

## Obsah

Předmluva k třetímu vydání . . . . .	13
Předmluva k prvnímu vydání . . . . .	15
<b>I. Všeobecné kapitoly . . . . .</b>	<b>17</b>
A. Použité slovní zkratky . . . . .	17
B. Energetické zdroje v ČSR . . . . .	17
1. Uhlí . . . . .	17
2. Voda . . . . .	18
3. Jaderná energie . . . . .	20
C. Úkoly energetiky v socialistickém hospodářství . . . . .	20
D. Naše úkoly při hospodaření s elektrickou energií v průmyslovém závodě . . . . .	21
E. Elektrická zařízení . . . . .	23
1. Zařízení výrobní — elektrické zdroje . . . . .	24
2. Elektrické spotřebiče . . . . .	25
3. Zařízení k přeměně forem elektrické energie, tzv. měniče . . . . .	25
4. Elektrická vedení (sítě) . . . . .	26
5. Elektrická zařízení jiná . . . . .	26
F. Veličiny elektrické energie a jejich jednotky . . . . .	26
1. Značení veličin . . . . .	26
2. Jednotky pro stanovení hodnoty veličin . . . . .	27
3. Jmenovité hodnoty . . . . .	32
4. Efektivní hodnota . . . . .	32
5. Okamžitá hodnota . . . . .	33
G. Goniometrická funkce . . . . .	33
H. Grafické znázorňování střídavých veličin . . . . .	36
1. Grafické znázornění průběhu sinusu . . . . .	36
2. Grafické znázornění střídavých veličin sinusového průběhu . . . . .	38
3. Znázorňování střídavých veličin vektory . . . . .	39
4. Sčítání a odčítání střídavých veličin, které nejsou ve fázi . . . . .	41
5. Rozložení střídavé veličiny na složky . . . . .	44
I. Silové pole . . . . .	44
J. Otáčivý moment . . . . .	46
<b>II. Pracovní účinky elektřiny . . . . .</b>	<b>48</b>
A. Elektřina . . . . .	48
B. Podmínky energetických účinků elektřiny . . . . .	48
C. Vodiče a izolanty . . . . .	50
1. Vodiče . . . . .	50
2. Izolanty . . . . .	51
D. Elektrická čili elektrostatická indukce . . . . .	52

E. Energetický obvod . . . . .	54
1. Energetický obvod tlakového plynu . . . . .	55
2. Energetický obvod elektrický . . . . .	57
3. Proud elektronů, elektrický proud . . . . .	64
4. Energetický oběh v uzavřeném proudovém obvodu . . . . .	65
5. Rozložení napětí v uzavřeném proudovém obvodu při různých provozních stavech . . . . .	67
6. Přeměna energie a směr přenosu energie v proudovém obvodu . . . . .	68
7. Zkrat v uzavřeném proudovém obvodu . . . . .	69
F. Velikost elektrické práce, kterou koná elektrický proud . . . . .	70
G. Řazení zdrojů elektrické energie . . . . .	71
1. Řazení zdrojů za sebou, sériové . . . . .	71
2. Řazení zdrojů vedle sebe, paralelní . . . . .	72
3. Řazení zdrojů za sebou i vedle sebe, sérioparalelní . . . . .	73
H. Výroba, rozvod a spotřeba elektrické energie . . . . .	74
III. Obvod stejnosměrného proudu . . . . .	75
A. Elektrické napětí ( $U$ ). Elektromotorická síla ( $E$ ) . . . . .	75
B. Elektrické množství ( $Q$ ). Elektrický proud ( $I$ ) . . . . .	76
C. Řazení spotřebičů . . . . .	77
D. Práce elektrického proudu . . . . .	78
E. Výkon (příkon) elektrického proudu ( $P$ ). Účinnost ( $\eta$ ) . . . . .	78
F. Činný (ohmický) odpor ( $R$ ) . . . . .	82
G. Ohmický úbytek napětí ( $\Delta U_R, u_R$ ) . . . . .	84
H. Uzavřený proudový obvod . . . . .	86
I. Ztráta elektrické energie při průtoku elektrického proudu činným odporem . . . . .	93
J. Odporové spotřebiče . . . . .	95
IV. Magnetismus . . . . .	98
A. Magnetické silové účinky . . . . .	98
B. Magnety . . . . .	98
C. Magnetické silové pole . . . . .	100
D. Magnetická indukce ( $B$ ) . . . . .	101
E. Magnetická hysterese . . . . .	106
F. Magnetické účinky elektrického proudu . . . . .	107
1. Magnetické pole vodiče, jímž protéká elektrický proud . . . . .	107
2. Magnetické účinky cívky, jíž protéká elektrický proud . . . . .	109
G. Magnetický tok ( $\Phi$ ). Hustota magnetického toku ( $B$ ) . . . . .	110
H. Magnetický obvod elektrických strojů . . . . .	111
I. Rozptyl . . . . .	115
J. Vzájemné silové působení rovnoběžných vodičů, jimiž protéká elektrický proud . . . . .	115
K. Vodič, jímž protéká elektrický proud, v magnetickém poli. Princip elektromotoru . . . . .	116
L. Elektromagnety . . . . .	118
M. Elektromagnetická energie . . . . .	118
V. Elektromagnetická indukce . . . . .	120
A. Vznik napětí indukcí . . . . .	120
B. Přeměna mechanické energie v elektrickou energii v elektrickém generátoru . . . . .	124

