

# OBSAH

ÚVOD .....	11
<b>1. ZÁKLADNÍ OBVODY .....</b>	<b>13</b>
1.1 Elektronický obvod .....	13
1.2 Elektronické prvky .....	13
1.3 Statické a dynamické parametry .....	14
Příklad 1.1 Určení průběhů statického a dynamického parametru .....	15
Příklad 1.2 Určení dynamického odporu diody z VA charakteristiky .....	16
Příklad 1.3 Konstrukce VA charakteristiky z katalogových údajů .....	16
1.4 Parametrické charakteristiky .....	17
1.5 Jednobrany a dvojbrany .....	18
1.6 Model tranzistoru .....	19
Příklad 1.4 Řešení obvodu pomocí impedančních matic .....	20
Příklad 1.5 Určení parametrů dvojbranu a sestrojení charakteristik .....	21
1.7 Náhradní schéma zdroje .....	22
Příklad 1.6 Zjištění vnitřního odporu zdroje .....	23
Příklad 1.7 Změna vnitřního odporu zdroje .....	24
1.8 Přizpůsobení zdroje a spotřebiče .....	24
Příklad 1.8 Důkaz nastavení pracovního bodu pro výkonové přizpůsobení .....	26
Příklad 1.9 Grafické určení polohy optimálního pracovního bodu .....	27
Příklad 1.10 Optimální zatěžovací odpor fotopravku .....	27
Příklad 1.11 Optimální sestava baterie .....	28
1.9 Princip náhradního zdroje .....	28
Příklad 1.12 Návrh děliče s požadovanou tvrdostí .....	29
Příklad 1.11 Návrh napěťového děliče generátoru I .....	30
Příklad 1.13 Návrh napěťového děliče generátoru II .....	30
Příklad 1.14 Transfigurace hvězda-trojúhelník .....	31
Příklad 1.15 Vliv nastavení potenciometru na parametry zdroje .....	32
Příklad 1.16 Citlivostní analýza .....	33
Příklad 1.17 Vliv odporu zátěže na linearitu potenciometru .....	33
1.10 Analytické metody řešení obvodů .....	35
Příklad 1.18 Řešení obvodu se dvěma zdroji .....	37
Příklad 1.19 Řešení obvodu smyčkovými proudy .....	38
Příklad 1.20 Příklad na uzlová napětí .....	40
1.11 Grafické metody řešení obvodů .....	41
Příklad 1.21 Připojení svítivé diody ke zdroji .....	43
Příklad 1.22 Nezatížený stabilizátor napětí .....	44
Příklad 1.23 Zatížený stabilizátor napětí .....	45
1.12 Nelineární grafické papíry .....	46
Příklad 1.24 Určení funkční závislosti z grafu .....	48
Příklad 1.25 Grafické znázornění Ohmova zákona .....	50

1.13	Nomogramy .....	51
	Příklad 1.26 Příklad nomogramů pro určení $U$ , $I$ , $R$ a $P$ součástky .....	52
	Příklad 1.27 Nomogram pro určení převrácené hodnoty komplexního čísla .....	53
	Příklad 1.28 Nomogram pro sériový součet odporů z řady E24 .....	54
	Příklad 1.29 Nomogram pro paralelní součet odporů z řady E24 .....	55
	Příklad 1.30 Znázornění všech kombinací hodnot řady E24 .....	56
	Příloha-tabulka kombinací hodnot řady E24 .....	57
<b>2.</b>	<b>ELEKTRONICKÉ SOUČÁSTKY .....</b>	<b>71</b>
2.1	Pasivní prvky a elektrotechnické řady .....	71
	Příklad 2.1 Toleranční pole prvků elektrotechnické řady .....	72
2.2	Spojování prvků .....	73
	Příklad 2.2 Nevhodné spojení prvků z řady E12 .....	73
2.3	Výběr prvků z elektrotechnické řady .....	74
	Příklad 2.3 Návrh děliče voltmetru s konstantním vstupním odporem .....	74
2.4	Značení rezistorů a kondenzátorů .....	75
2.5	Rezistory .....	76
2.6	Nelineární rezistory .....	76
	Příklad 2.4 Omezení nárazového proudu při zapnutí obvodu .....	78
2.7	Řízené rezistory .....	79
2.8	Kondenzátory .....	80
2.9	Elektrolytické kondenzátory .....	81
2.10	Druhy kondenzátorů .....	81
	Příklad 2.5 Energie nabitého kondenzátoru .....	82
	Příklad 2.6 Náhrada akumulátoru kondenzátorem .....	83
2.11	Teplotní závislost pasivních prvků .....	83
	Příklad 2.7 Změna odporu vlákna žárovky .....	84
2.12	Kompenzace teplotní závislosti .....	84
	Příklad 2.8 Návrh teplotně nezávislého kondenzátoru .....	85
2.13	Induktivní prvky .....	86
2.14	Cívky .....	87
2.15	Druhy cívek .....	88
	Příklad 2.9 Orientační návrh tlumivky spínaného zdroje .....	89
2.16	Transformátory .....	90
	Příklad 2.9 Návrh síťového transformátoru .....	91
2.17	Relé .....	92
2.18	Proměnné prvky .....	94
	Příklad 2.10 Průběh závislosti kapacity varikapu na závěrném napětí .....	96
2.19	Nelineární elektronické součástky .....	96
2.20	Unipolární tranzistory .....	97

