



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta elektrotechnická

AKTIVNÍ MIKROVLNNÉ OBVODY

Prof. Ing. Karel Hoffmann, CSc.
Ing. Přemysl Hudec, CSc.
Ing. Vratislav Sokol

Obsah

1.	Úvod	1
2.	Základní principy vysokofrekvenční a mikrovlnné techniky	2
2.1	VF a mikrovlnná technika	2
2.2	VF a mikrovlnné systémy	2
2.3	Důvody impedančního přizpůsobování	5
2.4	S-parametry, Smithův a polární diagram	10
2.5	Stabilita dvoubranu	16
2.6	Návrh úzkopásmového impedančního přizpůsobení	22
2.7	Návrh širokopásmového impedančního přizpůsobení	27
2.7.1	Analytické metody	30
2.7.2	Iterační metody	36
2.8	Realizace aktivních mikrovlnných obvodů v planárních strukturách	39
3.	Mikrovlnné tranzistory a diody	41
3.1	Historický vývoj mikrovlnných tranzistorů	41
3.2	Základní parametry mikrovlnných tranzistorů	42
3.3	Bipolární tranzistory BJT	42
3.4	Bipolární tranzistory s heteropřechody HBT	51
3.5	Unipolární tranzistory MESFET	54
3.6	Unipolární tranzistory s heteropřechody HEMT	64
3.7	Základní aplikace mikrovlnných diod	68
3.8	Diody Schottky bariérové diody	68
3.9	Varaktory s přechodem P ⁺ N	73
3.10	SRD varaktory	76
3.11	PIN diody	78
3.12	Tunelové diody	82
3.13	Lavinové diody	84
3.14	Gunnovy diody	87
4.	Tranzistorové zesilovače	90
4.1	Rozdělení tranzistorových zesilovačů	90
4.2	Parametry a struktura VF zesilovačů	91
4.3	Odvození základních návrhových vztahů	93
4.4	Zesilovače s absolutně stabilním tranzistorem – úzkopásmový návrh	100
4.5	Zesilovače s potenciálně nestabilním tranzistorem – úzkopásmový návrh	102
4.6	Nízkošumové zesilovače – úzkopásmový návrh	105
4.7	Širokopásmové zesilovače	116
4.7.1	Širokopásmové zesilovače s bezeztrátovým přizpůsobením	116
4.7.2	Balanční zesilovače	118
4.7.3	Širokopásmové zesilovače s odporovými prvky	120
4.7.4	Zesilovače se ztrátovým přizpůsobením	120
4.7.5	Zpětnovazební zesilovače	122
4.7.6	Zesilovače s postupnou vlnou	124
4.8	Výkonové zesilovače	127
4.8.1	Základní parametry a třídy výkonových zesilovačů	127
4.8.2	Zesilovač třídy A	130

4.8.3	Zesilovače s redukcí úhlu otevření	135
4.8.4	Spínací zesilovače	137
4.8.5	Harmonicky laděné zesilovače	139
4.8.6	Nelineární zkreslení	140
5.	Oscilátory	143
5.1	Diodové oscilátory	143
5.1.1	Pracovní bod	143
5.1.2	Stabilita pracovního bodu	146
5.1.3	Příklady konstrukčních řešení	150
5.2	Tranzistorové oscilátory	153
5.2.1	Aktivní rezonanční obvody	153
5.2.2	Dvoubranový návrh	158
5.2.3	Příklady konstrukčních řešení	163
6.	Směšovače	165
6.1	Základní pojmy	165
6.2	Jednodiodový směšovač	169
6.3	Balanční směšovače	174
7.	Frekvenční násobiče	179
7.1	Základní pojmy	180
7.2	Varistorové násobiče	180
7.3	Varaktorové násobiče na bariérové kapacitě	183
7.4	SRD násobiče	193
7.5	Tranzistorové násobiče	196