

OBSAH

ÚVOD	7
1. BIPOLÁRNÍ TRANZISTOR JAKO TROJPÓL	11
1.1 Bipolární tranzistor a jeho náhradní schéma	11
1.1.1 Příklad	14
1.2 Charakteristiky bipolárního tranzistoru	16
1.2.1 Řešení obvodů s nelineárními prvky	18
1.2.2 Odečtení h-parametrů z charakteristik tranzistorů	19
1.2.3 Určení parametru y_{21} výpočtem	21
2. BIPOLÁRNÍ TRANZISTOR JAKO ZESILOVAČ	22
2.1 Zapojení se společným emitorem	22
2.2 Zapojení se společnou bází	24
2.3 Zapojení se společným kolektorem	29
2.4 Kaskoda SE-SB	31
2.5 Darlingtonovo zapojení	32
2.6 Porovnání kmitočtových charakteristik základních zapojení	33
3. VÍCESTUPŇOVÉ ZESILOVAČE S BIPOLÁRNÍMI TRANZISTORY	38
3.1 Zesilovač s odporově-kapacitní vazbou	38
3.1.1 Oblast středních kmitočtů	39
3.1.2 Oblast vysokých kmitočtů	39
3.1.3 Oblast nízkých kmitočtů	41
3.1.4 Vliv emitorového RC členu	42
3.1.5 Kmitočtové charakteristiky zisku a fáze	45
4. STABILIZACE KLIDOVÉHO PRACOVNÍHO BODU	45
4.1 Teplotní závislost zbytkového proudu	45
4.2 Stabilizace zápornou zpětnou vazbou na emitorovém rezistoru	46
4.3 Činitel stabilizace	47
4.3.1 Zvětšování R_E	49
4.3.2 Zmenšování R_B	49
5 POČETNÍ ŘEŠENÍ OBVODŮ S TRANZISTORY	53
6. ZPĚTNÁ VAZBA A JEJÍ VLIV NA VLASTNOSTI ZESILOVAČE	55
6.1 Princip zpětné vazby	55
6.2 Vliv zpětné vazby na výstupní napětí	56
6.3 Vliv sériové napěťové záporné zpětné vazby na vstupní a výstupní impedanci zesilovače	57
6.4 Vliv paralelní proudové záporné zpětné vazby na vstupní a výstupní impedanci zesilovače	58
6.5 Vliv kladné zpětné vazby	59
6.6 Vliv zpětné vazby na harmonické tj. nelineární zkreslení	59
6.6.1 Grafická (Rungeho) metoda určení zkreslení	61
6.6.2 Metoda pořadnic	62
6.7 Vícenásobné kombinované zpětné vazby v zesilovačích	64

7. ZESILOVAČE S UNIPOLÁRNÍMI TRANZISTORY	66
7.1 Unipolární tranzistor	66
7.2 Zesilovač s unipolárním tranzistorem s vodivým kanálem v zapojení se společným emitorem	69
7.3 Další zapojení zesilovačů s unipolárními tranzistory	75
7.4 Zesilovače s unipolárními tranzistory s PN přechodem	76
8. VÍCESTUPŇOVÉ ZESILOVAČE S UNIPOLÁRNÍMI TRANZISTORY	77
8.1 Oblast středních kmitočtů	79
8.2 Oblast vysokých kmitočtů	79
8.3 Oblast nízkých kmitočtů	81
8.4 Vliv emitorového $R_E C_E$ členu	82
8.5 Kmitočtové charakteristiky zisku a fáze	83
9. DALŠÍ VAZBY ZESILOVACÍCH STUPŇŮ	83
9.1 Selektivní (vysokofrekvenční) zesilovač	83
9.2 Přímá (stejnoseměrná, galvanická) vazba	86
9.3 Zesilovač s vazbou transformátorovou	88
9.3.1 Oblast středních kmitočtů	89
9.3.2 Oblast vysokých kmitočtů	90
9.3.3 Oblast nízkých kmitočtů	90
9.3.4 Kmitočtová charakteristika	91
10. VÝKONOVÉ ZESILOVAČE	92
10.1 Jednočinný koncový stupeň ve třídě A	92
10.2 Paralelní dvojčinný stupeň ve třídě B	95
10.3 Vysokofrekvenční výkonový zesilovač ve třídě C	102
11. IMPULSNÍ ZESILOVAČE	105
11.1 Zesilování velkých signálů	105
11.2 Tranzistor v impulsním režimu	108
11.3 Impulsní zesilovače	109
11.3.1 Zesilovač ve třídě D	110
11.3.2 Zesilovač ve třídě E	112
12. OSCILÁTORY	114
12.1 Oscilátor osazený prvkem se záporným diferenciálním odporem	114
12.2 Princip zpětnovazebních oscilátorů	115
12.3 LC oscilátory s kladnou zpětnou vazbou	118
12.3.1 Nelineární výklad činnosti oscilátoru	118
12.3.2 Lineární výklad činnosti oscilátorů	119
12.3.3 Ustálení amplitudy kmitů	120
12.4 Základní LC oscilátory	121
12.4.1 Meisnerův oscilátor	121
12.4.2 Reinartzův oscilátor	122
12.4.3 Hartleyův oscilátor	122
12.4.4 Colpittův oscilátor	123
12.4.5 Clappův oscilátor	126

