

# OBSAH

<b>1. Úvod</b>	<b>8</b>
<b>2. Základní vztahy</b>	<b>10</b>
2.1. Maticový popis dvojbranů	11
2.1.1. Vstupní a výstupní impedance dvojbranu	12
2.2. Elementární dvojbrany	12
2.2.1. Nulor	12
2.2.2. Ideální řízené zdroje napětí a proudu	13
2.2.3. Imitanční konvertory	15
2.2.4. Imitanční inventory	16
2.3. Zpětná vazba	17
2.3.1. Klasifikace elektronických zpětných vazeb	17
2.3.2. Vliv zpětné vazby na vstupní a výstupní impedanci	19
2.3.3. Vliv zpětné vazby na kmitočtovou závislost přenosu	20
2.3.4. Vliv zpětné vazby na kolísání zesílení soustavy	20
2.3.5. Vliv zpětné vazby na rušivé jevy ve zpětnovazební soustavě	21
2.3.6. Vliv zpětné vazby na stabilitu zpětnovazební soustavy	21
2.3.6.1. Nyquistovo a Bodeho kritérium stability	21
2.3.6.2. Imitanční kritérium stability.	23
2.4. Korekce zesilovačů	25
2.4.1. Integrovní korekce	26
2.4.2. Derivační korekce	27
2.4.3. Integročně-derivační korekce	28
<b>3. Tranzistorové zesilovače</b>	<b>29</b>
3.1. Nastavení a stabilizace pracovního bodu	29
3.1.1. Pracovní bod bipolárního tranzistoru	29
3.1.2. Pracovní bod unipolárního tranzistoru	33
3.1.3. Stabilizace polohy pracovního bodu	34
3.2. Jednostupňové tranzistorové zesilovače	35
3.2.1. Zesilovače s bipolárním tranzistorem	36
3.2.2. Zesilovač s unipolárním tranzistorem	39
3.3. Vazby zesilovačích stupňů	40
3.3.1. Stejnoseměrné vazby	41
3.3.2. Střídavé vazby	43
3.4. Rozdílový zesilovač	45
3.5. Kmitočtové charakteristiky zesilovačů	46
3.5.1. Kmitočtové charakteristiky tranzistorů	46
3.5.2. Millerův jev	47
3.5.3. Kmitočtové charakteristiky zesilovačů	49

<b>4. Operační zesilovače</b>	<b>52</b>
4.1. Ideální operační zesilovač	52
4.2. Rozdělení a parametry reálných oper. zesilovačů	53
4.2.1. Druhy operačních zesilovačů	53
4.2.2. Základní parametry reálného OZ	54
4.3. Vnitřní struktura, stabilita a korekce OZ	56
4.3.1. Vnitřní struktura OZ	56
4.3.2. Kmitočtová korekce OZ	57
4.4. Použití OZ	59
4.4.1. Základní zapojení s OZ	59
4.5. Chyby reálných operačních sítí	65
4.5.1. Vliv vstupního odporu $R_i$ a konečného zesílení $A_{OL}$	65
4.5.2. Vliv nedostatečného potlačení souhlasného signálu CMR	66
4.5.3. Vliv vstupních offsetů	67
4.5. Měření na operačních zesilovačích	68
4.6. Speciální operační zesilovače	71
4.6.1. Výkonové zesilovače	71
4.6.2. Izolační zesilovače	73
4.7. Komparátory	75
4.7.1. Ideální komparátor	76
4.7.2. Reálný komparátor	76
4.7.3. Komparátory s hysterezí	76
4.7.4. Speciální komparátory	78
<b>5. Relaxační generátory, převodníky U/f, f/U</b>	<b>80</b>
5.1. Jednoduché relaxační generátory	80
5.2. Přebudníky napětí / kmitočet	83
5.3. Monostabilní klopné obvody	85
5.4. Obvod NE555	86
5.5. Přebudníky kmitočet / napětí	89
<b>6. Harmonické oscilátory</b>	<b>92</b>
6.1. Oscilátory se záporným odporem	92
6.2. Zpětnovazební oscilátory	96
6.2.1. Zpětnovazební oscilátory RC	96
6.2.2. Stabilizace amplitudy kmitů RC oscilátorů	98
6.2.3. Zpětnovazební oscilátory LC	99
6.3. Krystalové oscilátory	101
<b>7. Počítačová simulace analogových obvodů</b>	<b>103</b>
7.1. Program PSpice	104
7.1.1. Vstupní soubor *.cir	104

