



**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**  
**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și**  
**Tehnologia Informației**



**FIȘA DISCIPLINEI**

**1. Date despre program**

|                                       |                                                                               |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 Instituția de învățământ superior | <b>Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București</b> |
| 1.2 Facultatea                        | <b>Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației</b>                 |
| 1.3 Departamentul                     | <b>Dispozitive, Circuite și Arhitecturi Electronice</b>                       |
| 1.4 Domeniul de studii                | Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale           |
| 1.5 Ciclu de studii                   | Licență                                                                       |
| 1.6 Specializarea                     | Microelectronică, Optoelectronică și Nanotehnologii                           |

**2. Date despre disciplină**

|                                                    |   |                                                 |                         |
|----------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------|-------------------------|
| 2.1 Denumirea disciplinei (ro)                     |   | Compatibilitate electromagnetică                |                         |
| (en)                                               |   | Electromagnetic Compatibility                   |                         |
| 2.2 Titularul activităților de curs                |   | S.I./Lect. Dr. Ing. Valentin-Gabriel Voiculescu |                         |
| 2.3 Titularul activităților de seminar / laborator |   | S.I./Lect. Dr. Ing. Valentin-Gabriel Voiculescu |                         |
| 2.4 Anul de studiu                                 | 3 | 2.5 Semestrul                                   | 1                       |
| 2.6 Tipul de evaluare                              |   | V                                               | 2.7 Regimul disciplinei |
| 2.8 Tipul disciplinei                              |   | D                                               | Op                      |
| 2.9 Codul disciplinei                              |   | 04.D.05.A.021                                   | 2.10 Tipul de notare    |
|                                                    |   |                                                 | Nota                    |

**3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)**

|                                                                                    |  |  |  |  |  |       |                    |    |                       |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|-------|--------------------|----|-----------------------|-----|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână                                                      |  |  |  |  |  | 3     | Din care: 3.2 curs | 2  | 3.3 seminar/laborator | 1   |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ                                             |  |  |  |  |  | 42    | Din care: 3.5 curs | 28 | 3.6 seminar/laborator | 14  |
| Distribuția fondului de timp:                                                      |  |  |  |  |  |       |                    |    |                       | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe                        |  |  |  |  |  |       |                    |    |                       | 30  |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate |  |  |  |  |  |       |                    |    |                       |     |
| Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri    |  |  |  |  |  |       |                    |    |                       |     |
| Tutorat                                                                            |  |  |  |  |  |       |                    |    |                       | 0   |
| Examinări                                                                          |  |  |  |  |  |       |                    |    |                       | 3   |
| Alte activități (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. Precondiții (acolo unde este cazul)**

|                                |                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.1 de curriculum              | Bazele electrotehnicii<br>Circuite integrate digitale<br>Circuite electronice fundamentale<br>Semnale și sisteme                                                                           |
| 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. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice** (acolo unde este cazul)

|                                   |                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5.1 Curs                          | Cursul se va desfășura într-o sală dotată, de preferat, cu videoproiector și acces internet (pentru a permite desfășurare simultană sub formă de videoconferință de tip Teams). |
| 5.2 Seminar/<br>Laborator/Proiect | Prezența la ședințele de laborator este obligatorie (conform regulamentului studiilor universitare de licență).                                                                 |

**6. Obiectiv general** *(Se referă la intențiile profesorilor pentru studenți, la ceea ce studenții vor fi învățați în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului științific abordat, precum și 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 învățământ al specializării studiate etc.)*

Disciplina are ca obiectiv general familiarizarea studenților cu metodele și tehnicile generale de eliminare a interferențelor electromagnetice parazite în procesul de realizare fizică a circuitelor și sistemelor electronice. În orele de aplicații (laborator) studenții vizualizează și măsoară semnalele de zgomot care apar în circuite tipice în cazul fiecărui tip de cuplaj parazit, pentru a reține ordinul de mărime al acestor semnale și aplica metodele de eliminare a interferențelor urmărind eficiența acestora.

