

**PROGRAMA ANALITICĂ**  
a disciplinei  
**BAZELE RADIOCOMUNICAȚIILOR**

1. **Titularul disciplinei:** Prof. dr. ing. Vlad Cehan

2. **Tipul disciplinei:** DI 405

3. **Structura disciplinei:**

Semestrul	Numărul de ore pe săptămână				Forma de verificare	Numărul total de ore				Total ore pe disciplină
	C	S	L	P		C	S	L	P	
7	3	-	1	-	Examen	42	-	14	-	56

4. **Obiectivele disciplinei:**

- Să furnizeze studenților cunoștințele necesare despre noțiunile fundamentale și curent folosite în tehnica radiocomunicațiilor.
- Să furnizeze cunoștințe despre structura și principiile de funcționare ale circuitelor și sistemelor de radiocomunicație.
- Să furnizeze bagajul de cunoștințe necesar proiectării și dezvoltării de echipamente și sisteme de radiocomunicații.
- Să furnizeze cunoștințele și antrenamentul practic necesar înțelegerii funcționării și utilizării aparatului de măsură și control în radiotehnică.

5. **Concordanța între obiectivele disciplinei și planul de învățământ:**

Obiectivele disciplinei sunt în concordanță cu planul de învățământ.

6. **Rezultatele învățării exprimate în competențe cognitive, tehnice sau profesionale**

Sutenții vor poseda cunoștințele necesare înțelegerii principiilor de funcționare ale echipamentelor și sistemelor de radiocomunicații, precum: sistemele de radiodifuziune, celulare, trunked etc., vor fi capabili să asigure exploatarea și întreținerea echipamentelor. Sutenții vor poseda abilitățile necesare pentru a utiliza aparatura de măsură și control specifică radiotehnicii.

7. **Proceduri folosite la predare și aplicații; cerințe la examinarea studenților:**

- Predarea cursurilor se face cu ajutorul videoproietorului (cursul în format PDF este disponibil pe Internet); se completează, când este cazul – de ex. în urma disutării unui subiect cu studenții, cu detalii și explicații la tablă
- În cadrul laboratorului se realizează experimente practice și modelări pe calculator (îndrumarul de laborator este disponibil pe Internet); la fiecare lucrare se discută tema, se dau explicații. Se solicită întocmirea unor caiete de laborator cu date preelucrate și răspunsuri la întrebări.
- În cadrul laboratorului se dau teme tip "mini-proiect" pentru acasă; se discută rezolvarea în cadrul orelor de laborator.
- Examinarea studenților se face în scris – rezolvarea unei probleme și oral – prezentarea / discutarea la tablă a două subiecte.

8. **Sistemul de evaluare:**

(La fiecare formă de evaluare se precizează tipul: tradițional, cu calculatorul, mixt.)

*Evaluarea continuă:*

*Activitatea la laborator:*

Ponderea în nota finală: 20%

Activitatea la laborator: prezență, răspunsuri la întrebări, întocmire caiet de laborator;

*Testele pe parcurs*

Ponderea în nota finală: 20%

Evaluarea pe parcurs se realizează în cadrul activităților de laborator pe baza temelor pentru acasă (mini-proiecte).

*Lucrări de specialitate*

Deoarece în cadrul laboratorului se realizează "mini-proiecte", nu sunt prevăzute alte tipuri de lucrări de specialitate.

*Evaluarea finală:* Examen (Se precizează: examen sau colocviu.)

Ponderea în nota finală: 60%

Probele: 1. proba orală (66%) – test de cunoștințe – bilet cu 2 subiecte teoretice (desene/schițe complicate, eventuale relații matematice "de pornire" a unor demonstrații – furnizate pe bilete);

2. proba scrisă (33%) – problemă de rezolvat cu bibliografie / relații matematice disponibile.

