

Obsah

1 ÚVOD	7
1.1 ZAŘAZENÍ PŘEDMĚTU VE STUDIJNÍM PROGRAMU	7
1.2 CÍL PŘEDMĚTU	7
1.3 ANOTACE PŘEDMĚTU	7
1.4 VSTUPNÍ TEST	7
2 ELEKTRONICKÉ OBVODY	9
2.1 ZÁKLADNÍ POJMY A DĚLENÍ OBVODŮ	9
2.2 ZÁKONY A TEORÉMY V ELEKTRONICKÝCH OBVODECH	9
2.2.1 Proudový Kirchhoffův zákon a jeho zobecnění	9
2.2.2 Princip superpozice	10
2.2.3 Théveninův teorém	11
2.2.4 Nortonův teorém	13
2.2.5 Teorém o přenosu maximálního výkonu	14
2.2.6 Teorém reciprocity	15
3 OBVODOVÉ FUNKCE A PARAMETRY	16
3.1 ZÁKLADNÍ OBVODOVÉ FUNKCE	16
3.2 KMITOČTOVÉ CHARAKTERISTIKY	17
3.3 PÓLY A NULOVÉ BODY	19
3.4 Maticové parametry dvojbranů	21
3.5 Obrazové parametry dvojbranů	21
4 MODELOVÁNÍ SKUTEČNÝCH OBVODOVÝCH PRVKŮ	23
4.1 FILOZOFIE MODELOVÁNÍ	23
4.2 APROXIMACE NELINEÁRNÍCH CHARAKTERISTIK	23
4.3 LOKÁLNÍ A GLOBÁLNÍ MODELY	24
4.4 MODELOVÁNÍ SKUTEČNÉ POLOVODIČOVÉ DIODY	25
4.4.1 Podrobný rezistivní model polovodičové diody	25
4.4.2 Určování parametrů diody	26
4.4.3 Jednoduchý model diody	26
4.4.4 Modelování setrvačných vlastností diody	27
4.4.5 Specifikace parametrů diody	27
4.5 MODELOVÁNÍ BIPOLÁRNÍHO TRANZISTORU	28
4.5.1 Globální nelineární modely bipolárního tranzistoru	28
4.5.2 Specifikace parametrů BJT	29
4.5.3 Lokální lineární modely BJT	29
4.5.4 Modelování BJT v oblasti VF	31
4.6 MODELOVÁNÍ UNIPOLÁRNÍHO TRANZISTORU	32
4.6.1 Lokální lineární model FETu	32
4.6.1 Globální nelineární model FETu	33
4.7 MODELOVÁNÍ TRIODY	34
4.8 MODELOVÁNÍ FUNKČNÍCH BLOKŮ	34
4.9 MODELY REÁLNÉHO OPERAČNÍHO ZESILOVAČE	34
5 TOPOLOGIE ELEKTRONICKÝCH OBVODŮ	37
5.1 ZÁKLADNÍ POJMY	37
5.2 POPIS INCIDENČNÍMI MATICEMI	39