2.21	Vlastnosti a druhy FET .....	100
	Příklad 2.11 Nastavení pracovního bodu tranzistoru JFET .....	101
	Příklad 2.12 Grafické odvození napětového zesílení zesilovače s JFET .....	102
2.22	Polovodičová dioda .....	104
2.23	Základní zapojení diod .....	105
2.24	Rozdělení a speciální typy diod .....	107
	Příklad 2.13 Určení parametrů modelu diody ze změřené charakteristiky .....	110
	Příklad 2.14 Grafické řešení tvarovacího obvodu .....	113
2.25	Bipolární tranzistory .....	114
2.26	Charakteristiky tranzistoru .....	114
2.27	Volba pracovního bodu tranzistoru .....	116
2.28	Mezní a tranzitní kmitočty .....	117
2.29	Vliv teploty na vlastnosti tranzistoru .....	118
2.30	Nastavení pracovního bodu .....	119
	Příklad 2.15 Nastavení pracovního bodu tranzistoru .....	120
	Příklad 2.16 Vliv teploty na nastavení pracovního bodu .....	121
2.31	Rozdělení a použití tranzistorů .....	122
2.32	Vícevrstvé spínací součástky .....	124
2.33	Struktura a funkce tyristoru .....	127
2.34	Dynamické vlastnosti tyristoru .....	128
2.35	Způsoby řízení tyristoru .....	129
	Příklad 2.17 Vliv úhlu sepnutí na parametry signálu .....	130
2.36	Dvoubázová dioda .....	132
2.37	Tyristory ve stejnosměrných obvodech .....	132
2.38	Speciální elektronické prvky .....	135
2.39	Značení elektronických prvků .....	139
2.40	Chlazení polovodičových součástek .....	139
	Příklad 2.17 Návrh deskového chladiče .....	142
<b>3.</b>	<b>KMITOČTOVĚ ZÁVISLÉ OBVODY .....</b>	<b>143</b>
3.1	Fázorový počet v elektronice .....	143
3.2	Reaktance v obvodu střídavého proudu .....	144
	Příklad 3.1 Reaktance jako předřadník .....	146
3.3	Použití symbolického počtu .....	146
	Příklad 3.2 Odvození reaktancí pomocí symbolického počtu .....	147
	Příklad 3.3 Náhradní schéma cívky a kondenzátoru .....	148
3.4	Impedanční a výkonové diagramy .....	149
	Příklad 3.4 Měření indukčnosti metodou tří ampérmetrů .....	149
3.5	Komplexní jednobrany .....	151
	Příklad 3.5 Návrh duálního obvodu .....	152
	Příklad 3.6 Zjednodušený výpočet paralelních impedancí RL a RC .....	153

