**Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti**

**Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi**

**Tehnologia Informaţiei**

# FIŞA DISCIPLINEI

## 1. Date despre program

| | |
|---|---|
| 1.1 Instituţia de învăţământ superior | **Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti** |
| 1.2 Facultatea | **Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologia Informaţiei** |
| 1.3 Departamentul | **Tehnologie Electronică şi Fiabilitate** |
| 1.4 Domeniul de studii | Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale |
| 1.5 Ciclul de studii | Masterat |
| 1.6 Specializarea | Ingineria Calităţii şi Siguranţei în Funcţionare în Electronică şi Telecomunicaţii |

## 2. Date despre disciplină

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.1 Denumirea disciplinei (ro)<br>(en) | | | | Compatibilitate electromagnetică<br>Electromagnetic Compatibility | | | |
| 2.2 Titularul activităţilor de curs | | | | S.l./Lect. Dr. Ing. Valentin-Gabriel Voiculescu | | | |
| 2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator | | | | S.l./Lect. Dr. Ing. Valentin-Gabriel Voiculescu | | | |
| 2.4 Anul de studiu | 2 | 2.5 Semestrul | I | 2.6. Tipul de evaluare | E | 2.7 Regimul disciplinei | Op |
| 2.8 Tipul disciplinei | | DA | 2.9 Codul disciplinei | UPB.04.D.05.A.021 | | 2.10 Tipul de notare | Nota |

## 3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităţilor didactice)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 3 | Din care: 3.2 curs | 2.00 | 3.3 seminar/laborator | 1 |
| 3.4 Total ore din planul de învăţământ | 42.00 | Din care: 3.5 curs | 28 | 3.6 seminar/laborator | 14 |
| Distribuţia fondului de timp: | | | | | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie şi notiţe<br>Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate<br>Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii şi eseuri | | | | | 30 |
| Tutorat | | | | | 0 |
| Examinări | | | | | 3 |
| Alte activităţi (dacă există): | | | | | 0 |

| | |
|---|---|
| 3.7 Total ore studiu individual | 33.00 |
| 3.8 Total ore pe semestru | 75 |
| 3.9 Numărul de credite | 3 |

## 4. Precondiţii (acolo unde este cazul)

| | |
|---|---|
| 4.1 de curriculum | Bazele electrotehnicii, sau echivalent<br>Circuite integrate digitale, sau echivalent<br>Circuite integrate analogice, sau echivalent<br>Semnale şi sisteme, sau echivalent |

| | |
|---|---|
| 4.2 de rezultate ale învățării | Cunoștințe de bază de analiza semnalelor și circuitelor în domeniile timp și frecvență, de teoria câmpului electromagnetic, filtre, linii de transmisiune, circuite analogice și digitale. |

**5. Condiţii necesare pentru desfăşurarea optimă a activităţilor didactice** (acolo unde este cazul)

| | |
|---|---|
| 5.1 Curs | Cursul se va desfăşura într-o sală dotată, de preferat, cu videoproiector şi acces internet (pentru a permite desfăşurare simultană sub formă de videoconferinţă de tip Teams). |
| 5.2 Seminar/ Laborator/Proiect | Prezenţa la şedinţele de laborator este obligatorie (conform regulamentului studiilor universitare). |

**6. Obiectiv general** *(Se referă la intenţiile profesorilor pentru studenţi, la ceea ce studenţii vor fi învăţaţi în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului ştiinţific abordat, precum şi la rolul pe care acesta îl are în cadrul specializării studiate. Vor fi descrise de o manieră generală tematicile abordate, justificarea includerii cursului în planul de învăţământ al specializării studiate etc.)*

Disciplina are ca obiectiv general familiarizarea studenţilor cu metodele şi tehnicile generale de eliminare a interferenţelor electromagnetice parazite în procesul de realizare fizică a circuitelor şi sistemelor electronice. În orele de aplicaţii (laborator) studenţii vizualizează şi măsoară semnalele de zgomot care apar în circuite tipice în cazul fiecărui tip de cuplaj parazit, pentru a reţine ordinul de mărime al acestor semnale şi aplica metodele de eliminare a interferenţelor urmărind eficienţa acestora. Bazându-se pe cunoştinţele acumulate în urma acestui curs, viitorul inginer electronist va putea implementa corect diverse circuite/sisteme electronice cu atingerea parametrilor tehnici din tema de proiectare.

