

# OBSAH

## II. díl

II. Automatizace tepelných elektráren . . . . .	3
1. Úvod do teorie samočinné regulace . . . . .	3
1.1 Všeobecně . . . . .	3
1.2 Lineární a nelineární člen regulačního obvodu . . . . .	4
1.21 Statická charakteristika členu . . . . .	5
1.22 Dynamické vlastnosti členu regulačního obvodu . . . . .	7
1.221 Lineární astatická regulovaná soustava . . . . .	7
1.222 Odchytky a poměrné odchytky . . . . .	10
1.223 Přechodová charakteristika . . . . .	12
1.224 Nelineární astatická regulovaná soustava . . . . .	14
1.23 Některé zásady pro kreslení blokových schémat . . . . .	15
1.3 Dynamické vlastnosti regulovaných soustav . . . . .	18
1.31 Statické soustavy . . . . .	19
1.32 Astatické soustavy . . . . .	21
1.33 Aproximace přechodových charakteristik . . . . .	23
1.34 Nelineární statická soustava . . . . .	24
1.4 Dynamické vlastnosti regulátorů . . . . .	26
1.41 Proporcionální regulátor . . . . .	26
1.42 Integrovní regulátor . . . . .	26
1.43 Derivační regulátor . . . . .	28
1.44 Sdružené regulátory . . . . .	29
2. Rozdělení tepelné elektrárny podle výrobních celků . . . . .	34
3. Automatizace provozu zauhlování . . . . .	38
3.1 Požadavky na automatizaci dopravy paliva . . . . .	38
3.2 Samočinné a dálkové měření . . . . .	39
3.3 Ovládání a signalizace . . . . .	39
3.31 Přetržení pásů . . . . .	39
3.32 Zajištění přesypů proti přeplnění . . . . .	40
3.33 Dálkové ovládání pásové dopravy a zauhlovacího zařízení . . . . .	41
3.331 Uvedení zauhlovacího zařízení do provozu . . . . .	41
3.332 Odstavení zauhlování . . . . .	43
3.4 Samočinná regulace zauhlování . . . . .	43
4. Automatizace kotelny . . . . .	46
4.1 Automatizace přípravy paliva . . . . .	46
4.11 Požadavky na automatizaci provozu mlýnice . . . . .	48
4.12 Samočinné a dálkové měření v mlýnici . . . . .	48

4.13	Dálkové ovládání, blokování a signalizace . . . . .	49
4.14	Samočinná regulace přípravy paliva . . . . .	55
4.141	Regulace při přerušovaném chodu mlýna . . . . .	56
4.142	Regulace mlýnice při plynulém mletí . . . . .	58
4.2	Automatizace hospodářství topného oleje . . . . .	59
4.21	Samočinné a dálkové měření . . . . .	60
4.22	Samočinná regulace, signalizace, ovládání . . . . .	61
4.3	Automatizace kotlů . . . . .	62
4.31	Samočinné a dálkové měření kotlů . . . . .	62
4.32	Samočinná regulace parních kotlů . . . . .	65
4.321	Regulace kotlů s přirozenou cirkulací . . . . .	66
4.321.1	Regulace napájení . . . . .	69
4.321.2	Regulace teploty páry . . . . .	71
4.321.3	Regulace tlaku páry . . . . .	77
4.321.4	Regulace hospodárnosti spalování a podtlaku v topeništi . . . . .	81
4.321.5	Příklady provedení regulace kotle . . . . .	82
4.322	Regulace průtlačných kotlů . . . . .	85
4.322.1	Dynamické vlastnosti kotle Benson . . . . .	86
4.322.2	Regulace teploty páry . . . . .	88
4.322.3	Regulace napájení . . . . .	90
4.322.4	Regulace spalování . . . . .	90
4.322.5	Příklady praktického provedení regulačních obvodů průtlačných kotlů . . . . .	91
4.33	Automatická regulace spalování na kotli s plynovým topením . . . . .	97
4.34	Ochraňování kotle . . . . .	98
4.4	Samočinná regulace odlučovačů popílku . . . . .	103
5.	Automatizace provozu strojovny . . . . .	108
5.1	Měření a regulace parních turbín . . . . .	108
5.2	Automatizace v kondenzaci parních turbín . . . . .	110
5.21	Regulace hladiny a recirkulace . . . . .	112
5.22	Regulace tlaku páry k vývěvě . . . . .	112
5.23	Regulace vakua v kondenzátoru . . . . .	113
5.24	Ochrana turbíny při poklesu vakua . . . . .	114
5.3	Automatizace redukčních stanic . . . . .	115
5.31	Samočinná regulace teploty a tlaku páry . . . . .	116
5.32	Samočinné najždění a odstavování stanice . . . . .	117
6.	Automatizace úpravy vody . . . . .	118
6.1	Měření a regulace v chemické úpravě vody . . . . .	119
6.11	Popis demineralizační stanice . . . . .	119
6.12	Měření v demineralizační stanici . . . . .	121
6.13	Regulační okruhy v demineralizační stanici . . . . .	124
6.14	Všeobecně o automatizaci technologických procesů v úpravě vody . . . . .	130
6.2	Automatizace tepelné úpravy vody . . . . .	132
6.21	Regulace odparek . . . . .	132
6.22	Automatizace tepelné úpravy vody . . . . .	133
7.	Automatizace odpopelnění . . . . .	134
7.1	Automatizace hydraulické dopravy . . . . .	134
7.11	Dálkové ovládání . . . . .	136
7.12	Blokování a vazby . . . . .	137
7.13	Samočinná regulace hladiny . . . . .	137

