

## Circuite de Telecomunicații 2007-2008

### Cuprins

<b>1. Modularea și Demodularea – o trecere în revistă</b>	<b>1-39</b>
1.1.. Modulații de amplitudine	4
1.1.1.Modulația de amplitudine standard	5
1.1.2.Modulația de amplitudine cu purtătoarea suprimată MA-PS	7
1.1.3.Modulația de amplitudine cu bandă laterală unică	13
1.1.4.Modulația de amplitudine în cuadratură (QAM)	15
1.2.. Modulații cu anvelopă constantă	24
1.3.. Tehnici de acces multiplu	29
1.3.1.Tehnica de acces multiplu cu divizare în frecvență (FDMA)	31
1.3.2.Tehnica de acces multiplu cu divizare în timp (TDMA)	34
1.3.3.Tehnica de acces multiplu CDMA	36
<b>2. Structuri de emisie și recepție</b>	<b>1-47</b>
2.1.. Generarea și detecția semnalelor MA	2
2.1.1.Modulatorul în comutație	4
2.1.2.Modulatorul Gilbert și modulatorul echilibrat	6
2.1.3.Generarea modulației de amplitudine în cuadratură (QAM)	8
2.1.4.Modulator MA-BLU cu defazare (Hartley)	9
2.1.5.Modulator MA-BLU cu heterodinare și eliminarea benzii laterale nedorite	11
2.2.. Recepția semnalelor MA	13
2.2.1.Receptor rudimentar de MA: detectorul de anvelopă	13
2.2.2.Receptoare MA cu amplificare	15
2.2.3.Receptoare MA heterodină și superheterodină	19
2.2.4.Mixerul cu rejecție pe imagine	26
2.2.5.Receptorul homodină	29
2.2.6.Receptoare cu conversie directă (Zero-IF)	32
2.3.. Circuite pentru emisia și recepția semnalelor cu modulație de anvelopă constantă	36

2.3.1. Modulator de fază de bandă îngustă	37
2.3.2. Generarea semnalelor MF	38
2.3.3. Demodularea semnalelor MF	43
<b>3. Zgomot și distorsiuni în circuitele RF</b>	<b>1-35</b>
3.1.. Efectul zgomotului și distorsiunilor asupra circuitelor electrice	2
3.2.. Zgomotul circuitelor electrice	3
3.2.1. Surse de zgomot	4
3.2.2. Caracterizarea și combinarea surselor de zgomot	6
3.2.3. Factorul de zgomot a diporturilor	8
3.2.4. Temperatura de zgomot a diporturilor	11
3.2.5. Factorul de zgomot pentru un lanț de diporturi conectați în cascadă	12
3.2.6. Calculul sensibilității receptoarelor radio	16
3.3.. Distorsiunile circuitelor electrice	19
3.3.1. Distorsiuni de neliniaritate la amplificatoarele RF	19
3.3.2. Punctul de compresie cu 1 dB	23
3.3.3. Distorsiuni de intermodulație	25
3.3.4. Blocare și desensibilizare	27
3.3.5. Intermodulația	28
3.3.6. Distorsiunea <i>Hum-modulation</i>	30
3.3.7. Punctul de interceptie de ordinul 3 ( <i>IP3</i> )	31
3.3.8. Gama dinamică a unui amplificator	35
<b>4. Circuite pasive de radiofrecvență (RF)</b>	<b>1-55</b>
4.1.. Puterea și adaptarea de putere în circuitele de telecomunicații	3
4.2.. Circuitul rezonant paralel	6
4.3.. Circuitul rezonant serie	11
4.4.. Conversii serie-paralel	14
4.4.1. Transformatoare de impedanță cu circuite LC	17
4.4.2. Circuite de adaptare LC cu controlul benzii de trecere	20
4.5.. Amplificatoare selective în frecvență	24
4.5.1. Amplificatorul selectiv multietaj sincron	25
4.6.. Transformatoare și cuplaje de tip transformator	28

4.6.1.Transformatorul perfect și transformatorul ideal	29
4.6.2.Modele de tip T ale transformatorului real	30
4.6.3.Modele de tip $\pi$ ale transformatorului real	33
4.6.4.Transformatoare de RF	35
4.6.5.Amplificator acordat cu cuplaj prin transformator	41
4.7.. Autotransformatoare	44
4.8.. Cuplaje de tip transformator	46
4.9.. Transformatoare cu trei înfășurări	49
4.9.1.Transformatorul diferențial	50
4.9.2.Modulatorul în inel cu transformatoare diferențiale și diode în punte	54
<b>5. Amplificatoare RF</b>	<b>1-37</b>
5.1.. Elemente de tehnologie MOS și BJT	2
5.1.1.Tehnologia MOS	3
5.1.2.Tehnologia bipolară a tranzistoarelor cu joncțiuni (BJT)	8
5.2.. Structuri de amplificare în înaltă frecvență	14
5.2.1.Amplificator de curent de bandă largă	17
5.2.2.Efectul Miller	19
5.2.3.Amplificatorul EC/SC	19
5.2.4.Amplificatorul în bază comună (sau GC)	23
5.2.5.Amplificatorul cu reacție paralel	26
5.2.6.Amplificatorul cascod	28
5.2.7.Neutrodinarea în amplificatoarele RF	30
5.2.8.Amplificatorul cu degenerare inductivă a sursei	33
<b>6. Amplificatoare RF de putere</b>	<b>1-33</b>
6.1.. Parametrii amplificatoarelor de putere	2
6.1.1.Factori care influențează performanțele unui amplificator de putere	5
6.2.. Topologii de circuit	6
6.3.. Amplificator de RF în clasă A	10
6.4.. Amplificator de RF în clasă B	14
6.4.1.Amplificatoare de putere RF în contratimp	18
6.5.. Amplificator RF de putere în clasă C	20