**7. Competenţe** *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoştinţe, aptitudini şi abilităţi personale, sociale şi/sau metodologice în situaţii de muncă sau de studiu şi pentru dezvoltarea profesională şi personală. Reflectă cerinţele angajatorilor.)*

| | |
|---|---|
| **Specifice** | **C6.1.** Crearea abilităţilor de a implementa fizic circuite electronice cu atingerea parametrilor tehnici impuşi, ţinând cont de cuplajele parazite care apar la realizarea practică a modulelor şi aparatelor electronice<br>**C6.2.** Cunoaşterea metodelor generale de eliminare a interferenţelor nedorite între componentele unui aparat/sistem electronic, de protecţie a acestuia la perturbatiile externe, precum şi de reducere a emisiei proprii de semnale perturbatoare. |
| **Transversale (generale)** | **CT3** Capacitatea de a se documenta în limba română şi cel puţin într-o limbă de circulaţie internaţională, în scopul dezvoltării profesionale şi personale, prin formare continuă |

**8. Rezultatele învăţării** *(Sunt enunţuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învăţării reflectă realizările studentului şi mai puţin intenţiile profesorului. Rezultatele învăţării informează studenţii despre ceea ce se aşteaptă de la ei din punct de vedere al performanţei, pentru a obţine notele şi creditele dorite. Sunt definite în termeni concreţi, folosind verbe similare exemplelor de mai jos şi indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învăţării vor fi astfel redactate încât să fie evidenţiată clar relaţia faţă de competenţele definite la punctul 7.)*

| | |
|---|---|
| **Cunoştinţe** | *Rezultatul asimilării de informaţii prin învăţare. Cunoştinţele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii şi practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice şi/sau faptice.*<br>Enumeră cele patru tipuri fundamentale de cuplaje parazite interne şi evidenţiază asemănările şi diferenţele între acestea. Descrie, pentru fiecare din cele patru tipuri de cuplaje: principiul de apariţie, factorii de care depinde tensiunea de zgomot produsă prin cuplaj, circuitele perturbate (sensibile, victimă) şi perturbatoare (agresoare) tipice, metodele generale de eliminare a cuplajelor, precum şi alte noţiuni specifice disciplinei. Evidenţiază influenţa factorilor de care depinde tensiunea de zgomot şi a metodelor de reducere a zgomotului asupra tensiunii de zgomot din circuitele. |
| **Aptitudini** | *Capacitatea de a aplica cunoştinţe şi de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini şi a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive şi creative) sau practice (implicând dexteritate manuală şi utilizarea de metode, materiale, unelte şi instrumente).*<br>Identifică circuitele perturbate şi perturbatore din circuite, aparate sau sisteme reale sau alese pentru studiu la şedinţă. Pe baza acestor circuite specifice identifică tipul sau tipurile de cuplaj existente în schemă şi propune măsurile corespunzătoare de reducere a cuplajului. Rezolvă aplicaţii cu circuite care prezintă unul sau mai multe cuplaje parazite, calculând prin metode specifice parametrii electrici de zgomot sau /şi semnal util obţinut şi propune modalităţi de reducere a zgomotului. Lucrează în echipă pentru a realiza măsurătorile de laborator. Utilizează aparatura de laborator (generatoare, multimetre, osciloscoape) pentru a efectua măsurătorile prevăzute în îndrumarul de laborator. Interpretează adecvat relaţiile aferente principiului cuplajului pentru a valida rezultatele măsurătorilor experimentale din şedinţa de laborator. Formulează observaţii şi concluzii asupra măsurătorilor efectuate pe care le argumentează. |
| **Responsabilitate şi autonomie** | *Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom şi responsabil cunoştinţele şi aptitudinile sale.*<br>Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învăţare. Conspectează în avans materialele de curs, laborator, în măsura în care acestea sunt puse la dispoziţie. În caz de absenţă, parcurge pe cont propriu materialul de curs predat, pus la dispoziţie. Selectează îndrumarul de laborator potrivit lucrării curente şi îl analizează în mod individual. Selectează informaţiile necesare din materiale puse la dispoziţie pentru rezolvarea aplicaţiilor de tip temă de casă şi efectuează rezolvarea în mod autonom, respectând principiile de etică academică. Demonstrează autonomie şi spirit de echipă în organizarea contextului şedinţei de laborator în vederea realizării lucrării experimentale, prin manipularea aparatelor şi planificarea măsurătorilor, precum şi în alte situaţii de învăţare sau situaţii problemă de rezolvat pentru alte scenarii aplicative. Respectă principiile de etică academică, realizând individual activităţile marcate în acest sens, citând, de asemenea, corect sursele bibliografice utilizate, dacă situaţia o cere. Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluţiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător. |

**9. Metode de predare** *(Se vor avea în vedere metode care să asigure predarea centrată pe student. Se va descrie modul în care se asigură participarea studenţilor la stabilirea propriului parcurs de învăţare, cum se identifică eventualele rămâneri în urmă şi ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Materialele didactice utilizate sunt notele şi prezentările de curs, disponibile şi în format electronic. Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învăţare ale studenţilor şi de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expozitive (prelegerea, expunerea), a problematizării cât şi conversative-interactive, bazate pe modele de învăţare prin descoperire facilitate de explorarea directă şi indirectă a realităţii (experimentul, demonstraţia, modelarea), dar şi pe metode bazate pe acţiune, precum exerciţiul, activităţile practice şi rezolvarea de probleme.

