

PODROBNÝ OBSAH

1	PŘENOSOVÉ VLASTNOSTI PASIVNÍCH LINEÁRNÍCH KOMPLEXNÍCH JEDNOBRANŮ A DVOJBRANŮ	9
1.1	Úvod	10
1.2	Časové charakteristiky obvodu – přechodné děje	10
1.3	Přechodné charakteristiky obvodů prvního řádu	12
1.3.1	Přechodný děj v obvodu s kondenzátorem	12
1.3.1.1	Nabíjení kondenzátoru	12
1.3.1.2	Vybíjení kondenzátoru	16
1.3.2	Přechodný děj v obvodu s cívkou	18
1.3.2.1	Nabíjení cívky	18
1.3.2.2	Vybíjení cívky	21
1.3.2.3	Porovnání přechodných jevů v obvodech s cívkou a s kondenzátorem	23
1.3.3	RC a RL články v impulzních obvodech	24
1.3.3.1	RC a RL článek v obvodu s jedním impulzem	24
1.3.3.2	RC a RL článek v prostředí s řadou impulzů	27
1.3.3.3	Vstupní impulzy jsou symetrické vůči zemi	32
1.4	Pasivní lineární obvodové prvky v prostředí harmonického signálu	35
1.4.1	Stručné zopakování závěrů o ideálních prvcích v prostředí harmonického signálu	35
1.4.2	Vázané cívky v prostředí harmonického signálu	38
1.4.3	Impedance, admitance, vodivost (konduktance), susceptance	39
1.5	Základní pasivní RC a RL obvody v prostředí harmonického signálu ..	40
1.5.1	Kmitočtová charakteristika (frequency response)	40
1.5.1.1	Napětový přenos signálu dvojbranem	41
1.5.1.2	Integrační RC článek v prostředí harmonického signálu	43
1.5.1.3	Derivační RC článek v prostředí harmonického signálu	54
1.5.1.4	Integrační LR článek v prostředí harmonického signálu	58
1.5.1.5	Derivační RL článek v prostředí harmonického signálu	59
1.5.2	Zatížený RL a RC článek	59
1.5.2.1	Integrační článek RC zatížený rezistorem RZ	59
1.5.2.2	Integrační RC článek zatížený kondenzátorem CZ	64
1.5.2.3	Derivační RC článek zatížený kondenzátorem	65
1.5.2.4	Derivační RC článek zatížený rezistorem RZ	68
1.5.2.5	Zatížený LR článek	68
1.6	Přenosové funkce složených RC a RL dvojbranů	73
1.6.1	Napětové přenosové funkce složených elektronických obvodů	73
1.6.2	Přenosové funkce složených RC a RL obvodů	75
1.6.2.1	Složené integrační RC články s oddělovacím členem	75
1.6.2.2	Složené integrační RC články bez oddělovacího členu	78
1.6.2.3	Složené derivační články	80

1.6.2.4	Spojení derivačního a integračního článku	81
1.6.2.5	Složené integrační a derivační RL články	85
1.7	Jednoduché RLC články	88
1.7.1	Přechodný děj v RLC obvodu	88
1.7.2	Sériový RLC obvod v prostředí harmonického signálu	92
1.7.2.1	Impedance sériového obvodu RLC	93
1.7.2.2	Proudový přenos šířka pásma a činitel jakosti Q	97
1.7.2.3	Sériový RLC obvod jako dvojbran	99
1.7.3	Paralelní RLC obvod v prostředí harmonického signálu	103
1.7.4	Napájení rezonančních obvodů	107
2	PASIVNÍ KMITOČTOVÉ FILTRY 1. A 2. ŘÁDU	109
2.1	Selektivní filtry	110
2.2	Pasivní filtry 1. řádu	111
2.3	Pasivní filtry druhého řádu	113
2.3.1	Filtry RC 2. řádu	113
2.3.1.1	Dolní, horní a pásmové propusti RC	113
2.3.1.2	Pásmové zádrže RC	120
2.3.2	Filtry RLC 2. řádu	123
2.4	konstrukce modulové charakteristiky z obvodové funkce	125
3	ANALÝZA ČASOVĚ PROMĚNNÝCH SIGNÁLŮ	129
3.1	Časová závislost periodických signálů	131
3.2	Kmitočtová závislost signálů – spektrální analýza	132
3.2.1	Harmonické signály	132
3.2.2	Spektrální analýza periodického signálu	133
3.3	Určení harmonických složek periodického signálu	134
3.3.1	Fourierovy řady	134
3.3.2	Diskrétní Fourierova transformace a rychlá Fourierova transformace	138
4	ZESILOVAČE	141
4.1	Úvod	142
4.1.1	Definice zesilovače	142
4.1.2	Hlavní typy zesilovačů	143
4.1.3	Důležité obecné parametry zesilovačů	145
4.1.4	Vícestupňové zesilovače	151
4.2	Zpětná vazba	153
4.2.1	Princip a základní druhy zpětné vazby	153
4.2.1.1	Kladná a záporná zpětná vazba	155
4.2.1.2	Vliv zpětné vazby na přenosové vlastnosti zesilovačů	159
4.2.1.3	Základní druhy zpětné vazby vzhledem k zapojení	161
4.2.2	Stabilita zesilovače se zpětnou vazbou	166