6.5.1.Linearizarea amplificatorului RF în clasă C	25
6.6.. Amplificatorul de putere RF clasa F	26
6.6.1.Amplificatorul de putere RF clasa F cu ghid de undă $\lambda/4$	28
6.7.. Amplificatoare RF de putere în comutație (clasa D)	29
<b>7. Mixere</b>	<b>1-55</b>
7.1.. Model matematic	2
7.2.. Indici de performanță a mixerelor	4
7.2.1.Figura de zgomot a mixerului ideal	6
7.2.2.Fenomenul de "pliere" a zgomotului în mixerele cu comutare	8
7.3.. Mixere cu BJT	12
7.3.1.Modelul tranzistorului bipolar cu semnal sinusoidal mare la intrare	12
7.3.2.Etajul diferențial cu semnal sinusoidal mare la intrare	16
7.3.3.Implementarea mixerelor cu BJT	18
7.3.4.Exemplu de mixer cu BJT	20
7.3.5.Utilizarea armonicilor semnalului LO	24
7.4.. Mixere cu MOSFET	25
7.4.1.Amplificatorul în conexiune SC cu semnal sinusoidal mare la intrare	25
7.4.2.Mixerul MOS cu grilă dublă	30
7.5.. Analiza mixerului generalizat	32
7.6.. Mixere cu comutare de curent	35
7.6.1.Calculul câștigului de conversie	36
7.6.2.Mixere echilibrate cu comutare de curent	37
7.6.3.Mixerul MOS cu celule Gilbert	41
7.7.. Mixere pasive	43
7.7.1.Mixere cu comutatoare MOS	44
7.7.2.Mixere cu comutatoare MOS în inel	47
7.7.3.Mixerul cu diode în inel	50
<b>8. Oscilatoare RF</b>	<b>1-45</b>
8.1.. Conceptul de sistem cu reacție	5
8.1.1.Criteriul Barkhausen pentru oscilatoare	5
8.1.2.Oscilator în inel	6

8.1.3.Oscilator cu circuit rezonant	8
8.1.4.Impactul valorilor $g_m$ asupra comportării circuitului	10
8.1.5.Controlul amplitudinii oscilatorului	14
8.2.. Conceptul de rezistență negativă	17
8.2.1.Oscilatorul cu rezistență negativă	18
8.2.2.Variante ale oscilatorului cu rezistență negativă	24
8.2.3.Oscilatorul Colpitts	25
8.2.4.Oscilatorul Clapp	30
8.2.5.Oscilatorul Hartley	32
8.3.. Modalități de realizare a circuitelor rezonante	34
8.4.. Oscilatoare controlate în tensiune (VCO)	37
8.4.1.Modelarea oscilatorului VCO	38
8.4.2.Diode varactor	41
8.5.. Fenomene de târâre/alunecare a frecvenței oscilatoarelor VCO	45
<b>9. Filtre active integrate pentru circuite RF</b>	<b>1-47</b>
9.1.. Rolul filtrelor în trancieverele RF	2
9.1.1.Filtru trece-bandă RF realizat în tehnologia CMOS	5
9.2.. Aproximarea funcției de transfer	7
9.3.. Filtre RC cu amplificatoare operaționale (RC-opamp)	15
9.4.. Filtre OTA-C	18
9.4.1.Amplificatoare operaționale de transconductanță (OTA)	18
9.4.2.Principii de realizare a filtrelor OTA-C	20
9.4.3.Impedanțe controlate realizate cu amplificatorul OTA	22
9.4.4.Celule de filtru activ de ordinul I realizate cu circuite OTA-C	23
9.4.5.Structura canonică de filtru OTA-C de ordinul II	24
9.4.6.Structura OTA-C de filtru activ rezonator de ordinul II	26
9.5.. Filtre active cu capacități comutate	29
9.5.1.Circuite SC – Blocuri constitutive de bază	30
9.5.2.Rezistența echivalentă unei capacități comutate	33
9.5.3.Realizarea generică a integratorului în tehnica SC	36
9.5.4.Integrator SC insensibil la efectul capacităților parazite	43