

OBSAH

Předmluva	5
-----------------	---

Část 1. Theorie automatické regulace

1. AUTOMATICKÁ REGULACE VZÁJEMNĚ VÁZANÝCH VELIČIN S PŘÍDAVNÝM PŮSOBENÍM PODLE ZATÍŽENÍ *Prof. B. N. Petrov, doktor technických věd, člen korespondent Akademie věd SSSR*

1.1. Úvod.....	9
1.2. Předměty regulace vzájemně vázaných veličin a jejich třídění	9
1.3. Nespojená regulace vzájemně vázaných veličin	11
1.4. Soustavy spojené regulace	12
1.5. Podmínky autonomnosti spojených soustav automatické regulace	14
1.6. Podmínky autonomnosti pro dvě vzájemně vázané veličiny	17
1.7. Podmínky invariantnosti a jejich použití při výpočtu soustav regulace vzájemně vázaných veličin	18
1.8. Přibližné splnění podmínek invariantnosti	23
1.8.1. Symetrická soustava se stejnými členy	23
1.8.2. Soustava několika objektů spojených s jedním ústředním objektem	26
1.8.3. O stabilitě soustav regulace při přibližném splnění podmínek invariantnosti	27
1.9. Závěr	28
1.10. Dodatek. Kriterium možnosti použití podmínek invariantnosti	30
1.10.1. První formulace kritéria	30
1.10.2. Druhá formulace kritéria	32

2. SERVOSYSTÉMY S VAZBOU NĚKOLIKA PROMĚNNÝCH *Ing. Dr. Jiří Beneš*

2.1. Definice a třídění	35
2.2. Methoda zjištění stability	39
2.3. Frekvenční charakteristiky	41
2.4. Souvislost servosystémů třídy 2 s analogovými počítači	45
2.5. Použití principu adaptivity	48
2.6. Jeden případ servosystému třídy 3	58

3. PODKLADY KOMPLEXNÍ AUTOMATISACE NEPŘETRŽITÝCH VÝROBNÍCH PROCESŮ *Dr. Dionýs Singer*

3.1. Úvod.....	61
3.2. Stacionární a dynamické vlastnosti několikaparametrových systémů. Strukturní schemata	64

3.3. Stanovení strukturních schemat	66
3.4. Synthesa strukturních schemat	69
3.5. Počet alternativ řešení regulace	74
3.6. Postup řešení komplexní automatisace nepřetržitých výrobních procesů...	77
3.7. Závěr	79
4. MNOHOLISTOVÉ A NĚKTERÉ TROJROZMĚRNÉ ÚLOHY DYNAMIKY NELINEÁRNÍCH SERVOMECHANISMŮ <i>Docent V. V. Petrov, kandidát technických věd</i>	
4.1. Úvod	81
4.2. Formulace úlohy. Třídy zkoumaných servomechanismů a rovnice jejich pohybu	82
4.3. Methoda zkoumání	87
4.4. Reléové servomechanismy. Kritický poměr parametrů. (Kriterium stability.)	89
4.5. Klouzávý režim	91
4.5.1. Podmínky vzniku klouzávého režimu	95
4.5.2. Optimální proces a klouzávý režim servomechanismu	98
4.5.3. Klouzávý režim a linearisace procesu pohybu	100
4.5.4. Klouzávý režim s omezenou frekvencí kmitů relé	100
4.6. Servomechanismus při nelineárním argumentu reléové funkce	105
4.7. Závěr	111
5. POUŽITÍ FÁZOVÉHO PROSTORU PRO ŘEŠENÍ NELINEÁRNÍCH REGULAČNÍCH OBVODŮ VYŠŠÍCH ŘÁDŮ <i>Ing. Stanislav Kubík, Ing. Miroslav Razím</i>	
5.1. Methoda fázového prostoru pro řešení nelineárních diferenciálních rovnic n -tého řádu	113
5.2. Snížení počtu fázových rovin vhodnou volbou souřadnic	120
5.3. Řešení nelineárního regulačního obvodu se soustavou 4. řádu	122
5.3.1. Řešení regulačního pochodu methodou podle odst. 5.1	123
5.3.2. Řešení ve dvou rovinách	123
5.4. Použití fázových rovin u lineárního i nelineárního regulačního obvodu, ve kterém jednotlivé členy na sebe navzájem nepůsobí	126
5.5. Závěr	127
6. DYNAMICKÁ PŘESNOST NELINEÁRNÍCH SOUSTAV AUTOMATICKÉ REGULACE A SERVOMECHANISMŮ PŘI PORUCHÁCH OMEZENÝCH V MODULU <i>G. M. Ulanov, kandidát technických věd</i>	
6.1. Úvod	129
6.2. Určení maximální možné odchylky v případě dvojstupňového sledovacího servomechanismu s tuhou zpětnou vazbou	132
6.3. Určení maximální odchylky v reléových soustavách automatické regulace n -tého řádu	135
6.4. Dynamická přesnost nelineární soustavy nepřímé regulace	138
6.4.1. Přibližné hodnocení dynamické přesnosti nelineárních soustav n -tého řádu při poruchách omezených v modulu	140