4.2.2.1	Zjištění stability pomocí Bodeho charakteristik	166
4.2.2.2	Nyquistovo kritérium stability	168
4.2.3	Parazitní zpětná vazba	170
4.3	Zesilovače s bipolárními tranzistory	173
4.3.1	Teplotní, kmitočtové a šumové vlastnosti bipolárních tranzistorů	173
4.3.2	Nastavení pracovního bodu tranzistoru	178
4.3.3	Teplotní stabilizace nastavení pracovního bodu	182
4.3.3.1	Stabilizace pracovního bodu zavedením záporné zpětné vazby	182
4.3.3.2	Kompenzační metody stabilizace pracovního bodu tranzistoru	188
4.3.4	Napěťové nízkofrekvenční jednostupňové zesilovače v zapojení se společným emitorem	190
4.3.4.1	Oblast dolních kmitočtů	192
4.3.4.2	Oblast středních kmitočtů	195
4.3.4.3	Oblast horních kmitočtů	197
4.3.4.4	Orientační návrh tranzistorového zesilovače v zapojení se společným emitorem	198
4.3.5	Zapojení nízkofrekvenčního zesilovače se společným kolektorem	201
4.3.6	Vícestupňové tranzistorové zesilovače	203
4.3.6.1	Střídavé vazby	203
4.3.6.2	Stejnoseměrné vazby	206
4.4	Zesilovače s unipolárními tranzistory	209
4.4.1	Nastavení pracovního bodu unipolárních tranzistorů	212
4.4.2	Zapojení se společným emitorem	213
4.5	Diferenční (rozdílové) zesilovací stupně	219
4.5.1	Zesílení rozdílového signálu	222
4.5.2	Zesílení souhlasného signálu	225
4.5.3	Důležité parametry diferenčních zesilovačů	226
4.5.3.1	Činitel potlačení souhlasného signálu (Common Mode Rejection Ratio-CMRR)	226
4.5.3.2	Vstupní napěťová a proudová nesymetrie	226
4.5.3.3	Vstupní a výstupní odpor	227
4.5.3.4	Teplotní závislosti diferenčního zesilovače	228
4.5.4	Diferenční zesilovač a velký signál	229
4.5.5	Zdroje konstantního proudu	230
4.5.6	Použití proudových zrcadel v diferenčních zesilovačích	233
4.5.7	Příklad orientačního výpočtu diferenčního zesilovače	235
4.6	Koncové a výkonové zesilovací stupně	238
4.6.1	Třídy zesilovačů	238
4.6.1.1	Analogové třídy zesilovačů	238
4.6.1.2	Realizace analogových koncových výkonových zesilovačů	245
4.6.1.3	Příklad orientačního návrhu dvojčinného zapojení	252
4.6.2	Třídy spínaných zesilovačů	253
4.6.2.1	Zesilovače třídy D a I	254
4.6.2.2	Zesilovač třídy T	257
4.6.2.3	Zesilovače třídy E, F	257

4.6.3	Porovnání vlastností jednotlivých tříd zesilovačů	258
4.6.4	Chlazení tranzistorů výkonových stupňů	259
4.7	Širokopásmové (obrazové) zesilovače	261
4.7.1	Hlavní způsoby provádění korekcí	261
4.7.1.1	Korekce v oblasti dolních kmitočtů	261
4.7.1.2	Korekce v oblasti vysokých kmitočtů	262
4.7.2	Zesilování impulzních signálů	263
4.8	Vysokofrekvenční zesilovače	264
4.8.1	Úvod	264
4.8.2	Širokopásmové vysokofrekvenční zesilovače	265
4.8.3	Vysokofrekvenční zesilovače se selektivní zátěží	266
4.9	Závěr	273
DODATKY		275
DODATEK A		276
DODATEK B		279
KNIHY NAKLADATELSTVÍ BEN – TECHNICKÁ LITERATURA		282
KONTAKTY NA PRODEJNY TECHNICKÉ LITERATURY		286

O KNIZE

Vývoj aplikací elektronických systémů je založen na širokém využití integrovaných obvodů a jejich stále se rozšiřujících funkčních schopností. Ačkoliv pro nerůznější aplikace elektroniky běžně používáme monolitické či hybridní integrované obvody jako elektronické funkční bloky a integrované zesilovače jsou dnes stejně dostupnými součástkami jako tranzistory (někdy i za podobnou cenu), měli bychom před jejich použitím pochopit princip činnosti základních elektronických obvodů, které tvoří základ vnitřní obvodové struktury těchto funkčních bloků.

Proto je tento díl učebnice zaměřen na výklad chování jednoduchých elektrických RC, RL a RLC obvodů v prostředí impulzních a harmonických signálů. Jsou zde popsány přechodné děje a přenosové vlastnosti základních dvojbranů v kmitočtové oblasti.

Velká část textu je věnována použití tranzistorů ve funkci zesilovacích stupňů. Vhodným složením různých typů zesilovacích stupňů potom dojdeme k principu operačních zesilovačů, integrovaných výkonových, vysokofrekvenčních a širokopásmových zesilovačů. Pochopení této části usnadní pochopení vlastností a aplikačních schopností integrovaných funkčních bloků, mezi které, kromě již zmíněných operačních a dalších typů zesilovačů, můžeme zařadit analogově číslicové obvody až po analogově-číslíkové programovatelné integrované funkční bloky používané např. pro moderní formy přenosu a zpracování informací.

Třebaže vedlo používání integrovaných obvodů ke zlepšování technických parametrů, ke zvyšování spolehlivosti, zmenšování rozměrů, snižování energetické spotřeby a ceny elektronických zařízení, přesto se někdy neobejdeme bez použití diskrétních součástek. Jako příklad je možné uvést třídu zesilovačů označovaných jako High-End, u kterých je možné dosáhnout nejvyšších kvalitativních parametrů pouze zapojeními s diskrétními součástkami.

Probíraná látka předpokládá znalost matematiky na úrovni střední školy, čtenář by měl být seznámen s vlastnostmi základních obvodových prvků, bipolárních a unipolárních tranzistorů na úrovni 1. a 2. dílu této učebnice.