7.2	Automatizace pneumatické dopravy . . . . .	138
8.	Automatizace výměňkové stanice . . . . .	141
8.1	Zařízení ve výrobě pro parní sítě . . . . .	141
8.2	Zařízení tepelných vodních sítí v teplotárnách . . . . .	142
8.3	Popis výměňkové stanice 150 Gcal/h . . . . .	143
8.4	Teoretické podklady pro regulaci výměňkové stanice . . . . .	146
8.5	Regulační obvody výměňkové stanice . . . . .	149
9.	Regulace tepelné elektrárny . . . . .	153
9.1	Decentralizované řízení výroby . . . . .	153
9.2	Centralizované řízení výroby . . . . .	154
9.3	Požadavky na automatizaci provozu tepelné elektrárny . . . . .	156
9.4	Řízení paralelních výrobních jednotek . . . . .	157
9.5	Regulace elektrárenského bloku . . . . .	161
9.51	Princip regulace předávaného výkonu bloku . . . . .	161
9.52	Princip regulace frekvence . . . . .	163
9.53	Samočinné ochrany elektrárenského bloku . . . . .	167
9.531	Tlakové ochrany bloku . . . . .	168
9.532	Teplotní ochrany bloku . . . . .	169
9.533	Vakuová ochrana . . . . .	169
9.6	Samočinné počítače v tepelných elektrárnách . . . . .	170
9.61	Funkce a popis soustavy samočinného číslcového počítače . . . . .	170
9.611	Některé pojmy z kybernetiky . . . . .	171
9.612	Základní druhy počítačů . . . . .	172
9.613	Zobrazení čísel v počítači . . . . .	172
9.614	Popis počítače . . . . .	174
9.62	Řešení úloh samočinným počítačem . . . . .	179
9.63	Použití počítačů v tepelných elektrárnách . . . . .	180
10.	Základní směrnice pro návrh regulačních obvodů . . . . .	184
10.1	Jednoduchý regulační obvod . . . . .	189
10.11	Regulace na konstantní hodnotu . . . . .	189
10.12	Řízený regulační obvod . . . . .	191
10.2	Rozvětvené regulační obvody . . . . .	193
10.21	Regulační obvod s pomocnou akční veličinou . . . . .	193
10.22	Regulační obvod s měřením poruchy . . . . .	197
10.23	Regulační obvod s pomocnou regulovanou veličinou . . . . .	199
10.24	Regulační obvod s pomocnou regulovanou veličinou měřenou na modelu . . . . .	200
10.3	Zvláštní regulační metody . . . . .	200
10.31	Samočinné ovládání . . . . .	201
10.32	Adaptivní regulace . . . . .	203
10.33	Extremální regulace . . . . .	203
10.4	Mnohparametrová regulace . . . . .	208
11.	Základní směrnice pro seřizování regulačních obvodů . . . . .	212
11.1	Optimální seřízení jednoparametrového regulátoru v jednoduchém obvodu . . . . .	213
11.11	Seřízení podle přechodových charakteristik . . . . .	213
11.12	Experimentální seřízení . . . . .	215
11.2	Experimentální ověření optimálního seřízení . . . . .	216
12.	Údržba měřicích a regulačních zařízení . . . . .	219
12.1	Údržba měřicích přístrojů . . . . .	219