6.4.1.1. Určení úlohy	140
6.4.1.2. Integrální rovnice přechodného jevu v nelineární soustavě automatické regulace	141
6.4.1.3. Základní theorem o nahromadění odchylek v nelineárních soustavách automatické regulace	142
6.5. Mezní přechod v hodnocení dynamické přesnosti z nelineární soustavy k re- léové soustavě automatické regulace.....	145
7. JEDNODUCHÝ VÝPOČET OPTIMÁLNÍCH PARAMETRŮ REGULAČNÍCH OBVODŮ <i>Ing. Ja- roslav Maršík</i>	
7.1. Úvod.....	147
7.2. Odvození optima	148
7.3. Zjednodušení výpočtu	150
7.4. Závěr	156
7.5. Dodatek	156
8. JEDNODUCHÁ NUMERICKÁ METHODA PRO VÝPOČET ODEZEV REGULAČNÍCH OBVODŮ <i>Ing. Václav Peterka</i>	
8.1. Úvod.....	159
8.2. Numerický výpočet odezvy regulačního obvodu, je-li dán jeho přenos v ope- rátorovém tvaru	160
8.3. Regulační obvody s dopravním zpožděním	172
8.4. Výpočet odezvy uzavřené smyčky ze známé odezvy otevřené smyčky	176
8.5. Výpočet odezvy regulačního obvodu z daných přechodových charakteristik regulované soustavy a regulátoru	178
8.6. Závěr	182
9. ČÍSELNÝ VÝPOČET ODEZVY NELINEÁRNÍHO A ČASOVĚ PROMĚNNÉHO REGULAČNÍHO SYSTÉMU <i>Ing. Jiří Rippl</i>	
9.1. Operátorový počet Mikusiňského	183
9.2. Numerický výpočet bodů odezvy lineární diferenciální rovnice s proměnnými koeficienty	188
9.3. Zjednodušení výpočtové metody	191
9.4. Postup výpočtu integrálu lineární diferenciální rovnice s proměnnými koefi- cienty	194
9.5. Zpřesnění výpočtové metody	199
9.6. Numerický výpočet odezvy uzavřené smyčky.....	201
9.7. Numerický výpočet bodů odezvy regulační soustavy s nelineárními členy..	201
9.8. Regulační obvod uzavřené smyčky s nelineárním členem	211
9.9. Závěr	213

Část II. Hospodárné metody řešení regulačních obvodů

10. IMPULSNÍ MODELY *Ing. Dr. Miroslav Šalamon*

10.1. Úvod.....	217
10.2. Impulsová kapacitní soustava	219
10.3. Impulsová statická soustava vyššího řádu.....	223
10.4. Statická soustava prvního řádu s dopravním zpožděním	224
10.5. Užití impulsních modelů	227
10.5.1. Zkoušky regulátorů.....	227
10.5.2. Integroující a derivující člen, poddajná zpětná vazba	228
10.5.3. Diferencující člen	229
10.5.4. Model regulátoru PID	229
10.6. Závěr	230