3.6	Filtrační články .....	154
	Příklad 3.7 Určení komplexního přenosu děliče .....	154
3.7	Přenos v decibelech .....	157
	Příklad 3.8 Konstrukce logaritmické a decibelové stupnice .....	159
	Příklad 3.9 Určení přenosu pomocí decibelových úrovní .....	161
	Příklad 3.10 Zjednodušené počítání s decibely .....	161
3.8	Integrační články .....	162
3.9	Derivační články .....	163
3.10	Mezní kmitočty a přenos článků .....	164
3.11	Vliv článků na tvar signálu .....	168
	Příklad 3.11 Integrační článek RC zatížený rezistorem .....	169
3.12	Jednoduché pásmové propusti .....	170
	Příklad 3.12 Odvození šířky pásma propusti .....	171
	Příklad 3.13 Odvození přenosu pásmové propusti a zádrže .....	172
3.13	Wienův článek .....	173
	Příklad 3.14 Laditelný Wienův článek .....	174
3.14	Rezonanční obvody .....	175
	Příklad 3.15 Reálný paralelní rezonanční obvod .....	176
	Příklad 3.16 Rezonance v sériově paralelním obvodu .....	177
3.15	Rezonanční pásmová propust a zádrž .....	178
	Příklad 3.17 Vliv jakosti Q na tvar přenosových charakteristik .....	179
	Příklad 3.18 Přenosové charakteristiky zádrže .....	181
3.16	Složitější RC filtry .....	184
	Příklad 3.19 Odvození šířky pásma přemostěného T článku .....	186
	Příklad 3.20 Odvození přenosu dvojitého T článku .....	186
	Příklad 3.21 Odvození přenosu fázovacího RC článku .....	188
	Příklad 3.22 Výpočet fázového diagramu fázovacího článku .....	190
3.17	Pasivní kmitočtové korektory .....	191
	Příklad 3.23 Návrh korektoru hloubek .....	193
	Příklad 3.24 Návrh nízkofrekvenčního sdruženého korektoru .....	194
3.18	Symbolické řešení článků .....	195
	Příklad 3.25 Asymptotické řešení přenosových charakteristik .....	196
3.19	Rozdělení elektronických filtrů .....	198
	Příklad 3.26 Návrh reproduktorové výhybky 6 dB na oktávu .....	199
	Příklad 3.27 Návrh reproduktorových výhybek 12 dB na oktávu .....	200
3.20	Útlumové články .....	201
<b>4.</b>	<b>PŘECHODNÉ DĚJE .....</b>	<b>203</b>
4.1	Význam přechodných dějů .....	203
4.2	Příklady analogií .....	203
4.3	Exponenciální charakter dějů .....	206
4.4	Časová konstanta přechodného děje .....	207
	Příklad 4.1 Určení parametrů funkce $u = U_{\text{MAX}} \cdot (1 - e^{-t/\tau})$ .....	208

Příklad 4.2	Grafická konstrukce parametrů přechodného děje .....	209
4.5	Přechodné děje v RC obvodu .....	210
Příklad 4.3	Odvození vztahů pro vybíjení kondenzátoru .....	212
4.6	Přechodné děje v RL obvodu .....	213
Příklad 4.4	Odvození vztahů pro připojení zdroje k RL obvodu .....	214
4.7	Výkonové poměry v RC obvodu .....	215
Příklad 4.5	Určení maximálního výkonu dodávaného do kondenzátoru .....	215
4.8	Výkonové poměry v RL obvodu .....	216
Příklad 4.6	Energetické poměry v obvodech po odpojení zdroje .....	217
4.9	Využití přechodných dějů v elektronice .....	218
Příklad 4.7	Určení počátku nekonečna při nabíjení kondenzátoru .....	219
Příklad 4.8	Návrh astabilního klopného obvodu s časovačem 555 .....	219
Příklad 4.9	Návrh monostabilního klopného obvodu s časovačem 555 .....	221
Příklad 4.10	Rozmítaný generátor s časovačem 555 .....	221
Příklad 4.11	Generátor obdélníků se střídou 1 : 1 .....	222
Příklad 4.12	Zapojení multivibrátoru s diodovou výhybkou .....	223
Příklad 4.13	AD převod metodou dvojí integrace (dual slope) .....	224
4.10	Řešení složitějších obvodů .....	224
Příklad 4.14	Závislost zvlnění na poměru periody k časové konstantě .....	226
Příklad 4.15	Poměry v obvodu při proměnné střídě $S = t_1/T$ .....	228
Příklad 4.16	Analogový měřič kmitočtu s časovačem 555 .....	229
Příklad 4.17	Převodník napětí-kmitočtů s časovačem 555 .....	231
Příklad 4.18	Zjednodušení obvodu Théveninovou větou .....	232
Příklad 4.19	Přenos energie mezi kondenzátory .....	233
Příklad 4.20	Odezva integračního článku na obdélníkový impulz .....	237
Příklad 4.21	Řešení rezonančního obvodu operátorovým počtem .....	238
4.11	Přechodné děje v RLC obvodech .....	240
Příklad 4.22	Odvození průběhů složitějšího přechodného děje .....	243
Příklad 4.23	Určení činitele jakosti rezonančního obvodu .....	244
Příklad 4.24	Připojení střídavého zdroje do RL obvodu .....	246
	Příloha - Operátorový slovník .....	247
<b>5.</b>	<b>ANALÝZA SIGNÁLŮ .....</b>	<b>259</b>
5.1	Úvod do harmonické analýzy .....	259
5.2	Vznik napětí sinusového průběhu .....	261
Příklad 5.1	Odvození komplexního tvaru zápisu harmonické funkce .....	262
5.3	Fourierův rozvoj signálu .....	263
Příklad 5.2	Výpočet spektra obdélníkového signálu $\pm 5$ V/1 kHz .....	264
5.4	Grafickočetní metoda analýzy .....	267
Příklad 5.3	Numerický výpočet spektra obdélníků $\pm 5$ V/1 kHz .....	267
Příklad 5.4	Program pro výpočet koeficientů Fourierovy řady .....	269
5.5	Střední a efektivní hodnota .....	271
Příklad 5.5	Výpočet střední a efektivní hodnoty obdélníkového napětí .....	274
Příklad 5.5	Výpočet střední a efektivní hodnoty usměrněného napětí .....	274

