

**ROGRAMA ANALITICĂ**  
a disciplinei  
**ZGOMOTE ÎN STRUCTURI INTEGRATE ȘI**  
**COMPATIBILITATE ELECTROMAGNETICĂ**

**1. Titularul disciplinei:** profesor doctor inginer Vlad CEHAN

**2. Tipul disciplinei:** DI 406

**3. Structura disciplinei:**

Semestrul	Numărul de ore pe săptămână				Forma de evaluare finală	Numărul de ore pe semestru				
	C	S	L	P		C	S	L	P	Total
8	2	-	1	1	examen	28	-	14	14	56

**4. Obiectivele cursului:**

- însușirea de către studenți a cunoștințelor specifice disciplinei Compatibilitate electromagnetă (CEM);
- asimilarea etapelor în proiectarea tehnologică și constructivă a aparaturii electronice;
- asimilarea influenței aspectelor de compatibilitate electromagnetă asupra soluțiilor tehnologice și constructive;
- instruirea în domeniul cuplajelor parazite și a utilizării ecranelor electromagnetice;
- instruirea în domeniul perturbațiilor conduse prin alimentari;
- instruirea în domeniul zgomotelor dispozitivelor și circuitelor electronice;

dezvoltarea aptitudinilor de a efectua măsurători de compatibilitate în circuitele electronice, de a evalua și a lua măsuri de diminuare a perturbațiilor și zgomotelor.

**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**

- studenții vor achiziționa cunoștințele necesare pentru proiectarea circuitelor și sistemelor în concordanță cu cerințele CEM;
- studenții vor dispune de cunoștințele necesare aprecierii calitative și cantitative a comportării sistemelor d.p.d.v. al perturbațiilor de diferite tipuri, inclusiv zgomote;
- studenții vor fi capabili să implementeze tehnici antiperturbative generale și specifice.

**7. Proceduri folosite la predarea disciplinei:**

- prezentarea cursului cu video-proiectorul;
- experimente și aplicații în laborator;
- mini-proiecte și teme în clasă și acasă;

cerințe la examinare: însușirea noțiunilor din curs; realizarea mini-proiectelor de laborator; interpretarea corectă a datelor experimentale prelucrate la laborator (Se precizează și: a) metodele și mediile de învățare centrate pe student; b) strategii de actualizare a predării conform programului de studiu, caracteristicilor studenților, formei de învățământ și criteriilor de calitate adoptate.)

**8. Sistemul de evaluare:**

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

*Evaluarea continuă:*

*Activitatea la seminar / laborator / proiect / practică*

Ponderea în nota finală: 30%

Laborator: caiet de laborator, raspunsuri la intrebari: pondere in nota finala 10%

Proiect: proiect intocmit (calculare, desene, ...) format electronic pondere in nota finala 20%

(Se evaluează în funcție de frecvența și relevanța intervențiilor orale, calitatea lucrărilor efectuate, consemnarea sistematică a informațiilor semnificative generate de student în grupul de aplicație.)

*Testele pe parcurs*

Ponderea în nota finală: 30%

Examinare partiala dupa 7 saptamani: 30%

(Se utilizează pentru evaluarea pe parcursul semestrului a cunoștințelor, teoretice și / sau practice acumulate la orele de curs și de aplicații.)

*Lucrări de specialitate*

Ponderea în nota finală: \_\_--\_%

(Se utilizează pentru evaluarea competențelor generale și specifice pe baza unor lucrări elaborate de student precum: rezumate, sinteze științifice, eseuri tematice, referate, proiecte, rapoarte de activitate practică sau de cercetare, studii de caz, recenzii etc.)

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

Ponderea în nota finală: 40%

Examen oral pe baza de bilet cu 2 subiecte teoretice + 1 problema

Proba(ele):

(Se menționează fiecare probă și se precizează:

- a) categoria de sarcini (test de cunoștințe cu întrebări închise /deschise, dezvoltare tematică, rezolvare de probleme, demonstrație, prezentare de caz etc);
- b) condițiile de lucru (mijloace accesibile studentului în timpul probei) și
- c) ponderea în procente a fiecărei probe în nota examenului.)