12.11	Měřidla množství . . . . .	220
12.12	Teploměry . . . . .	220
12.13	Manometry . . . . .	221
12.14	Analyzátory plynu . . . . .	222
12.2	Údržba regulátorů . . . . .	223
III. AUTOMATIZACE ROZVODU ELEKTRICKÉ ENERGIE . . . . .		225
1.	Úvod . . . . .	225
1.1	Spojená elektrizační soustava . . . . .	226
1.2	Řízení provozu elektrizační soustavy . . . . .	226
1.3	Prostředky řízení elektrizační soustavy . . . . .	227
1.4	Přenosové cesty . . . . .	228
2.	Dálkové měření . . . . .	228
2.1	Měření v elektrárnách a rozvodnách . . . . .	228
2.11	Měřené veličiny . . . . .	228
2.12	Měřicí přístroje . . . . .	230
2.13	Způsoby měření . . . . .	230
2.131	Proudové obvody . . . . .	230
2.132	Napěťové obvody . . . . .	232
2.2	Dálkové měření v elektrárnách a rozvodnách . . . . .	232
2.21	Kanál dálkového měření . . . . .	232
2.22	Soustavy dálkového měření . . . . .	233
2.221	Amplitudová soustava . . . . .	234
2.222	Impulsová soustava . . . . .	236
3.	Dálkové ovládání a signalizace . . . . .	239
3.1	Ovládání a signalizace v elektrárnách a rozvodnách . . . . .	239
3.11	Dozorný . . . . .	239
3.12	Ovládání a signalizace odpojovačů a vypínačů . . . . .	246
3.13	Způsoby signalizace . . . . .	248
3.131	Signalizace jedním signálním svítidlem . . . . .	248
3.132	Signalizace dvěma signálními svítilny . . . . .	249
3.133	Signalizace žárovkovým ukazatelem stavu . . . . .	249
3.134	Signalizace elektromagnetickým ukazatelem stavu . . . . .	249
3.135	Signalizace návěštním paketovým přepínačem . . . . .	250
3.136	Signalizace „světlo — tma“ . . . . .	253
3.137	Akustická signalizace změny stavu spínacího přístroje . . . . .	254
3.138	Signalizace kmitavým světlem . . . . .	255
3.14	Ovládání . . . . .	257
3.141	Přímé ovládání ovládacím a návěštním přepínačem . . . . .	257
3.142	Přímé ovládání se signalizací „světlo — tma“ . . . . .	258
3.143	Přímé ovládání se signalizací kmitavým světlem . . . . .	260
3.144	Nepřímé ovládání s manipulačními bloky . . . . .	261
3.145	Nepřímé ovládání s matiční soupravou . . . . .	262
3.15	Signalizace poruch . . . . .	262
3.151	Poruchová signalizace v klasickém provedení (silnoproudá) . . . . .	264
3.152	Poruchová signalizace v miniaturním provedení (slaboproudá) . . . . .	274
3.2	Dálková signalizace a ovládání . . . . .	277
3.21	Soustava rozdělovací . . . . .	280
3.22	Soustava kódová . . . . .	281

4. Samočinná regulace . . . . .	283
4.1 Regulace napětí . . . . .	283
4.11 Rychlý regulátor BBC . . . . .	284
4.12 Rychlý vibrační regulátor Tirrill . . . . .	287
4.13 Hydraulický regulátor . . . . .	291
4.2 Automatická synchronizace a fázování . . . . .	294
4.3 Automatický záskok v rozvodu vlastní spotřeby . . . . .	296
Závěr . . . . .	302
Literatura . . . . .	307
Příloha č. 1: Výpis ze „Zařizovacích předpisů pro energetická díla“ . . . . .	309
Příloha č. 2: Výpis z „Provozních pravidel pro elektrárny a sítě“ . . . . .	315