5.6	Činitelé tvaru signálu .....	275
	Příklad 5.6 Výpočet činitelů tvaru usměrněných napětí .....	277
5.7	Skládání kmitů a Lissajousovy obrazce .....	280
	Příklad 5.7 Určení fázového posuvu z Lissajousova obrazce .....	280
5.8	Průchod signálu lineární soustavou .....	283
	Příklad 5.8 Odvození výstupního signálu metodou Fourierovy řady .....	283
5.9	Nelineární zkreslení signálu .....	285
	Příklad 5.9 Rozbor činnosti nabíječky akumulátorů .....	286
	Příloha-Fourierovy rozvoje signálů .....	293
<b>6.</b>	<b>ZESILOVAČE .....</b>	<b>295</b>
6.1	Základní vlastnosti zesilovačů .....	295
6.2	Zpětná vazba .....	297
	Příklad 6.1 Kritérium stability zesilovače .....	299
6.3	Druhy zpětných vazeb .....	299
6.4	Vliv zpětných vazeb na obvody .....	300
	Příklad 6.2 Vliv zpětné vazby na šířku pásma zesilovače .....	301
6.5	Parazitní zpětné vazby .....	303
6.6	Základní tranzistorové zesilovače .....	304
6.7	Třídy zesilovačů .....	307
	Příklad 6.3 Energetická účinnost zesilovače třídy A a třídy B .....	309
6.8	Stabilizace pracovního bodu .....	310
6.9	Řešení tranzistorového zesilovače .....	312
	Příklad 6.4 Analýza zapojení zesilovače .....	314
	Příklad 6.5 Návrh jednostupňového zesilovače se zesílením $A_U = -40$ .....	315
	Příklad 6.6 Návrh dvoustupňového zesilovače .....	317
6.10	Koncové výkonové zesilovače .....	320
	Příklad 6.7 Simulace vlivu vazební kapacity na vlastnosti zesilovače .....	322
6.11	Vazby mezi stupni zesilovače .....	323
6.12	Stejnoseměrné zesilovače .....	323
	Příklad 6.8 Návrh rozdílového zesilovače .....	325
6.13	Operační zesilovače .....	326
	Příklad 6.9 Zdroje proudu v operačních zesilovačích .....	328
	Příklad 6.10 Rozbor zapojení operačního zesilovače B080 .....	329
6.14	Základní zapojení OZ .....	330
	Příklad 6.11 Součtový a rozdílový zesilovač .....	332
	Příklad 6.12 Výkonový můstkový zesilovač s MDA2005 .....	333
6.15	Nelineární zesilovače .....	334
	Příklad 6.13 Kompenzované logaritmické zesilovače .....	336
6.16	Lineární usměrňovače .....	339
	Příklad 6.14 Návrh elektronického voltmetru .....	340
6.17	Aktivní filtry .....	341

