



### FIȘA DISCIPLINEI

#### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
1.2 Facultatea	Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Telecomunicații
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Comunicații Wireless Avansate

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		RF IC Design - Proiectarea circuitelor integrate de radio-frecvență					
(en)							
2.2 Titularul activităților de curs		Dr.ing. Traian Visan					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Dr.ing. Traian Visan					
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M3.O.04-33	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	3.5	Din care: 3.2 curs	2.00	3.3 seminar/laborator	1.5
3.4 Total ore din planul de învățământ	49.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	21
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					24
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					2
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	26.00				
3.8 Total ore pe semestru	75				
3.9 Numărul de credite	3				

#### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Diploma de inginer în electronică sau domenii conexe. Parcursul și/sau promovarea următoarelor discipline: <ul style="list-style-type: none"><li>• Circuite electronice fundamentale,</li><li>• Circuite integrate analogice,</li><li>• Blocuri analogice (Analog Blocks)</li></ul>
-------------------	--



4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: <ul style="list-style-type: none"><li>• Dispozitive electronice</li><li>• Cunoștințe privind circuitele electronice analogice avansate</li><li>• Cunoștințe generale de circuite electronice de conversie analog/digital și digital/analog.</li></ul>
--------------------------------	---

**5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice** (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer.</li><li>• Pentru transmiterea sincronă/înregistrarea prelegerilor este necesară o legătură la Internet de viteză corespunzătoare .</li></ul>
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	<ul style="list-style-type: none"><li>• Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: un număr de calculatoare cel puțin egal cu cel al studenților</li><li>• Calculatoarele trebuie să ruleze un sistem de operare de tip Linux și pachetul de programe IC Design de la Cadence</li><li>• Licențe pentru software-ul Cadence.</li></ul>

**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.)*

Se vor prezenta parametrii specifici de performanță pentru circuite de bază de radio-frecvență. Se vor studia principalele arhitecturi de transceivere. Se vor prezenta aspecte tehnologice specifice. Se vor studia principalele blocuri funcționale de RF (LNA-uri, Mixere, VCO-uri, PLL-uri, and Power Amplifiers).

Se vor proiecta și simula circuitele de bază pentru un lanț de recepție de RF. Studenții vor fi implicați în evaluarea unor soluții diferite de circuit pentru a sublinia aplicarea compromisurilor tehnice necesare. Studenții vor învăța cum să utilizeze atât simularea în timp cât și în frecvență.

**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>	<p>Demonstrează că absolventul cursului are cunoștințe de bază și avansate în domeniul proiectării circuitelor analogice de radio-frecvență</p> <p>Demonstrează că deține <b>cunoștințe</b> de bază în domeniul circuitelor integrate analogice avansate.</p> <p><b>Corelează cunoștințele</b></p> <p><b>Aplică în practică</b> cunoștințele generale privind structura, construcția și proiectarea de circuite analogice și cu circuite mixte avansate.</p> <p><b>Aplică</b> metode și instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru <b>realizarea procesului de evaluare și diagnoză</b> a unui mediu de proiectare analogică și de a-l adapta la cerințe particulare.</p> <p><b>Argumentează și analizează</b> coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică.</p> <p><b>Comunicare orală și în scris în limba română:</b> utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral.</p> <p><b>Comunicare orală și în scris în limba engleză:</b> demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă engleză, limbă standard de facto a domeniului.</p>
<b>Transversale (generale)</b>	<p><b>Lucrează în echipă și comunică eficient</b>, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru <b>rezolvarea de situații problemă</b> de complexitate medie.</p> <p><b>Autonomie și gândire critică:</b> abilitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza date în mod independent, precum și de a desprinde și prezenta concluzii / identifica soluții.</p> <p><b>Capacitate de analiză și sinteză:</b> prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.</p> <p><b>Respectă principiile de etică academică:</b> în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.</p>

**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 exemplurilor 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>	<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Are cunoștințe de bază privind tehnologiile și dispozitive RF specifice. Cunoaște arhitecturile de transceivere RF și performanțele lor. Știe să proiecteze circuite RF specifice.</li><li>• <b>Enumeră</b> principalele blocuri constructive.</li><li>• <b>Definește</b> termenii specifici domeniului.</li><li>• <b>Describe/clasifică</b> termenii/procese/fenomenele/structurile.</li><li>• <b>Identifică relațiile și consecințele lor.</b></li></ul>
-------------------	---