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point, care în măsura posibilităților tehnice vor fi prezentate în fața studenților, sau/și printr-un mediu de videoconferință precum Teams. Acestea vor fi puse la dispoziția studenţilor. Fiecare curs va debuta cu o recapitulare scurtă din lecția precedentă pentru a asigura continuitatea noțiunilor parcurse.

Prezentările utilizează, în măsura în care este posibil, imagini şi scheme, precum şi exemple de aplicare în viața reală a conceptelor predate, astfel încât informațiile prezentate să fie uşor de înțeles şi asimilat.

La partea aplicativă, predarea se bazează pe folosirea metodei expozitive (acoperind funcţia de comunicare şi demonstrativă). Studenţii lucrează în echipe, asigurându-se dezvoltarea relațiilor de colaborare şi comunicare constructivă într-un climat favorabil învățării, necesară în viitorul profesional, efectuează măsurătorile specificate în desfăşurarea lucrării, trebuind să completeze o fişă de laborator în timpul şedinţei şi ulterior să întocmească un referat cu rezultatele măsurătorilor şi cu interpretările acestora, însoţite de comentariile personale. Materialele didactice principale sunt platformele de laborator.

Se va utiliza şi feedback-ul, ca modalitate de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților.

**10. Conținuturi**

| **CURS** | | |
|---|---|---|
| **Capitolul** | **Conţinutul** | **Nr. ore** |
| 1 | Problematica generală a compatibilităţii electromagnetice (CEM)<br>1.1. Caracterul dual al CEM. Necesitatea asigurării CEM din faza de proiectare<br>1.2. Caracterul critic al “poluării electromagnetice”; obligativitatea încadrării în normele<br>româneşti şi europene de CEM | 1 |
| 2 | Surse de perturbaţii electromagnetice (PE)<br>2.1.Clasificarea perturbaţiilor şi caracterizarea lor în domeniile timp / frecvenţă.<br>2.2. PE naturale şi artificiale. PE conduse şi radiate, continue şi tranzitorii. PE de JF, respectiv de IF. Descărcări electrostatice. Perturbaţii transmise prin reţeaua de c.a | 1 |
| 3 | Cuplaje parazite galvanice (CPG)<br>3.1. CPG prin masa comună: principiul, factori de care depinde semnalul de zgomot, circuite perturbatoare şi perturbate tipice, metode generale de reducere, cazuri practice<br>uzuale.<br>3.2. CPG prin sursa comună de alimentare de c.c.: aceleaşi probleme ca şi la 3.1. | 12 |
| 4 | Cuplaje parazite prin câmp (CPC)<br>4.1. CPC în zona de câmp apropiat: prin câmp preponderent electric, respectiv magnetic, factori de care depinde semnalul parazit produs, circuite perturbatoare şi perturbate tipice.<br>4.2. Ecrane electrice şi magnetice. Ecrane electromagnetice; calculul eficienţei ecranării. Ecrane reale – probleme practice. Sisteme de ecrane electrice. | 12 |
| 5 | Curs recapitulativ | 2 |
| | **Total:** | 28 |

**Bibliografie:**
O.Oltu, V.G.Voiculescu, Compatibilitate Electromagnetică, suport de curs electronic, Moodle 2026
C.Christopoulos, Principles and techniques of electromagnetic compatibility, 2nd edition, 2018
H.Ott, Electromagnetic Compatibility Engineering, 3rd edition, Wiley, 2011
R&S, Demystifying EMC 2026, https://www.rohde-schwarz.com/demc
Holland Shielding, 101 EMI Shielding tips and Tricks, 2026, https://hollandshielding.com/Shielding-tipsand-tricks
Y.Zhao et al, Electromagnetic Compatibility - Principles and Applications, Springer Nature Singapore, 2021

**LABORATOR**

| Nr. crt. | Conţinutul | Nr. ore |
|---|---|---|
| 1 | Cuplaje parazite prin masă în amplificatoare | 3 |
| 2 | Cuplaje parazite prin linia de alimentare de c.c. comună | 3 |
| 3 | Cuplaje parazite prin câmp electric | 3 |
| 4 | Cuplaje parazite prin câmp magnetic | 3 |
| 5 | Colocviu final de laborator | 2 |
| | **Total:** | 14 |