## **9. Conținutul disciplinei:**

### **a) Curs**

*a) Curs:*

#### **Capitolul 1. Introducere**

1.1. Etape în proiectarea tehnologică și constructivă a aparaturii electronice.

1.2. Influența aspectelor de compatibilitate electromagnetică asupra soluțiilor tehnologice și constructive.

1.3. Concepte și definiții.

1.4. Modelarea cuplajelor parazite. Clasificări. Perturbații de mod comun și de mod diferențial.

1.5. Surse de perturbații.

1.6. Standarde și reglementări.

## **Capitolul 2. Cuplaje parazite în JF**

- 2.1. Cuplajul parazit capacitiv.
- 2.2. Efectul ecranului asupra cuplajului capacitiv.
- 2.3. Reguli de legare la masa a ecranelor electrice.
- 2.4. Cuplajul parazit inductiv.
- 2.5. Cuplajul magnetic între ecran și firul interior la un cablu coaxial.
- 2.6. Protecția cablurilor împotriva câmpurilor magnetice prin ecranare.
- 2.7. Comparatie între diferite tipuri de cabluri.
- 2.8. Cuplajul parazit prin impedanța comună de masă.
- 2.9. Legarea la masă a ecranului cablului traductor - amplificator.
- 2.10. Cuplajul parazit prin bucla de masă.
- 2.11. Masă la ÎF.
- 2.12. Efectul simetrizării asupra perturbațiilor de mod comun.
- 2.13. Utilizarea amplificatoarelor diferențiale.
- 2.14. Ecranul activ.
- 2.15. Gardarea în aparatură electronică.

## **Capitolul 3. Cuplaje parazite prin radiație. Ecrane.**

- 3.1. Structura câmpului EM. Antene elementare.
- 3.2. Efectul pelicular. Ecuațiile de propagare a undelor.
- 3.3. Ecranul din două plăci plan-paralele.
- 3.4. Impedanța de undă. Impedanța mediului.
- 3.5. Unde reflectate. Unde transmise.
- 3.6. Efectul reflexiilor multiple în interiorul ecranului.
- 3.7. Pierderi prin reflexie. Pierderi prin absorbție.
- 3.8. Ecrane multistrat.
- 3.9. Probleme tehnologice la realizarea ecranelor.
- 3.10. Materiale pentru ecrane.

## **Capitolul 4. Perturbații conduse prin alimentări**

- 4.1. Perturbații produse de contacte. Protecția contactelor
- 4.2. Perturbații produse de comutatoari statici.
- 4.3. Alimentări în c.c.
  - 4.3.1. Caracteristicile busului de alimentare.
  - 4.3.2. Cuplajul prin impedanța comună în cazul alimentării în c.c.
  - 4.3.3. Calculul condensatoarelor de decuplare.
- 4.4. Alimentări în c.a.
  - 4.4.1. Caracterizarea rețelei de c.a.
  - 4.4.2. Calculul filtrelor de rețea.
  - 4.4.3. Conditionarea rețelei. Protecții.

## **Capitolul 5. Zgomote**

- 5.1. Introducere
  - 5.1.1. Teorema lui Parseval. Densitate spectrală de energie
  - 5.1.2. Densitate spectrală de putere
- 5.2. Caracterizarea zgomotelor
  - 5.2.1. Medii statistice
  - 5.2.2. Densitatea spectrală de putere a zgomotului
  - 5.2.3. Transmisia zgomotului prin sisteme liniare. Bandă de zgomot
- 5.3. Zgomotele componentelor electronice

- 5.3.1. Generalități
- 5.3.2. Zgomotul termic
- 5.3.3. Alte zgomote intrinseci generate în dispozitive electronice
  - 5.3.3.1. Zgomotul de alicie
  - 5.3.3.2. Zgomotul de licrire
  - 5.3.3.3. Zgomotul de floricele
  - 5.3.3.4. Concluzii privind tipurile de zgomot
- 5.4. Caracterizarea comportării la zgomot a uniporților
  - 5.4.1. Putere disponibilă, câștig disponibil
  - 5.4.2. Temperatură de zgomot. Raport semnal - zgomot
- 5.5. Caracterizarea comportării la zgomot a diporților
  - 5.5.1. Raportul semnal zgomot
  - 5.5.2. Factor de zgomot ( $F$ ). Cifra de zgomot ( $NF$ )
  - 5.5.3. Temperatură echivalentă de zgomot la intrare. Relația Friis.