C. Vznik jednofázového střídavého napětí . . . . .	125
D. Jednofázový střídavý proud . . . . .	130
E. Závislost indukované elektromotorické síly na změně magnetického toku . . . . .	130
F. Vznik trojfázového střídavého napětí . . . . .	133
G. Spojování fází trojfázového vinutí . . . . .	135
1. Spojení do hvězdy (do <i>Y</i> ) . . . . .	135
2. Spojení do trojúhelníka (do <i>D</i> ) . . . . .	136
H. Vířivé proudy . . . . .	136
VI. Ztráty v elektrických strojích . . . . .	138
A. Ztráty mechanické . . . . .	138
1. Ztráty větráním a chlazením . . . . .	138
2. Ztráty třením . . . . .	138
B. Ztráty v mědi . . . . .	138
1. Ztráty ohmické . . . . .	138
2. Ztráty dodatečné . . . . .	139
C. Ztráty v železe . . . . .	139
1. Ztráty hysterese . . . . .	139
2. Ztráty vířivé . . . . .	139
D. Ztráty v dielektriku . . . . .	139
1. Ztráty v isolačním odporu . . . . .	139
2. Ztráty změnou polarisace dielektrika . . . . .	139
VII. Elektrické generátory . . . . .	140
A. Dynamo . . . . .	140
B. Přeměna mechanické energie v elektrickou v dynamu . . . . .	145
C. Rozdělení dynam . . . . .	146
D. Dynamo s cizím buzením . . . . .	146
E. Dynamo s vlastním buzením . . . . .	146
F. Dynamo derivační . . . . .	146
G. Alternátory . . . . .	147
H. Přeměna mechanické energie v elektrickou v alternátoru . . . . .	151
I. Otáčky a kmitočet alternátoru . . . . .	152
J. Zatěžování a buzení alternátoru . . . . .	153
K. Paralelní chod alternátorů . . . . .	155
L. Paralelní chod závodní elektrárny se sítí . . . . .	155
1. Buzení alternátoru . . . . .	155
2. Zatěžování alternátoru . . . . .	158
3. Fázování alternátoru . . . . .	161
VIII. Obvod střídavého proudu . . . . .	163
A. Činný odpor v obvodu střídavého proudu . . . . .	163
1. Spotřebiče, které způsobují ohmické zatížení sítě . . . . .	165
2. Ohmický úbytek napětí v trojfázovém vedení . . . . .	165
B. Samoindukce, indukčnost . . . . .	165
C. Přeměna energie v obvodu s indukčností . . . . .	167
D. Jalový indukční (reaktanční) odpor . . . . .	172
E. Spotřebiče, které vyvolávají indukční zatížení sítě . . . . .	174
F. Účinník $\cos \varphi$ . . . . .	177



