové číslicová regulace rychlosti	319
5.6.	Pohon s regulací polohy	323
5.6.1.	Regulace polohy	323
5.6.2.	Suboptimální systémy, u nichž je motor napájen z říditelného zdroje napětí	333
5.6.3.	Suboptimální systémy, u nichž je motor napájen z říditelného zdroje proudu	342
5.6.4.	Prostředky pro odměřování polohy (úhlu natočení)	344
5.6.5.	Některé číslicové struktury řízení polohy	348

5.6.6.	Soustava s korekcí řízení komutace dynamického momentu prostřednictvím počítače	352
5.6.7.	Regulace polohy u pohonů s motory na střídavý proud	354
5.7.	Adaptivní regulace elektrických pohonů	355
5.7.1.	Základní pojmy	355
5.7.2.	Struktury adaptivních regulací	357
5.7.3.	Identifikace parametrů soustavy	359
5.7.4.	Adaptivní regulace proudu	362
5.7.5.	Adaptivní regulace rychlosti	365
5.7.6.	Adaptivní regulace polohy	369
5.8.	Regulace budicího proudu synchronního motoru	370
5.8.1.	Obecné problémy automatické regulace buzení	370
5.8.2.	Převodníky v budicích soustavách	372
5.8.3.	Přímé – kompaundační systémy	374
5.8.4.	Automatická regulace jalového výkonu a napětí	375
6.	DVOJMOTOROVÉ A MNOHOMOTOROVÉ POHONY	379
6.1.	Mnohomotorové pohony a jejich nasazení v automatizovaných soustavách	379
6.2.	Pohony s tuhou mechanickou vazbou	381
6.2.1.	Dvojmotorový pohon s tuhou mechanickou vazbou	381
6.2.2.	Mnohomotorový pohon s tuhou mechanickou vazbou	385
6.2.3.	Vyrovnavání zatížení mnohomotorových pohonů	387
6.3.	Mnohomotorový pohon s elektrickou vazbou	390
6.3.1.	Elektrický hřídel	391
6.3.2.	Elektrický hřídel se synchronními stroji	397
6.3.3.	Regulační mnohomotorový pohon se stejnosměrnými stroji	397
6.3.4.	Regulační mnohomotorový pohon s asynchronními motory	398
6.3.5.	Mnohomotorový pohon s fázovou regulací	399
6.3.6.	Mnohomotorové pohony s rychlostní synchronizací	401
6.4.	Mnohomotorový pohon s poddajnou mechanickou vazbou	402
6.4.1.	Mnohomotorové pohony mechanicky vázané pružným hřídelem nebo pružnou konstrukcí	402
6.4.2.	Mnohomotorové pohony s pružnou mechanickou vazbou pásem	407
6.4.3.	Reverzační mnohomotorové pohony s plastickou mechanickou vazbou	423
6.4.4.	Nereverzní mnohomotorové pohony s plastickou mechanickou vazbou	425
6.5.	Pevné a programovatelné řízení pohonů v soustavách většího měřítka	431
6.5.1.	Logické sítě s pevnou strukturou	431
6.5.2.	Logické sítě s proměnnou strukturou	432
6.5.3.	Programovatelné struktury s logickými procesory	434
6.5.4.	Mikroprocesory	436
6.5.5.	Řídící počítače	440
6.5.6.	Použití programovatelných systémů v elektrických pohonech	444
7.	PROJEKTOVÁNÍ ELEKTRICKÝCH POHONŮ	447
7.1.	Volba druhu elektrického pohonu	447

7.1.1.	Plediska pro volbu elektrického pohonu	447
7.1.2.	Volba druhu motoru	453
7.1.3.	Volba druhu měniče	467
7.1.4.	Výběr druhu řízení	468
7.2.	Elektrotechnické výkresy a schémata	469
7.2.1.	Druhy elektrotechnických výkresů	469
7.2.2.	Elektrotechnická schémata	472
7.2.3.	Značky pro elektrotechnická schémata	476
7.2.4.	Označování elektrických předmětů a zařízení	477
7.2.5.	Označování spojů	478
7.3.	Dimenzování výkonových částí elektrického pohonu	480
7.3.1.	Určení typové velikosti motoru s ohledem na délku jeho života	480
7.3.2.	Určení typové velikosti motoru s ohledem na momentovou přetížitelnost	488
7.3.3.	Dimenzování tyristorových měničů	489
7.3.4.	Vyšší harmonické a jalový výkon měničů; připojování měničů na síť	500
7.3.5.	Provádění kabeláže s ohledem na zamezení přenosu rušení do obvodů pro přenos signálu	510
7.4.	Pohon s převodem	511
7.4.1.	Druhy převodů a jejich vlastnosti	511
7.4.2.	Volba převodu z hlediska dynamiky pohonu	515
7.5.	Jištění elektrických pohonů	516
7.5.1.	Filozofie jištění elektrických pohonů	516
7.5.2.	Zkraty	519
7.5.3.	Přístroje pro jištění elektrických pohonů	526
7.5.4.	Jištění výkonových obvodů pohonů s řízením logického typu napájených ze sítě nn	536
7.5.5.	Jištění výkonových obvodů trojfázových motorů na vysoké napětí	542
7.5.6.	Jištění výkonových obvodů regulačních pohonů s tyristorovými měniči	545
7.6.	Spolehlivost elektrických pohonů	550
7.6.1.	Ukazatelé spolehlivosti	550
7.6.2.	Plánování spolehlivosti	552
7.6.3.	Zajištění spolehlivosti ve výrobě	552
	LITERATURA A NORMY	553
	REJSTŘÍK	573

Jednotlivé články zpracovali autoři takto:

- Ing. Vladislav Anderle, CSc. (5.6)
Doc. Ing. Vlastimil Bureš, CSc. (7.4)
Doc. Ing. Miroslav Černý, CSc. (5.1 až 5.3, 5.5, 5.7)
Ing. Karel Dirnhofer (7.2)
Ing. Jiří Fiedler, CSc. (7.1)
Ing. Jiří Horák (2.6)
Ing. Karel Kreyza, CSc. (5.1 až 5.3, 5.7, 6.5)
Ing. Josef Kříž (3.3)
Doc. Ing. Lumír Kule, CSc. (1.1 až 1.5, 2.1, 2.3, 2.4, 4.1 až 4.7, 5.8)
Ing. Pavel Legát (6.5)
Ing. Zdeněk Mráz, CSc. (6.1 až 6.4)
Ing. Václav Němeček (3.5)
Ing. Michael Novotný (6.5)
Ing. Jiří Procházka (3.1, 3.2, 3.4)
Ing. Ota Roubíček, CSc. (2.5)
Doc. Ing. Jaroslav Šubrt, CSc. (5.1 až 5.3, 5.7)
Ing. Josef Tarant (7.3 až 7.6)
Ing. František Vondrášek, CSc. (2.2)
Ing. Zdeněk Zedník (3.6)
Ing. Karel Zeman, CSc. (5.4)