7.1.2. Součástky v PSpice	110
7.1.3. Příkazy PSpice	118
7.1.4. Standardní modely součástek v PSpice	129
7.2. Program Probe	132
7.3. Program Schematics	135
7.3.1. Základní operace se Schematics	135
7.3.2. Tvorba schémat pomocí Schematics	139
<b>8. Aktivní filtry</b>	<b>143</b>
8.1. Přehled vlastností filtrů	143
8.1.1. Přenos filtru	143
8.1.2. Typy filtrů	145
8.1.2.1. Normalizované přenosy filtrů 1. a 2. řádu	147
8.1.2.2. Transformace filtrů	148
8.1.3. Aproximace filtrů	150
8.1.3.1. Výpočty přenosů filtrů	155
8.1.4. Filtry pro nízké kmitočty	158
8.2. Aktivní filtry s jedním operačním zesilovačem	160
8.2.1. Aktivní filtry 1. řádu	160
8.2.2. Aktivní filtry 2. řádu	164
8.2.2.1. Aktivní filtry s vícenásobnou ZV	165
8.2.2.2. Aktivní Filtry Sallen-Key	167
8.3. Aktivní filtry s větším počtem OZ	171
8.3.1. Filtry vyšších řádů	175
8.4. Aktivní filtry se syntetickými součástkami	176
8.5. Aktivní filtry s prepínanými kondenzátory	179
8.6. Počítačové modelování filtrů	182
8.6.1. Vliv vlastností součástek na parametry aktivních filtrů	182
8.6.2. Modelování aktivních filtrů v PSpice	183
<b>9. Fázový závěs</b>	<b>184</b>
9.1. Princip fázového závěsu	184
9.2. Funkční bloky fázového závěsu	187
9.2.1. Fázové detektory	187
9.2.2. Filtry	194
9.2.3. Napěťově řízené oscilátory	195
9.3. Přenos fázového závěsu	197
9.3.1. Přenos na výstup kmitočtu	197
9.3.2. Přenos na výstup napětí	198
9.3.3. Fázová chyba	198
9.3.4. Vliv filtru na chování fázového závěsu	200
9.4. Dynamické vlastnosti fázového závěsu	202

9.4.1. Pásmo udržení	203
9.4.2. Pásmo zachycení	204
9.4.3. Pásmo vtažení	205
9.4.4. Spektrální čistota výstupního signálu	208
9.5. Aplikace fázového závěsu	209
<b>10. Výkonové zesilovače</b>	<b>211</b>
10.1. Vlastnosti výkonových tranzistorů	211
10.1.1. Vlastnosti bipolárního výkonového tranzistoru	211
10.1.2. Vlastnosti výkonového tranzistoru MOS FET	214
10.2. Nelineární zkreslení v zapojení SE a SK	215
10.3. Třídy výkonových zesilovačů	218
10.3.1. Třída A	218
10.3.2. Třída B	220
10.3.3. Třída AB	223
10.3.4. Třída C	224
10.3.5. Třída D	225
10.4. Chlazení výkonových polovodičových součástek	229
10.5. Výkonové zesilovače třídy AB	233
10.5.1. Koncové stupně	234
10.5.2. Ochranné obvody koncových stupňů	239
10.5.3. Budící stupně	241
10.5.4. Zapojení výkonových zesilovačů	243
10.6. Počítačové modelování výkonových zesilovačů	245
<b>11. Nelineární obvody</b>	<b>249</b>
11.1. Spínače	249
11.2. Vzorkovací obvody	255
11.3. Paměť maxima	259
11.4. Násobičky	259
11.4.1. Násobička s proměnnou strmostí	261
11.4.2. Logaritmická násobička	266
11.4.3. Násobička s řízenými odpory	269
11.4.4. Kvadratická násobička	270
11.4.5. Impulsní násobička	270
11.4.6. Použití násobiček	271
11.5. Přesné usměrňovače	274
11.5.1. Půlvlnný přesný usměrňovač	274
11.5.2. Celovlnný přesný usměrňovač	276
11.5.3. Výběr maximální hodnoty	277
11.6. Omezovače	278
11.7. Generátory funkcí	279

<b>12. Převodníky A/D, D/A</b>	<b>282</b>
12.1. Kódování	282
12.2. A/D převodníky	283
12.2.1. Vzorkování analogového signálu	285
12.2.2. Kvantovací šum, efektivní počet bitů A/D převodníku	286
12.3. D/A převodníky	287
12.4. Principy převodu A/D	290
12.4.1. Paralelní A/D převodník	290
12.4.2. A/D převodník s postupnou aproximací	292
12.4.3. Sledovací A/D převodník	293
12.4.4. Integrační A/D převodník	294
12.4.5. $\Sigma$ - $\Delta$ A/D převodník	295
12.5. Principy převodu D/A	297
12.5.1. D/A převodník s váhovými odpory	297
12.5.2. D/A převodník s rezistorovou sítí R/2R	298
12.5.3. D/A převodník s kapacitorovou sítí	300
12.6. Analogový podsystém mikropočítače.	301
12.6.1. Galvanické oddělení analogových vstupů / výstupů	301
12.6.2. Moderní A/D převodník	304

<b>Literatura</b>	<b>305</b>
-------------------	------------

**Příloha A** – Přehled nejdůležitějších součástek a příkazů PSPICE

**Příloha B** – Počítačová simulace číslicových obvodů programem PSPICE

---

Autorem kapitol 1, 7, 8, 9, 10, 11 je Prof. Ing. Jiří Pinker, CSc.

Autorem kapitol 2, 3, 4, 5, 6, 12 je Ing. Václav Koucký, CSc.