**Total ore curs..... 28 ore**

*b) Aplicații:*

Seminarii:

—

Laborator:

- 1.a. Măsurile de PM specifice activității electroniștilor.
- 1.b. Analizorul de spectru și voltmetrul selectiv în măsurătorile de EMC.
- 2.a. Tratarea masei în aparatura electronică.
- 2.b. Studiul cuplajului parazit inductiv la JF.
- 3.a. Studiul cuplajului parazit capacitiv la JF.
- 3.b. Alimentări în c.c. Decuplări.
- 4.a. Alimentări în c.a. Filtrul de rețea.
- 4.b. Evaluarea performanțelor ecranelor în câmp departat.
- 5.a. Evaluarea performanțelor ecranelor în câmp apropiat.
- 5.b. Evaluarea performanțelor materialelor pentru ecrane.
- 6.a. Interconexiuni între circuite digitale. Studiul reflexiilor pe LT.
- 6.b. Cuplaje parazite la ÎF.
- 7.a. Determinarea parametrilor la linii cuplate parazit, în ÎF.
- 7.b. Aspecte tehnologice în construcția aparaturii electronice.

Proiect:

Proiectarea tehnologică a unui circuit pe baza unui proiect electric dat (sursă de alimentare, generator de oscilații de RF, amplificator de audiofrecvență).

Etape: 1. Realizarea proiectului tehnologic al schemei; 2. Realizarea proiectului cablajului cu specificarea măsurilor antiperturbative. 3. Proiectul tehnologic al ansamblului.

**Total ore aplicații..... 14 ore**

## **7. Bibliografie recomandată:**

- 1 GH. SANDULESCU - "Protectia la perturbatii în electronica industrială și automatizări", Editura tehnică, București, 1985
- 2 GH. SANDULESCU - "Protectia la perturbatii în electronica aplicată, radio și TV", Editura tehnică, București, 1990
- 3 J. HENRY - "Les Interconexions en électronique", Masson et C<sup>ie</sup>, 1970
- 4 KADEN HEINRICH - "Wirbelströme und Schirmung in der Nachrichtentechnik", Springer - Verlag, 1959.
- 5 MORRISON RALPH - "Grounding and Shielding Techniques in Instrumentation", John Wiley & Sons, 1977.
- 6 OTT HENRY - "Noise Reduction Techniques In Electronic Systems", John Wiley & Sons, 1976.
- 7 WHITE DONALD - EMC Handbook, vol.III. Don White Consultants Inc., Maryland, 1972.
- 8 M.IANOVICI, J.J.MORF - "Compatibilité Électromagnétique", Press Polytechniques Romandes, Lausanne, 1985
- 9 P. DEGAUQUE, J. HAMELIN - "Compatibilité Électromagnétique". Paris: Dunod, 1990.
- 10 V.MANASSEWITSCH - "Frequency Synthesizers. Theory and Design" cap.3, John Wiley & Sons, 1976
- 11 B. KEISER - "Principles of Electromagnetic Compatibility". London: Artech House, 1988.
- 12 S. RADU - "Introducere în compatibilitate electromagnetică". vol.I. Ecranarea aparatului electronic, Editura "Gh. Asachi", Iasi, 1995.
- 13 S. RADU - "Compatibilitate electromagnetică", vol.I., Tipografia Rotaprint, Universitatea Tehnică "Gh. Asachi", Iasi, 1995.
- 14 curs în format electronic, pus pe Internet.

## **Semnături:**

Data: Titular curs: (numele și prenumele) Vlad Cehan  
Titular(i) aplicații: (numele și prenumele) Ionescu Daniela