11. ELEKTROMECHANICKÝ ANALOGON REGULAČNÍCH OBVODŮ EMAN I *Ing. Milan Balda*

11.1. Analogon spojitých regulátorů	233
11.2. Konstrukce analogonu regulovaných soustav	238
11.3. Příklady práce s analogonem	239
11.4. Závěr	243
11.5. Dodatek	243

12. PROJEKT DIFERENCIÁLNÍHO ANALYSÁTORU LAT *Ing. Jiří Haškovec*

12.1. Úvod.....	247
12.2. Operační jednotka	247
12.3. Diagramová jednotka	250
12.4. Elektrický přenos	250

13. METODA SYNTHESY PÁKOVÝCH MECHANISMŮ NA DIFERENCIÁLNÍM ANALYSÁTORU *Ing. Václav Černý a doc. Ing. Dr. Antonín Svoboda*

13.1. Úvod.....	253
13.2. Prvky čtyřkloubového mechanismu	253
13.3. Operační síť stroje na synthesu čtyřkloubového mechanismu	255
13.4. Závěr	257

14. POUŽITÍ HARMONICKÉHO ANALYSÁTORU V REGULAČNÍ TECHNICE *Prof. Ing. Dr. Zdeněk Trnka a Ing. Zdeněk Kotek*

14.1. Úvod.....	259
14.2. Určování frekvenčních charakteristik součástí servomechanismu.....	259
14.3. Určování frekvenčních charakteristik z grafů vstupní a výstupní funkce.	261
14.4. Získání odezvy na daný průběh vstupu při daném průběhu frekvenční charakteristiky	262
14.5. Užití analyzátoru k řešení polynomů	263
14.6. Vyšetřování nelineárních regulačních obvodů	264

15. ELEKTRONICKÉ METHODY ANALOGICKÉHO VÝPOČTU *Ing. Bohumil Mírtes*

15.1. Úvod.....	269
15.2. Lineární úlohy	270
15.2.1. Analýza počítačového zesilovače s automatickým nulováním	271
15.2.2. Otevřená smyčka počítačového zesilovače	274
15.2.3. Přenos sumačního zesilovače.....	276
15.2.4. Přenos integračního zesilovače	277
15.2.5. Počítačový zesilovač konstruovaný ve VÚT	278
15.2.6. Dynamické chyby při analogickém řešení složitějších lineárních úloh	284
15.3. Nelineární úlohy.....	288
15.3.1. Modelování nelineárních operací založené na diodové charakteris- tice.....	289
15.3.2. Tyčové a šroubovicové potenciometry VÚT	292
15.3.3. Řešení nelineárních úloh pomocí počítačových servomechanismů....	294
15.4. Vstupní a výstupní jednotky	298
15.5. Závěr	300

16. CELKOVÁ KONCEPCE ANALOGICKÉHO POČÍTAČE VÚT *Zdeněk Fíxa*

16.1. Dosavadní stav počítačové techniky	303
16.2. Analogický počítač VÚT	306
16.2.1. Panely zdrojů	308
16.2.2. Ovládací panel	308
16.2.3. Panely zesilovačů	308
16.2.4. Panely přesných potenciometrů	308
16.2.5. Panely vstupních a výstupních servomechanismů	309
16.2.6. Panel zapisovače a snimače funkcí	309
16.2.7. Přesný automatický kompensátor	309
16.2.8. Indikátor s obrazovkou	309
16.3. Příklady použití počítače	310
16.3.1. Příklady z oboru teorie funkcí	310
16.3.2. Příklady z oboru regulace — vytvoření dopravního zpoždění.....	311