5.3	SOUBOR ŘEZŮ GRAFU.....	40
5.4	INCIDENČNÍ MATICE SMYČEK A VĚTVÍ.....	41
6	ZÁKLADNÍ MATICOVÉ METODY ANALÝZY OBVODŮ	42
6.1	ANALÝZA LINEARIZOVANÝCH OBVODŮ	42
6.2	METODA SMYČKOVÝCH PROUDŮ	42
	6.2.1 <i>Princip MSP</i>	42
	6.2.2 <i>Algoritmus sestavování impedanční matice vhodný pro počítač</i>	43
	6.2.3 <i>Určování obvodových funkcí pomocí algebraických doplňků</i>	45
6.3	METODA UZLOVÝCH NAPĚTÍ	45
	6.3.1 <i>Princip MUN</i>	45
	6.3.2 <i>Algoritmus sestavování admitanční matice vhodný pro počítač</i>	47
	6.3.3 <i>Určování obvodových funkcí pomocí algebraických doplňků</i>	48
	6.3.4 <i>Úplný admitanční popis soustavy</i>	48
7	ANALÝZA OBVODŮ S REGULÁRNÍMI DVOJBRANY A VÍCEBRANY	51
7.1	METODA SMYČKOVÝCH PROUDŮ ZOBECNĚNÁ PRO REGULÁRNÍ VÍCEBRANY	51
7.2	METODA UZLOVÝCH NAPĚTÍ ZOBECNĚNÁ PRO REGULÁRNÍ VÍCEBRANY	55
8	ANALÝZA OBVODŮ S NEREGULÁRNÍMI PRVKY	58
8.1	NEREGULÁRNÍ PRVKY A FUNKČNÍ BLOKY	58
8.2	PRINCIP ANALÝZY ZALOŽENÉ NA METODĚ LINEÁRNÍ TRANSFORMACE	60
8.3	TRANSFORMACE POMOCÍ OPERACÍ S ŘÁDKY A SLOUPCI	61
8.4	ANALÝZA SOUSTAV S IDEÁLNÍMI ZESILOVAČI	63
8.5	ILUSTRATIVNÍ PŘÍKLADY ŘEŠENÍ NEREGULÁRNÍCH OBVODŮ.....	65
9	METODY SMÍŠENÉHO POPISU OBVODŮ	69
9.1	MODIFIKOVANÁ METODA UZLOVÝCH NAPĚTÍ	69
9.2	DIAKOPTICKÁ HYBRIDNÍ METODA	72
10	METODA ORIENTOVANÝCH GRAFŮ	74
10.1	PODSTATA METODY	74
10.2	KONSTRUKCE GRAFU MC	74
10.3	VYHODNOCENÍ GRAFU MC	75
10.4	TRANSFORMAČNÍ GRAFY NEREGULÁRNÍCH PRVKŮ	77
10.5	GRAFY SIGNÁLOVÝCH TOKŮ	80
11	ELEKTRONICKÝ OBVOD JAKO SOUSTAVA.....	83
11.1	OBVOD JAKO LINEÁRNÍ DYNAMICKÁ SOUSTAVA	83
11.2	OBECNÉ VLASTNOSTI PŘENOSOVÉ SOUSTAVY OBVODŮ.....	84
	11.2.1 <i>Ideální přenosová soustava</i>	84
	11.2.2 <i>Souvislost mezi časovými a kmitočtovými charakteristikami</i>	85
	11.2.3 <i>Podmínky realizovatelnosti přenosové soustavy</i>	85
	11.2.4 <i>Obvody s minimálním a neminimálním argumentem</i>	86
	11.2.5 <i>Hilbertova transformace</i>	87
	11.2.6 <i>Všepropustné fázovací dvojbrany</i>	88
11.3	UZAVŘENÁ SOUSTAVA A JEJÍ POPIS	88
11.4	OSILAČNÍ PODMÍNKY	90
11.5	STABILITA SOUSTAV LINEARIZOVANÝCH OBVODŮ	91
	11.5.1 <i>Nyquistovo kritérium</i>	92
	11.5.2 <i>Bodeho kritérium</i>	93