**Bibliografie:**
O.Oltu, V.G.Voiculescu, Compatibilitate Electromagnetică, suport de curs electronic, Moodle, 2026
O.Oltu, V.G.Voiculescu, Compatibilitate Electromagnetică, suport de laborator electronic, Moodle, 2026
C.Christopoulos, Principles and techniques of electromagnetic compatibility, 2nd edition, 2018
H.Ott, Electromagnetic Compatibility Engineering, 3rd edition, Wiley, 2011
R&S, Demystifying EMC 2026, https://www.rohde-schwarz.com/demc
Holland Shielding, 101 EMI Shielding tips and Tricks, 2026, https://hollandshielding.com/Shielding-tipsand-tricks
Y.Zhao et al, Electromagnetic Compatibility - Principles and Applications, Springer Nature Singapore, 2021

**11. Evaluare**

| Tip activitate | 11.1 Criterii de evaluare | 11.2 Metode de evaluare | 11.3 Pondere din nota finală |
|---|---|---|---|
| 11.4 Curs | Cunoaşterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice | Temă de casă pe parcurs | 20% |
| | Cunoaşterea noţiunilor fundamentale, evaluate la final | Test final | 40% |
| 11.5 Seminar/laborator/proiect | Cunoaşterea practică a modului de manifestare a fiecărui tip de cuplaj parazit şi a metodelor de eliminare a acestora | Evaluare pe parcurs, fişe de laborator, referate de laborator notate şi colocviu de laborator | 40% |
| 11.6 Condiţii de promovare | | | |

Prezenţa la şedinţele de laborator este obligatorie (conform regulamentului studiilor universitare). Prezenţa la verificarea finală este obligatorie.
Pentru fiecare din cele patru tipuri fundamentale de cuplaje parazite se cere cunoaşterea: principiului de apariţie, a factorilor de care depinde tensiunea de zgomot produsă prin cuplaj, circuitelor perturbatoare şi perturbate tipice, precum şi a metodelor generale de eliminare.
Obţinerea a 50% din punctajul de laborator, cel total şi atingerea punctaje minime prevăzute prin regulament.

**12. Coroborarea conţinutului disciplinei cu aşteptările reprezentanţilor angajatorilor şi asociaţiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum şi cu stadiul actual al cunoaşterii în domeniul ştiinţific abordat şi practicile în instituţii de învăţământ superior din Spaţiul European al Învăţământului Superior (SEÎS)**

În general de la inginerii electronişti se aşteaptă ca să fie capabili să realizeze obiecte hardware sau software care să satisfacă anumite nevoi concrete ale „pieţei”. În ultimii ani se constată o creştere a cererii de specialişti în domeniul hardware din partea angajatorilor, în contextul mai larg în care sectorul IT&C a devenit al doilea contribuitor la formarea PIB-ului României.

În facultate, la cursurile de bază, studenţii învaţă să proiecteze circuite şi sisteme pe modele idealizate, în care se consideră că semnalele se propagă numai pe căile dorite de proiectant.

Această abordare este firească fiind comună tuturor sistemelor de învaţământ tehnic, din motive de eficienţă a învăţării. La realizarea fizică a aparatelor şi sistemelor electronice se fac corecţiile necesare, ţinând cont de problemele suplimentare care apar în această fază. Concret se iau în considerare şi aşa numitele „cuplaje parazite”care pot să apară între componentele interne ale aparatului/sistemului ca şi posibila afectare a funcţionării de către surse de perturbaţii electromagnetice externe acestuia. În acelaşi timp este obligatoriu prin lege ca orice produs electronic să nu emită semnale perturbatoare peste anumite niveluri impuse pentru fiecare clasă de aparate.

La cursul de Compatibilitate electromagnetică se studiază tocmai metodele prin care aceste cerinţe pot fi satisfăcute la realizarea practică a aparatelor / sistemelor electronice. De regulă, parametrii tehnici impuşi prin tema de proiectare a unui aparat nu pot fi atinşi dacă nu se iau măsuri de eliminare a cuplajelor parazite încă din faza de proiectare. În prezent nici un produs electronic nu poate fi fabricat sau comercializat în cadrul Uniunii Europene dacă nu îndeplineşte condiţiile de compatibilitate electromagnetică impuse prin standarde specifice pentru fiecare clasă de aparate.

Competenţele căpătate la acest curs de către viitorii ingineri electronişti răspund astfel în mod clar cerinţelor pieţei muncii care are în acest moment o cerere importantă de specialişti în domeniul realizării şi exploatării echipamentelor electronice.

| Data completării | Titular de curs | Titular(i) de aplicaţii |
|---|---|---|
| 25.09.2025 | S.l./Lect. Dr. Ing. Valentin-Gabriel Voiculescu | S.l./Lect. Dr. Ing. Valentin-Gabriel Voiculescu |



**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**

**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și**

**Tehnologia Informației**



| | |
|---|---|
| Data avizării în departament | Director de departament |
| | Conf. Dr. Ing. Marian Vlădescu |
| Data aprobării în Consiliul Facultății | Decan |
| | Prof. Dr. Mihnea Udrea |