17. SERVOMECHANISMY POUŽITÉ V ANALOGICKÉM POČÍTAČI *Ing. Zdeněk Sládek*

17.1. Úvod.....	313
17.2. Koncový stupeň zesilovače.....	315
17.2.1. Servozesilovač pro nosnou frekvenci 500 c/s.....	316
17.3. Servomotor	319
17.4. Počítačový širokopásmový servomechanismus	320
17.5. Přesný linearizovaný servomotor.....	323
17.6. Úzkopásmový počítačový servomechanismus	325
17.7. Rychlostní servomechanismus	328

18. ANALÝZA A SYNTHESA SERVOMECHANISMŮ S NELINEARITAMI NA ANALOGICKÉM POČÍTAČI *Ing. Jiří Škarda*

18.1. Úvod	331
18.2. Elektronický počítač VÚT	333

18.3. Typické nelinearity	337
18.4. Modelování servosystémů	340
18.5. Závěr	345

Část III. Regulované soustavy a regulátory

19. NĚKTERÉ ZÁKLADNÍ PROBLÉMY THEORIE KOTELNÍCH REGULACÍ *Doc. Ing. Dr Jaroslav Nekolný a Ing. Jiří Čermák*

19.1. Úvod	349
19.2. Diferenciální rovnice parovodního prostoru vlastního kotle při kvasistacionárních přechodových stavech	350
19.3. Linearisace diferenciálních rovnic	353
19.4. Přenosové funkce odvozené z rovnice v odstavci 19.2	375
19.5. Závěr	378

20. VYŠETŘOVÁNÍ NESTACIONÁRNÍCH POCHODŮ VE VÝMĚNÍCÍCH TEPLA *Ing. Bořivoj Hanuš*

20.1. Úvod	382
20.2. Přestup tepla v proudícím mediu	383
20.3. Výměník souproudý	384
20.4. Výměník protiproudý	386
20.5. Bezrozměrné veličiny	386
20.6. Zvláštní případy	389
20.7. Stacionární stav	391
20.8. Charakteristiky výměníků	393
20.9. Závěr	398

21. MODERNÍ REGULACE NAPĚTÍ SYNCHRONNÍCH ALTERNÁTORŮ *Ing. Jiří Vavřín*

21.1. Úvod	399
21.2. Blokové schema regulace alternátoru s induktivní zátěží	400
21.3. Vliv spojitě regulace napětí na vlastnosti alternátorů	403
21.4. Souhrn jednotlivých funkcí dnešních regulátorů napětí	405

22. AUTOMATICKÁ REGULACE U TĚŽKÝCH OBRÁBĚCÍCH STROJŮ *Ing. Oldřich Podolský*

22.1. Úvod	407
22.2. Popis systému	407
22.2.1. Popis zařízení	407
22.2.2. Popis praktického provedení	409
22.2.3. Ekonomické zhodnocení systému	411
22.3. Návrh polohového servomechanismu	411
22.3.1. Pracovní podmínky servomechanismu	411
22.3.2. Synthesa blokového schematu	412
22.3.3. Bloková schemata a frekvenční charakteristiky při $Z = 0$ nebo $\varphi_i = 0$	416

22.3.4. Závěr	422
22.3.5. Dodatek	423
23. MODERNÍ KONCEPCE PNEUMATICKÝCH REGULÁTORŮ <i>Kandidát technických věd</i> <i>Ing. Milan Balda</i>	
23.1. Proporcionální vysilač	426
23.2. Dálkový pneumatický přenos	428
23.3. Ústřední člen	429
23.4. Proporcionální člen	435
23.5. Integrační člen	436
23.6. Derivační člen	437
23.7. Sečítací člen	438
23.8. Celkové zapojení	438
23.9. Pohon	440
23.10. Závěr	441
24. PŘENOS TLAKOVÉHO SIGNÁLU PNEUMATICKÝM POTRUBÍM <i>Ing. Bořivoj Hanuš</i>	
24.1. Úvod	445
24.2. Pohybové rovnice	445
24.3. Určení velikosti tření	447
24.4. Příklady řešení	449
24.5. Porovnání výpočtu se skutečností	452
24.6. Závěr	454
Obsah	457