Bazându-se pe cunoștințele 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. Competențe** *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoștințe, aptitudini și abilități personale, sociale și/sau metodologice în situații de muncă sau de studiu și pentru dezvoltarea profesională și personală. Reflectă cerințele angajatorilor.)*

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Specifice</b>               | <b>C6.1.</b> Crearea abilităților de a implementa fizic circuite electronice cu atingerea parametrilor tehnici impuși, ținând cont de cuplajele parazite care apar la realizarea practică a modulelor și aparatelor electronice<br><b>C6.2.</b> Cunoașterea metodelor generale de eliminare a interferențelor nedorite între componentele unui aparat/sistem electronic, de protecție a acestuia la perturbatiile externe, precum și de reducere a emisiei proprii de semnale perturbatoare. |
| <b>Transversale (generale)</b> | <b>CT3</b> Capacitatea de a se documenta în limba română și cel puțin într-o limbă de circulație internațională, în scopul dezvoltării profesionale și personale, prin formare continuă                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

**8. Rezultatele învățării** *(Sunt enunțuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învățării reflectă realizările studentului și mai puțin intențiile profesorului. Rezultatele învățării informează studenții despre ceea ce se așteaptă de la ei din punct de vedere al performanței, pentru a obține notele și creditele dorite. Sunt definite în termeni concreți, folosind verbe similare exemplelor de mai jos și indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învățării vor fi astfel redactate încât să fie evidențiată clar relația față de competențele definite la punctul 7.)*

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cunoștințe</b> | <i>Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau faptice.</i><br>Enumeră cele patru tipuri fundamentale de cuplaje parazite interne și evidențiază asemănările și diferențele între acestea.<br>Describe, pentru fiecare din cele patru tipuri de cuplaje: principiul de apariție, factorii de care depinde tensiunea de zgomot produsă prin cuplaj, circuitele perturbate (sensibile, victimă) și perturbatoare (agresoare) tipice, metodele generale de eliminare a cuplajelor, precum și alte noțiuni specifice disciplinei. Evidențiază influența factorilor de care depinde tensiunea de zgomot și a metodelor de reducere a zgomotului asupra tensiunii de zgomot din circuitele. |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aptitudini</b>                    | <p><i>Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente).</i></p> <p>Identifică circuitele perturbate și perturbatoare din circuite, aparate sau sisteme reale sau alese pentru studiu la ședință. Pe baza acestor circuite specifice identifică tipul sau tipurile de cuplaj existente în schemă și propune măsurile corespunzătoare de reducere a cuplajului.</p> <p>Rezolvă aplicații cu circuite care prezintă unul sau mai multe cuplaje parazite, calculând prin metode specifice parametrii electrics de zgomot sau /și semnal util obținut și propune modalități de reducere a zgomotului.</p> <p>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 relațiile aferente principiului cuplajului pentru a valida rezultatele măsurătorilor experimentale din ședința de laborator. Formulează observații și concluzii asupra măsurătorilor efectuate pe care le argumentează.</p>                                                     |
| <b>Responsabilitate și autonomie</b> | <p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <p>Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare.</p> <p>Conspectează în avans materialele de curs, laborator, în măsura în care acestea sunt puse la dispoziție. În caz de absență, parcurge pe cont propriu materialul de curs predat, pus la dispoziție.</p> <p>Selectează îndrumarul de laborator potrivit lucrării curente și îl analizează în mod individual.</p> <p>Selectează informațiile necesare din materiale puse la dispoziție pentru rezolvarea aplicațiilor de tip temă de casă și efectuează rezolvarea în mod autonom, respectând principiile de etică academică.</p> <p>Demonstrează autonomie și spirit de echipă în organizarea contextului ședinței de laborator în vederea realizării lucrării experimentale, prin manipularea aparatelor și planificarea măsurătorilor, precum și în alte situații de învățare sau situații problemă de rezolvat pentru alte scenarii aplicative.</p> <p>Respectă principiile de etică academică, realizând individual activitățile marcate în acest sens, citând, de asemenea, corect sursele bibliografice utilizate, dacă situația o cere.</p> <p>Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.</p> |

**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 studenților la stabilirea propriului parcurs de învățare, cum se identifică eventualele rămăneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Materialele didactice utilizate sunt notele și prezentările de curs, disponibile și în format electronic.

Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expositive (prelegerea, expunerea), a problematizării cât și conservative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directă și indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și 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 studenților. 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 și scheme, precum și exemple de aplicare în viața reală a conceptelor predate, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat.

La partea aplicativă, predarea se bazează pe folosirea metodei expositive (acoperind funcția de comunicare și demonstrativă). Studenții lucrează în echipe, asigurându-se dezvoltarea relațiilor de colaborare și comunicare constructivă într-un climat favorabil învățării, necesară în viitorul profesional, efectuează măsurătorile specificate în desfășurarea lucrării, trebuind să completeze o fișă de laborator în timpul ședinței



și ulterior să întocmească un referat cu rezultatele măsurărilor și cu interpretările acestora, însoțite de comentariile personale. Materialele didactice principale sunt platformele de laborator.

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

## 10. Conținuturi

| CURS      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Capitolul | Conținutul                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Nr. ore |
| 1         | Problematica generală a compatibilității 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 românești și europene de CEM                                                                                                          | 1       |
| 2         | Surse de perturbații electromagnetice (PE)<br>2.1. Clasificarea perturbațiilor și caracterizarea lor în domeniile timp / frecvență.<br>2.2. PE naturale și artificiale. PE conduse și radiate, continue și tranzitorii. PE de JF, respectiv de IF. Descărcări electrostatice. Perturbații transmise prin rețeaua 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 și perturbate tipice, metode generale de reducere, cazuri practice uzuale.<br>3.2. CPG prin sursa comună de alimentare de c.c.: aceleași probleme ca și 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 și perturbate tipice.<br>4.2. Ecrane electrice și magnetice. Ecrane electromagnetice; calculul eficienței 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*,

<https://curs.upb.ro/2024/course/view.php?id=3312>

C.Christopoulos, *Principles and techniques of electromagnetic compatibility*, 2nd edition, 2018

H.Ott, *Electromagnetic Compatibility Engineering*, 3rd edition, Wiley, 2011

R&S, *Oscilloscope Days 2022*, 2022, [https://www.rohde-schwarz.com/us/knowledge-center/webinars/webinar-oscilloscope-days\\_255400.html](https://www.rohde-schwarz.com/us/knowledge-center/webinars/webinar-oscilloscope-days_255400.html)

Holland Shielding, *101 EMI Shielding tips and Tricks*, 2022, <https://hollandshielding.com/Shielding-tips-and-tricks>

Y.Zhao et al, *Electromagnetic Compatibility - Principles and Applications*, Springer Nature Singapore, 2021

### LABORATOR

| Nr. crt. | Conținutul                                               | 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*,  
<https://curs.upb.ro/2024/course/view.php?id=3312>

O.Oltu, V.G.Voiculescu, *Compatibilitate Electromagnetică, suport de laborator electronic*,  
<https://curs.upb.ro/2024/course/view.php?id=3312>

C.Christopoulos, *Principles and techniques of electromagnetic compatibility*, 2nd edition, 2018

H.Ott, *Electromagnetic Compatibility Engineering*, 3rd edition, Wiley, 2011

R&S, *Oscilloscope Days 2022*, 2022, [https://www.rohde-schwarz.com/us/knowledge-center/webinars/webinar-oscilloscope-days\\_255400.html](https://www.rohde-schwarz.com/us/knowledge-center/webinars/webinar-oscilloscope-days_255400.html)