G. Indukčnost vedení . . . . .	180
H. Kapacita . . . . .	181
I. Kondensátory . . . . .	183
J. Kapacita vedení . . . . .	185
K. Energie nabitého kondensátoru . . . . .	185
L. Kondensátor v proudovém obvodu stejnosměrného zdroje . . . . .	185
M. Kondensátor v proudovém obvodu střídavého zdroje . . . . .	187
N. Přeměna energie v obvodu střídavého proudu s kapacitou . . . . .	189
O. Jalový kapacitní odpor . . . . .	190
P. Odpor v obvodu střídavého proudu . . . . .	191
1. Činný a indukční odpor za sebou, v sérii . . . . .	192
2. Indukční a kapacitní odpor vedle sebe . . . . .	194
3. Odpor vedení . . . . .	198
4. Paralelní řazení kondensátorů . . . . .	199
R. Jmenovité hodnoty odporů . . . . .	200
IX. Transformátory . . . . .	202
A. Chod transformátoru naprázdno . . . . .	203
B. Transformátor při zatížení . . . . .	208
1. Jalový příkon transformátoru při zatížení . . . . .	209
2. Jmenovitý výkon transformátoru . . . . .	210
3. Činný příkon a činné ztráty transformátoru při zatížení . . . . .	210
4. Řízení provozu transformovny se zřetelem k činným ztrátám . . . . .	215
5. Určení jmenovitého výkonu a počtu transformátorů projektované transformovny . . . . .	227
6. Přetížitelnost transformátorů . . . . .	228
C. Transformátor při zkratu . . . . .	229
D. Úbytek napětí v transformátoru . . . . .	232
E. Transformační převod . . . . .	236
F. Uspořádání transformátoru . . . . .	237
G. Regulace napětí transformátoru . . . . .	243
H. Spojení vinutí trojfázových transformátorů . . . . .	246
1. Označení svorek a spojení transformátorů . . . . .	246
2. Hodinové číslo . . . . .	247
3. Fáze sekundárního napětí proti primárnímu napětí . . . . .	247
4. Způsoby spojení vinutí trojfázových transformátorů . . . . .	249
5. Určení hodinového čísla . . . . .	251
I. Paralelní chod trojfázových transformátorů . . . . .	260
1. Podmínky pro paralelní chod . . . . .	260
2. Fázování transformátorů . . . . .	263
J. Autotransformátory . . . . .	263
K. Měřicí transformátory . . . . .	264
1. Měřicí transformátory proudu (proudové měniče) . . . . .	264
2. Měřicí transformátory napětí (měniče napětí) . . . . .	266
X. Měniče . . . . .	267
A. Motorgenerátor . . . . .	267
B. Konvertor . . . . .	267
C. Rtuťové usměrňovače . . . . .	268
D. Jiné usměrňovače . . . . .	269

XI. Elektromotory . . . . .	271
A. Otáčivý moment elektromotoru . . . . .	271
B. Mechanický výkon elektromotoru . . . . .	274
C. Rozdělení elektromotorů . . . . .	274
D. Stejnoseměrné motory . . . . .	274
1. Přeměna elektrické energie v mechanickou ve stejnosměrném motoru . . . . .	276
2. Otáčky stejnosměrného motoru . . . . .	277
3. Spouštění stejnosměrného motoru . . . . .	279
E. Sériový stejnosměrný motor . . . . .	279
F. Derivační stejnosměrný motor . . . . .	280
G. Kompoundní stejnosměrný motor . . . . .	282
H. Střídavé elektromotory . . . . .	282
I. Trojfázové motory . . . . .	282
1. Točivé magnetické pole . . . . .	282
2. Otáčivý moment u trojfázového motoru . . . . .	287
J. Trojfázový asynchronní indukční motor . . . . .	288
1. Vznik proudu ve vinutí rotoru asynchronního motoru . . . . .	288
2. Chod asynchronního motoru a skluz . . . . .	290
3. Proud v asynchronním motoru . . . . .	292
4. Jalový příkon asynchronního motoru . . . . .	297
5. Otáčivý moment asynchronního motoru . . . . .	298
6. Moment zvratu a záběrový moment asynchronního motoru . . . . .	299
7. Vliv napětí sítě na chod asynchronního motoru . . . . .	302
8. Regulace počtu otáček asynchronního motoru . . . . .	303
K. Rozdělení asynchronních motorů . . . . .	306
L. Asynchronní motor s kotvou nakrátko (klecovou), krátce motor nakrátko . . . . .	306
M. Asynchronní motory se zvětšeným odporem v rotoru při záběru . . . . .	310
1. Asynchronní motor nakrátko s vírovou kotvou . . . . .	310
2. Asynchronní motor se dvojitým vinutím kotvy . . . . .	311
3. Asynchronní motor s automatickou kotvou . . . . .	311
4. Asynchronní motor s kroužkovou kotvou . . . . .	313
N. Hospodárnost provozu asynchronního motoru . . . . .	315
1. Účinnost elektromotoru . . . . .	316
2. Napětí elektromotoru . . . . .	317
3. Kmitočet sítě . . . . .	317
4. Účinník elektromotoru . . . . .	317
5. Výkon a zatížení motoru . . . . .	318
O. Ochrana a spínání asynchronních motorů . . . . .	324
P. Jednofázové asynchronní motory . . . . .	327
R. Komutátorové motory . . . . .	327
S. Otáčivý moment a počet otáček komutátorového motoru . . . . .	328
T. Synchronní motory . . . . .	338
U. Synchronisované asynchronní motory . . . . .	345
V. Volba elektromotoru pro různé pohony . . . . .	345
W. Rozběh motoru . . . . .	353
1. Mechanické charakteristiky poháněných strojů . . . . .	353
2. Mechanické charakteristiky elektromotorů . . . . .	355
3. Rozběh soustrojí — motor — poháněný stroj . . . . .	357