Příklad 6.15	Butterworthova aproximace dolní propusti pátého řádu .....	346
Příklad 6.16	Odvození přenosu dolní propusti druhého řádu .....	346
Příklad 6.17	Návrh dolní propusti druhého řádu .....	348
Příklad 6.18	Návrh složitějšího filtru .....	349
6.18	Integrátor a derivátor .....	352
6.19	Syntetické reaktance .....	355
Příklad 6.18	Pásmová zádrž s umělou indukčností .....	355
	Příloha-příklady zapojení s operačními zesilovači .....	359
<b>7.</b>	<b>GENERÁTORY .....</b>	<b>375</b>
7.1	Princip generátorů .....	375
7.2	LC oscilátory .....	375
7.3	Oscilátory s krystalem .....	378
7.4	Dynatronové oscilátory .....	378
Příklad 7.1	Tranzistorový jednobran se záporným dynamickým odporem .....	380
7.5	RC oscilátory .....	380
Příklad 7.2	Rozbor zapojení nízkofrekvenčního generátoru .....	382
7.6	Stabilizace amplitudy oscilací .....	383
Příklad 7.3	Návrh regulačního obvodu .....	384
Příklad 7.4	Návrh Wienova oscilátoru .....	387
7.7	Jiná řešení oscilátorů .....	388
Příklad 7.5	Oscilátory se dvěma integrátory .....	390
7.8	Záznějové generátory .....	392
7.9	Fázový závěs a syntéza kmitočtu .....	394
7.10	Fázové detektory .....	395
Příklad 7.6	Rozbor zapojení PLL CMOS 4046 .....	396
7.11	Násobičky kmitočtu .....	398
Příklad 7.7	Návrh tvarovacího ztrojovače kmitočtu .....	399
Příklad 7.8	Optimální nastavení pracovního bodu násobiče .....	401
Příklad 7.9	Násobič a syntezátor kmitočtu s obvodem fázového závěsu .....	403
7.12	Děliče kmitočtu .....	404
Příklad 7.10	Aplikace děličů kmitočtu .....	405
7.13	Napětím řízené generátory .....	406
Příklad 7.11	VCO z obvodu fázového závěsu 4046 .....	408
7.14	Generátory neharmonických kmitů .....	411
Příklad 7.12	Generátory se zdrojem proudu .....	411
7.15	Komparátory napětí .....	413
Příklad 7.13	Multivibrátor s operačním zesilovačem .....	416
Příklad 7.14	Blikač jako a stabilní klopný obvod .....	417
Příklad 7.15	Generátory trojúhelníkového průběhu .....	418
Příklad 7.16	Relaxační generátory s prvky s S charakteristikou .....	420

7.16	Funkční generátory .....	421
	Příklad 7.17 Zapojení s integrovaným generátorem XR8038 .....	421
	Příklad 7.18 Návrh pasivního tvarovače trojúhelník-sinus .....	423
	Příklad 7.19 Generátory schodového průběhu .....	425
7.17	Speciální generátory .....	426
<b>8.</b>	<b>NAPÁJECÍ ZDROJE .....</b>	<b>427</b>
8.1	Elektrochemické zdroje .....	427
8.2	Vlastnosti primárních článků .....	427
8.3	Akumulátorové články .....	428
8.4	Nabíjecí obvody článků .....	430
	Příklad 8.1 Příklady zapojení obvodů pro rychlé nabíjení článků .....	433
8.5	Síťové zdroje .....	434
8.6	Usměrňovače .....	435
8.7	Násobiče napětí .....	438
	Příklad 8.2 Experimentální ověření vlastností násobiče .....	439
	Příklad 8.3 Měníče napětí s 555 .....	440
8.8	Filtrace napětí .....	441
	Příklad 8.4 Návrh filtrační kapacity stabilizovaného zdroje .....	442
	Příklad 8.5 Návrh filtrační kapacity nestabilizovaného zdroje .....	443
8.9	Speciální usměrňovače .....	445
	Příklad 8.6 Řídící obvody tyristoru .....	446
8.10	Stabilizátory napětí .....	447
	Příklad 8.7 Sériový a paralelní stabilizátor s tranzistorem .....	449
8.11	Integrované stabilizátory .....	452
	Příklad 8.8 Návrh regulovatelného zdroje .....	454
	Příklad 8.9 Návrh symetrického stabilizovaného zdroje .....	455
8.12	Vícesvorkové stabilizátory .....	456
8.13	Stabilizátory s omezením proudu .....	457
	Příklad 8.10 Příklady zapojení s obvodem L200 .....	458
8.14	Stabilizátory proudu .....	460
8.15	Speciální stabilizátory .....	461
	Příklad 8.11 Zdroj se spínaným stabilizátorem L4960 .....	462
	<b>LITERATURA .....</b>	<b>467</b>
	<b>REJSTŘÍK .....</b>	<b>469</b>
	<b>Knihy nakladatelství BEN - technická literatura .....</b>	<b>474</b>
	<b>Program VISIO (kterým byly nakresleny obrázky) .....</b>	<b>478</b>