## 6. Conținutul disciplinei:

a) *Curs:*

### I. Introducere.

I.1. Sisteme de radiocomunicație. Modulație

I.2. Surse, sarcină, adaptare

### Capitolul 1 Componente pasive utilitate în radiotehnică

1.1. Componente și elemente de circuit. Modele. Componente pasive și active

1.2. Bobine în RF

1.2.1. Modelarea bobinelor în RF

1.2.2. Mărimile caracteristice ale bobinelor de RF

1.2.3. Tehnologia bobinelor de RF

1.2.3.1. Bobine de semnal mic

1.2.3.2. Bobine de putere

1.2.4. Bobine de șoc

1.2.5. Transformatoare de RF

1.2.5.1. Bobine cuplate

1.2.5.2. Transformatorul ideal. Schemă echivalentă

1.2.5.3. Transformatorul real. Scheme echivalente

1.2.5.4. Convenția de marcare a terminalelor bobinelor cuplate

1.2.5.5. Autotransformatorul

1.2.5.6. Construcția transformatoarelor de RF. Utilizări

1.3. Condensatoare de radiofrecvență

1.3.1. Modelarea condensatoarelor în RF

1.3.2. Mărimile caracteristice ale condensatoarelor

1.3.3. Comportarea condensatoarelor în RF

1.3.4. Tipuri de condensatoare

1.3.5. Condensatoare de RF de uz general

1.3.6. Condensatoare de RF de putere și înaltă tensiune

### Capitolul 2 Amplificatoare de radiofrecvență de putere

2.1. ARFP cu tuburi de emisie

2.1.1. Tuburi de emisie

2.1.1.1 Principiile de funcționare a tuburilor electronice cu vid

- 2.1.1.2. Construcția tuburilor electronice de emisie
- 2.1.2. Amplificatoare de RF cu tuburi de emisie
  - 2.1.2.1. Principiile amplificatoarelor de RF cu tuburi. Sarcina tubului în ARF
  - 2.1.2.2. Caracteristici de sarcină la ARF cu tuburi
    - a. ARF cu tubul în regim liniar
    - b. ARF cu tubul în regim neliniar
  - 2.1.2.3. Influența sarcinii asupra caracteristicii dinamice. Regimuri de funcționare
  - 2.1.2.4. Randamentul ARF în funcție de regimul de funcționare
  - 2.1.2.5. Capacitățile tuburilor, efecte
- 2.2. ARFP cu tranzistoare
  - 2.2.1. Tranzistoare de emisie
  - 2.2.2. Particularitățile funcționale ale ARFP cu tranzistoare bipolare
  - 2.3.3. Schema echivalentă a tranzistorului ideal. Variația câștigului în curent cu frecvența
  - 2.3.4. ARF cu TB în EC în regim neliniar subexcitat. Semnale. Impedanța de intrare și admitanța de ieșire.
    - a. Circuitul ARF
    - b. Modelarea TB în ARF, în regim neliniar de semnal mare
    - c. Formele de undă ale semnalelor
    - d. Impedanța de intrare a tranzistorului în ARF cu TB în EC în regim subexcitat
    - e. Admitanța de ieșire a tranzistorului în ARF cu TB în EC în regim subexcitat

### **Capitolul 3 Surse de oscilații în radiocomunicații**

- 3.1. Introducere. Excitatoare și oscilatoare locale
- 3.2. Perturbații în semnalele surselor de oscilații
  - 3.2.1. Stabilitatea frecvenței
  - 3.2.2. Spectrul semnalelor surselor de oscilații
  - 3.2.3. Perturbații în semnalele surselor de oscilații
    - a. Zgomotul de fază
    - b. Nivelul perturbațiilor (radiații neesențiale, spurious outputs)
- 3.3. Oscilatoare armonice cu tranzistoare
  - 3.3.1. Generalități. Condiția de autooscilație
  - 3.3.2. Oscilatoare tranzistorizate în trei puncte
    - a. Autolimitarea amplitudinii oscilațiilor. Autoexcitație ușoară și grea
    - b. Frecvența de oscilație
  - 3.3.3. Stabilitatea frecvenței la oscilatoare
- 3.4. Oscilatoare controlate cu cuarț
  - 3.4.1. Cuarțul ca rezonator piezoelectric
  - 3.4.2. Schema echivalentă a rezonatorului cu cuarț
  - 3.4.3. Rezonatori piezoceramici. Rezonatori cu undă elastică (acustică) de suprafață (SAWR). Dispozitive cu undă magnetostatică
    - 3.4.3.1. Rezonatori piezoceramici
    - 3.4.3.2. Rezonatori cu undă elastică (acustică) de suprafață (SAWR)
    - 3.4.3.1. Dispozitive cu undă magnetostatică
  - 3.4.4. Impedanța echivalentă a rezonatorului cu cuarț. Frecvențele de rezonanță
  - 3.4.5. Modificarea frecvenței de oscilație la oscilatori cu cuarț
  - 3.4.6. Scheme de oscilatoare cu cuarț
    - 3.4.6.1. Principii de realizare a oscilatoarelor cu cuarț. Frecvența de oscilație
      - a. Oscilatoare în trei puncte cu cuarț

- b. Oscilatoare cu cuarț pe calea de reacție
  - c. Oscilatoare cu cuarț pe calea de reacție
  - d. Considerații privind calculul oscilatoarelor cu cuarț
- 3.5. Sintetizoare de frecvență
- 3.5.1. Generalități. Caracteristicile și clasificarea sintetizoarelor
  - 3.5.2. Sinteza de frecvență indirectă, cu bucle cu calare a fazei
    - 3.5.2.1. Introducere. Principiile de funcționare ale PLL
    - 3.5.2.2. Principiile sintezei de frecvență indirectă
      - a. Principiul buclei de translație a frecvenței cu PLL
      - b. Principiul multiplicării de frecvență cu PLL.
    - 3.5.2.3. Sinteza frecvenței cu PLL cu blocuri digitale
      - a. Sintetizoare cu o singură buclă
      - b. Sintetizoare cu două bucle cu calare de fază