11.6	ZPĚTNÁ VAZBA V ELEKTRONICKÝCH OBVODECH	94
11.6.1	Princip zpětné vazby	94
11.6.2	Základní rovnice zpětné vazby	95
11.6.3	Druhy zpětné vazby dle zapojení	95
11.6.4	Vliv zpětné vazby na parametry obvodu	96
11.6.5	Zapojení zpětné vazby v zesilovačích	97
12	METODY ŘEŠENÍ NELINEÁRNÍCH OBVODŮ	100
12.1	OBEČNĚ O ANALÝZE NELINEÁRNÍCH OBVODŮ	100
12.2	NELINEÁRNÍ DVOJPÓLY A DVOJBRANY	100
12.3	LINEARIZACE	102
12.3.1	Linearizace neřízeného nelineárního rezistoru	102
12.3.2	Linearizace řízeného nelineárního rezistoru	103
12.3.3	Linearizace nelineárního dvojbramu	103
12.4	GRAFICKÉ METODY	104
12.5	ANALYTICKÉ METODY	107
12.5.1	Principy zjednodušování řešení	107
12.5.2	Stavy a děje v nelineárních obvodech	109
12.5.3	Metoda stavových proměnných	110
12.5.4	Řešení nelineárních obvodů 2. řádu	111
12.5.5	Metoda linearizace po částech	113
12.5.6	Metoda ekvivalentní linearizace	113
12.5.7	Metoda pomalu se měnící amplitudy	114
12.6	NUMERICKÉ METODY ŘEŠENÍ NELINEÁRNÍCH OBVODŮ	114
12.6.1	Stejnoseměrná analýza obvodů	114
12.6.2	Řešení setrvačných obvodů	116
12.7	URČENÍ SPEKTRA SIGNÁLŮ V NELINEÁRNÍCH OBVODECH	117
12.7.1	Působení jednoho harmonického signálu na nelineární rezistor	117
12.7.2	Určení složek spektra	118
12.7.3	Určení složek spektra proudu při aproximaci mocninovým polynomem	118
12.7.4	Určení složek spektra proudu při aproximaci exponenciálou	119
12.7.5	Určení složek spektra proudu při aproximaci lomenou přímkou	120
12.7.6	Působení několika harmonických signálů na nelineární rezistor	121
12.7.7	Princip harmonické a energetické rovnováhy	122
12.7.8	Spektrální analýza signálů v parametrických obvodech	123
12.7.9	Obecné vztahy mezi výkony	123
13	CITLIVOSTNÍ ANALÝZA OBVODŮ	125
13.1	DEFINICE ZÁKLADNÍCH CITLIVOSTÍ	125
13.2	CITLIVOST OBVODOVÉ FUNKCE	126
13.3	CITLIVOST KMITOČTOVÝCH CHARAKTERISTIK	128
13.4	CITLIVOST PÓLŮ A NULOVÝCH BODŮ	129
13.5	CITLIVOST PARAMETRŮ PÓLŮ	130
13.6	SOUČIN ZISKU A CITLIVOSTI	131
13.7	VÍCEPARAMETROVÉ SOUHRNNÉ CITLIVOSTI	131
13.8	INVARIANCE CITLIVOSTÍ	133
14	TOLERANČNÍ ANALÝZA A SYNTÉZA OBVODŮ	135
14.1	PRINCIP	135
14.2	NÁHODNÝ CHARAKTER PARAMETRŮ PRVKŮ	137

15 ANALÝZA ŠUMU V ELEKTRONICKÝCH OBVODECH.....	141
15.1 ŠUM V ELEKTRONICKÝCH OBVODECH	141
15.1.1 Tepelný šum rezistoru.....	141
15.1.2 Tepelný šum u obecné impedance	142
15.1.3 Výšťelový šum.....	143
15.1.4 Blikavý šum	144
15.1.5 Kmítőčtová závislost šumového výkonu	144
15.2 ŠUMOVÉ MODELY.....	144
15.2.1 Šumový model bipolárního tranzistoru	145
15.2.2 Šumový model unipolárního tranzistoru	146
15.2.3 Šumový model operačního zesilovače	147
15.3 DALŠÍ ŠUMOVÉ PARAMETRY	148
15.3.1 Šumová šířka pásma.....	148
15.3.2 Šumové číslo.....	149
15.3.3 Míra šumu	149
15.3.4 Vlastní šumová teplota obvodu	150
16 ZÁKLADY SYNTÉZY OBVODŮ	151
16.1 ÚVOD DO SYNTÉZY OBVODŮ	151
16.2 SYNTÉZA OBVODŮ RLC	152
16.2.1 Imitační funkce dvojpólů RLC.....	152
16.2.2 Vlastnosti pozitivně reálných funkcí.....	153
16.2.3 Imitační funkce dvojpólů RC a RL	154
16.2.4 Imitační funkce dvojpólů LC	154
16.2.5 Syntéza dvojpólů RLC	155
16.2.6 Rozklad pozitivně reálné funkce na řetězový zlomek	155
16.2.7 Rozklad pozitivně reálné funkce na parciální zlomek	157
17 MODERNÍ ANALOGOVÉ OBVODY	159
17.1 OBVODY SE SPÍNANÝMI KAPACITORY.....	159
17.1.1 Vlastnosti obvodů se spínanými kapacitory	159
17.1.2 Obvod SC simulující rezistor.....	160
17.1.3 Integrátory SC	160
17.1.4 Složitější obvody SC	161
17.2 OBVODY SE SPÍNANÝMI PROUDY	161
17.2.1 Vlastnosti obvodů se spínanými proudy.....	161
17.2.2 Základní paměťový blok SI	162
17.2.3 Integrátory SI	162
17.2.4 Složitější obvody SI.....	163
17.3 OBVODY V PROUDOVÉM MÓDU	164
17.3.1 Různé druhy pracovních módů.....	164
17.3.2 Přidružená transformace.....	165
17.3.3 Obvody s proudovými konvejory.....	166
17.3.4 Proudové integrátory	168
17.3.5 Univerzální vícefunkční filtry v proudovém módu	169
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	170