12.5 Krystalové oscilátory	128
12.5.1 Piercův oscilátor.....	128
12.6 Určení potřebné střední efektivní strmosti z lineární teorie	129
12.7 Způsoby stabilizace amplitudy kmitů.....	130
12.8 RC oscilátory	132
12.9 Oscilátory tvarových kmitů	137
12.9.1 Generátor pilových kmitů	137
12.9.2 Samokmitající generátor pilových kmitů.....	138
13. SMĚŠOVAČE.....	139
13.1 Nelineární čili aditivní směšovače.....	139
13.1.1 Směšovač s nelineárním dvojpólem.....	139
13.1.2 Směšovače s nelineárním trojpolovým prvkem	141
13.2 Parametrické čili multiplikativní směšovače	142
13.3 Symetrizované soustavy	144
13.4 Stanovení polaritý kombinační složky	146
13.5 Výkonové poměry při směšování	147
13.6 Amplitudové modulátory s tranzistory	152
14 OPERAČNÍ ZESILOVAČ.....	154
14.1 Složení operačního zesilovače.....	154
14.1.1 Ochranné obvody operačního zesilovače.....	157
14.1.2 Kmitočtová charakteristika operačního zesilovače.....	158
14.1.3 Převodní charakteristika operačního zesilovače	161
14.2 Obvody s operačními zesilovači obecně	162
14.2.1 Stabilita obvodu s operačním zesilovačem	162
14.2.2 Rychlost přeběhu	163
14.2.3 Návrh zpětnovazební odporové sítě.....	164
14.2.4 Kompenzace vstupních proudů.....	165
14.2.5 Vliv vstupních kapacit	166
14.2.6 Napěťová nesymetrie	167
14.2.7 Reálný operační zesilovač.....	168
15 ZÁKLADNÍ OBVODY S OPERAČNÍMI ZESILOVAČI S LINEÁRNÍ ZPĚTNOU VAZBOU	169
15.1 Neinvertující zapojení.....	169
15.2 Invertující zapojení	171
15.3 Zdroj proudu řízený napětím	172
15.4 Invertující sumátor	173
15.5 Neinvertující sumátor.....	174
15.6 Rozdílový zesilovač.....	175
15.7 Přístrojový zesilovač.....	176
16 ZÁKLADNÍ OBVODY S KMITOČTOVĚ ZÁVISLOU ZPĚTNOU VAZBOU.....	177
16.1 Aktivní RC filtry.....	177
16.1.1 Butterworthova aproximace.....	177
16.1.2 Čebyševova aproximace	179
16.2 Princip aktivních filtrů.....	180

16.3 Syntéza obvodů porovnáním se zadanou přenosovou funkcí.....	181
16.3.1 Příklad	184
16.4 Tabulky (katalog) pro kaskádní návrh filtrů.....	185
16.5 Vliv reálného operačního zesilovače na průběh charakteristiky	186
16.6 Syntéza obvodů užitím grafů signálových toků	188
16.6.1 Konstrukce grafu na základě přímé realizační struktury	189
16.6.2 Konstrukce grafu na základě zavedení vnitřní proměnné.....	191
16.7 Zesilovače s filtrem soustředěné selektivity	192
16.7.1 Filtr LC normovaná dolní propust	192
16.7.2. Transformace (normované) dolní propusti na jiný typ filtru	194
16.7.3 Stanovení řádu filtru	196
16.7.4 Stanovení mezních kmitočtů a šířky pásma.....	197
16.7.5 Stanovení přenosové funkce pro obecný pokles na mezním kmitočtu	198
16.8 Užití počítače pro návrh filtrů	200
16.9 Citlivostní analýza filtru	202
17 OSCILÁTORY S OPERAČNÍM ZESILOVAČEM.....	204
17.1 Oscilátor s Wienovým článkem.....	204
17.2. Multivibrátor s operačním zesilovačem	206
18 ZÁKLADNÍ OBVODY S OPERAČNÍMI ZESILOVAČI S NELINEÁRNÍ ZPĚTNOU VAZBOU	210
18.1 Funkční měniče s referenčními diodami	211
18.2 Diodové funkční měniče.....	213
LITERATURA.....	215