## **Capitolul 4 Semnale și modulații în radiocomunicații**

- 4.1. Semnale
- 4.1.1. Introducere
  - 4.1.2. Semnale utile în telecomunicații
    - 4.1.2.1. Introducere
    - 4.1.2.2. Semnalul audio
    - 4.1.2.3. Semnalul TV
    - 4.1.2.4. Semnale de date
    - 4.1.2.5. Nivele relative (dB, Np) și absolute (dBW, dBm, dBu).
- 4.2. Modulația de amplitudine
- 4.2.1. Semnale MA. Spectre
  - 4.2.2. Relații energetice în MA
  - 4.2.3. Principii de obținere a semnalului MA
- 4.3. Modulația de frecvență și de fază
- 4.3.1. Expresiile semnalelor modulate în frecvență și în fază
    - 4.3.1.1. Semnale cu modulație de frecvență (MF)
    - 4.3.1.2. Semnale modulate în fază (MP)
    - 4.3.1.3. Semnalul MF se poate obține prin modularea în fază a purtătoarei RF cu integrala semnalului util.
  - 4.3.2. Spectrul semnalelor cu MF și MP
    - 4.3.2.1. Semnale MU de bandă îngustă
    - 4.3.2.2. Semnale MU de bandă largă
    - 4.3.2.3. Comparații între spectrele semnalelor MF și MP
  - 4.3.3. Trecerea semnalelor cu MF prin circuite neliniare. Multiplicarea deviației de frecvență
  - 4.3.4. Principii de obținere a semnalelor cu MF
    - 4.3.4.1. Generarea semnalelor MF cu oscilatoare cu diode varicap
    - 4.3.4.2. Generarea semnalelor MF cu oscilatoare controlate cu cuarț, cu diode varicap în circuitul rezonant
- 4.4. Radioemițătoare cu bandă laterală unică
- 4.4.1. Generalități. Caracteristici generale ale transmisiilor MA-BLU
  - 4.4.2. Semnale MA-BLU
    - 4.4.2.1. Spectrul și anvelopa semnalelor MA-BLU
      - a. Spectrul semnalului MA-BLU
      - b. Anvelopa semnalului MA-BLU
      - c. Relațiile energetice pentru semnalul MA-BLU
    - 4.4.2.2. Problema stabilității frecvenței în comunicațiile cu MA-BLU

- 4.4.3. Avantajele transmisiilor cu MA-BLU
- 4.4.4. Formarea semnalelor MA-BLU
  - 4.4.4.1. Formarea semnalelor MA-BLU prin metoda filtrării

### **Capitolul 5 Principiile radiorecepției**

- 5.1. Introducere
- 5.2. Principalele caracteristici ale radioreceptoarelor
- 5.3. Principalele tipuri de radioreceptoare
  - 5.3.1. Receptoare cu amplificare directă
  - 5.3.2. Receptoare cu reacție și superreacție

### **Capitolul 6. Antene de emisie și de recepție**

4

- 6.3. Noțiuni elementare despre antene
  - 6.3.1. Principiile de funcționare ale antenelor de emisie
  - 6.3.2. Diagrama de radiație a antenelor de emisie
  - 6.3.3. Câștigul antenelor
  - 6.3.4. Antene de emisie tip dipol asimetric. Influența Pământului
  - 6.3.5. Antene reflectoare
  - 6.3.6. Antene fantă, antene ghid de undă și horn
  - 6.3.7. Antene de recepție

**Total ore curs..... 42 ore**

#### *b) Aplicații:*

Laborator:

1. Introducere. Măsuri de protecția muncii specifice.
2. Tuburi de emisie. ARFP cu triodă – modelare SPICE.
3. ARFP cu tranzistor bipolar în EC – modelare SPICE.
4. ARFP cu tranzistor bipolar în EC - măsurători experimentale
5. Circuite de adaptare PI – modelare SPICE, măsurători experimentale.
6. Studiul oscilatoarelor cu cuarț.
7. Modulatoarelor de amplitudine cu tranzistoare – model. SPICE, măs. experimentale

**Total ore aplicații..... 14 ore**

#### **7. Bibliografie recomandată:**

1. Boghițoiu, I.C., Nanu, R.N.: *Radiocomunicații cu bandă laterală unică* - Ed.Militară, București 1972;
2. Cehan, Vlad: *Bazele radioemițătoarelor* – Ed. MatrixRom, București, 1997;
3. Constantinescu, Stelian: *Curs de radioemițătoare, vol. I* - Acad. Mil. 1973;
4. Clarke, K.K., Hess, D.T.: *Communication Circuits: Analysis and Design*, Addison-Wesley Publishing Company, Reading Massachusetts 1971;
5. Gardner, F.M.: *Phaselock Techniques* - J. Wiley & Sons, New York 1976;
6. Gonorovsky, I.S.: *Radio Circuits and Signals* - Sovetskoe Radio, Moscow 1981;
7. Smith, J.: *Modern Communication Circuits* - McGraw-Hill, New York 1986;
8. Sewick, J.: *Transmission Line Transformers* - American Radio Relay League 1990;
9. Shakhgildyan, V.V. (Ed): *Radio Transmitters* - Sviaz, Moscow 1981;
10. Shakhgildyan, V.V. (Ed): *Design of Radio Transmitters* - Sviaz, Moscow 1976.

01.10.2008

Prof. dr. ing. Vlad Cehan