Holland Shielding, *101 EMI Shielding tips and Tricks*, 2022, <https://hollandshielding.com/Shielding-tips-and-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                      | Cunoașterea noțiunilor fundamentale, evaluate pe parcurs. Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice | Temă de casă. Teste pe parcurs                                                                | 40%                          |
|                                | Cunoașterea noțiunilor fundamentale, evaluate la final                                                                    | Test final                                                                                    | 20%                          |
| 11.5 Seminar/laborator/proiect | Cunoașterea practică a modului de manifestare a fiecărui tip de cuplaj parazit și a metodelor de eliminare a acestora     | Evaluare pe parcurs, fișe de laborator, referate de laborator notate și colocviu de laborator | 40%                          |

**11.6 Condiții de promovare**

Prezența la ședințele de laborator este obligatorie (conform regulamentului studiilor universitare de licență). Prezența la verificarea finală este obligatorie.

Pentru fiecare din cele patru tipuri fundamentale de cuplaje parazite se cere cunoașterea: principiului de apariție, a factorilor de care depinde tensiunea de zgomot produsă prin cuplaj, circuitelor perturbatoare și perturbate tipice, precum și a metodelor generale de eliminare.

Obținerea a 50% din punctajul de laborator, cel total și atingerea punctaje minime prevăzute prin regulament.

**12. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților angajatorilor și asociațiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum și cu stadiul actual al cunoașterii în domeniul științific abordat și practicile în instituții de învățământ superior din Spațiul European al Învățământului Superior (SEIS)**



În general de la inginerii electroniști se așteaptă ca să fie capabili să realizeze obiecte hardware sau software care să satisfacă anumite nevoi concrete ale „pieței”. În ultimii ani se constată o creștere a cererii de specialiști 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, studenții învață să proiecteze circuite și sisteme pe modele idealizate, în care se consideră că semnalele se propagă numai pe căile dorite de proiectant.

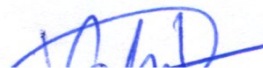
Această abordare este firească fiind comună tuturor sistemelor de învățământ tehnic, din motive de eficiență a învățării. La realizarea fizică a aparatelor și sistemelor electronice se fac corecțiile necesare, ținând cont de problemele suplimentare care apar în această fază. Concret se iau în considerare și așa numitele „cuplaje parazite” care pot să apară între componentele interne ale aparatului/sistemului ca și posibila afectare a funcționării de către surse de perturbații electromagnetice externe acestuia. În același 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 cerințe pot fi satisfăcute la realizarea practică a aparatelor / sistemelor electronice.

De regulă, parametrii tehnici impuși prin tema de proiectare a unui aparat nu pot fi atinși 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 îndeplinește condițiile de compatibilitate electromagnetică impuse prin standarde specifice pentru fiecare clasă de aparate.

Competențele căpătate la acest curs de către viitorii ingineri electroniști răspund astfel în mod clar cerințelor pieței muncii care are în acest moment o cerere importantă de specialiști în domeniul realizării și exploatării echipamentelor electronice.

| Data completării                       | Titular de curs                                                                                                                        | Titular(i) de aplicații                                                                                                                  |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 25.09.2025                             | S.I./Lect. Dr. Ing. Valentin-Gabriel Voiculescu<br> | S.I./Lect. Dr. Ing. Valentin-Gabriel Voiculescu<br> |
| Data avizării în departament           | Director de departament                                                                                                                |                                                                                                                                          |
| 26.09.2025                             | Prof. Dr. Claudiu Dan<br>                           |                                                                                                                                          |
| Data aprobării în Consiliul Facultății | Decan                                                                                                                                  |                                                                                                                                          |
| 26.09.2025                             | Prof. Dr. Mihnea Udrea                                                                                                                 |                                                                                                                                          |



**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**  
**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și**  
**Tehnologia Informației**



*[Handwritten signature]*