4. Oteplení rotorové klece při rozběhu . . . . .	361
5. Mechanické účinky asynchronního motoru na převodové ústrojí . . . . .	363
XII. Rozvod elektrické energie . . . . .	365
A. Proudové soustavy . . . . .	365
1. Stejnoseměrná soustava proudová . . . . .	365
2. Střídavá soustava proudová . . . . .	365
3. Jednofázová soustava proudová . . . . .	365
4. Trojfázová soustava proudová . . . . .	365
B. Značení svorek a vodičů . . . . .	366
C. Ztráty elektrické energie při přenosu . . . . .	366
D. Rozdělení elektrických zařízení . . . . .	369
E. Řady napětí . . . . .	371
F. Vliv proudové soustavy a výše použitého napětí na hospodárnost přenosu a kvalitu elektrické energie . . . . .	373
1. Vliv proudové soustavy . . . . .	373
2. Vliv výše použitého napětí . . . . .	374
G. Vliv velikosti účinníku na hospodárnost přenosu . . . . .	376
H. Odběr elektrické energie z trojfázové sítě . . . . .	377
I. Napětí elektriny odbírané průmyslovým závodem a jeho vliv na provoz spotřebičů . . . . .	382
1. Příčiny kolísání napětí . . . . .	384
2. Předpoklady a prostředky k snížení kolísání napětí . . . . .	387
J. Určení průřezu vedení . . . . .	391
1. Určení průřezu vedení se zřetelem k mechanické pevnosti . . . . .	392
2. Určení průřezu vedení se zřetelem k dovolenému oteplení . . . . .	392
3. Ochrana vedení proti proudovému přetížení, jištění vedení . . . . .	397
4. Určení průřezu vedení se zřetelem k úbytku napětí . . . . .	399
5. Případy přenosu elektrické energie při nízkém účinníku . . . . .	411
6. Přibližné určení zkratového výkonu v daném místě sítě . . . . .	415
7. Kontrola průřezu vedení na tepelné účinky zkratového proudu . . . . .	421
8. Ztráty v činném odporu vedení . . . . .	422
9. Řešení rozvodu <i>vn</i> . . . . .	424
K. Ochrana před dotykem . . . . .	426
L. Transformovny a rozvodny . . . . .	434
1. Umístění transformovny . . . . .	434
2. Vybavení transformovny . . . . .	435
3. Výkon transformovny . . . . .	438
4. Uspořádání transformovny a hlavního rozváděče . . . . .	439
M. Rozvod v závodě . . . . .	444
N. Zkratové proudy v sítích s nízkým napětím . . . . .	446
O. Údržba rozvodných zařízení a spotřebičů . . . . .	450
P. Revize elektrických zařízení . . . . .	451
XIII. Měření veličin elektrické energie . . . . .	455
A. Měřicí přístroje . . . . .	455
B. Měření proudu . . . . .	463
C. Měření napětí . . . . .	468
D. Měření výkonu (příkonu) . . . . .	471
E. Měření práce . . . . .	477
F. Měření fázového posunu . . . . .	483

G. Zjištění sledu fází . . . . .	485
H. Měření kmitočtu . . . . .	485
I. Měření odporů . . . . .	485
1. Měření isolačního odporu . . . . .	485
2. Měření odporu uzemnění . . . . .	486
J. Měření trojfázových asynchronních motorů . . . . .	487
<b>XIV. Hospodaření s elektrickou energií . . . . .</b>	<b>491</b>
A. Evidence odběru a spotřeby elektrické energie . . . . .	494
B. Konstrukce diagramu odběru . . . . .	500
C. Sazby pro prodej elektřiny pro průmyslový závod . . . . .	504
1. Sazba za odběr činné elektřiny ve velkém . . . . .	505
2. Sazba za odběr jalové elektřiny . . . . .	510
3. Poznámky k sazbě pro odběr elektřiny ve velkém . . . . .	514
4. Nájemné z transformátorů . . . . .	515
5. Sazby pro prodej elektřiny v drobném . . . . .	516
D. Ukazatelé hospodárnosti a spotřební normy elektrické energie . . . . .	518
E. Regulace odběru elektrické energie . . . . .	526
F. Kompensace účinníku v průmyslovém závodě . . . . .	531
1. Trojfázové olejové kondensátory . . . . .	532
2. Montáž kondensátorů . . . . .	534
3. Údržba a revize kondensátorů . . . . .	537
4. Spínání kondensátorů, jištění a dimensování přívodu . . . . .	538
5. Provedení kompensace . . . . .	539
6. Druhy kompensace . . . . .	544
7. Praktické řešení kompensace . . . . .	556
8. Návrh kompensace pro projektované elektrické zařízení závodu . . . . .	564
G. Rozvržení nákladu na elektrickou energii . . . . .	567
H. Nové cesty při hospodaření s elektrickou energií . . . . .	570
Literatura pro další studium . . . . .	572
Věcný rejstřík . . . . .	574