<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> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Are abilitatea de a evalua performanțele de RF ale unui dispozitiv pe baza foii de catalog. Știe să utilizeze atât simularea în timp cât și cea în frecvență. Poate lua decizii privind compromisurile tehnice necesare.</li> <li>• <b>Selectează și grupează</b> informații relevante într-un context dat.</li> <li>• <b>Utilizează argumentat principii specifice în vederea proiectării eficiente a cipurilor și atingerii dezideratului de “success de la prima încercare”.</b></li> <li>• <b>Lucrează</b> productiv în echipă.</li> <li>• <b>Elaborează un text științific.</b></li> <li>• <b>Verifică experimental soluții identificate.</b></li> <li>• <b>Rezolvă</b> aplicații practice.</li> <li>• <b>Interpretează</b> adecvat relații de cauzalitate.</li> <li>• <b>Analizează și compară stilurile diferite de proiectare.</b></li> <li>• <b>Identifică soluții și elaborează</b> planuri de rezolvare/proiecte.</li> <li>• <b>Formulează concluzii la experimentele realizate.</b></li> <li>• <b>Argumentează</b> soluțiile identificate/modurile de rezolvare.</li> </ul>
<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Are abilitatea de a lucra individual și independent la proiectarea de circuite RF pornind de la specificații.</li> <li>• <b>Selectează</b> surse bibliografice potrivite și le analizează.</li> <li>• <b>Respectă principiile de etică academică</b>, citând corect sursele bibliografice utilizate.</li> <li>• <b>Demonstrează receptivitate</b> pentru contexte noi de învățare.</li> <li>• <b>Manifestă colaborare</b> cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice</li> <li>• <b>Demonstrează autonomie</b> în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat</li> <li>• <b>Manifestă responsabilitate socială</b> prin implicarea activă în viața socială studentă/implicare în evenimentele din comunitatea academică</li> <li>• <b>Promovează/contribuie prin soluții noi</b>, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.</li> <li>• <b>Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei</b> la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială).</li> <li>• <b>Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse</b> în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.</li> <li>• <b>Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială</b> în domeniul de specialitate.</li> <li>• <b>Demonstrează abilități de management</b> al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).</li> </ul>

**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.)

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), cât și conversative-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 sau diferite filmulețe care vor fi puse la dispoziția studenților. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.

Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat.

Acestă disciplină acoperă informații și activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare și de dezvoltare a unor relații optime de colaborare și comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire.

Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și a mecanismelor de construcție a feedback-ului, ca modalități de reglare comportamentală în situații diverse și de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților.

Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere în Radio-Frecvență Tehnologii și dispozitive pentru circuite de RF/	4
2	Arhitecturi de trancievere Receptoare Emițătoare	4
3	Teoria amplificatoarelor RF liniare Amplificatoare de zgomot redus	4
4	Sintetizatoare PLL	4
5	Oscilatoare RF	4
6	Mixere RF	4
7	Amplificatoare de putere de RF	4
	<b>Total:</b>	28

### Bibliografie:

1. Behzad Razavi – RF Microelectronics – Prentice Hall – 1998;
2. Thomas H. Lee – The Design of CMOS Radio-Frequency Integrated Circuits – Cambridge University Press – 2004;
3. John Rogers, Calvin Plett – Radio Frequency Integrated Circuits Design – Artech House – 2003;

## LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere în simulatorul în domeniul timp LTSpice	4
2	Introducere în simulatorul în domeniul frecvență Ansoft Designer	4
3	Proiectarea rețelelor de adaptare folosind Diagramele Smith	4
4	Proiectarea unui amplificator cu câștig maxim de RF folosind adaptarea complex conjugată.	4

5	Proiectarea unui amplificator de zgomot redus folosind atât simularea în domeniul timp cât și cea în domeniul frecvență.	4
6	Proiectarea unui oscilator de RF controlat în tensiune folosind atât simularea în domeniul timp cât și cea în domeniul frecvență.	4
7	Proiectarea unui mixer RF folosind simularea în domeniul timp.	4
<b>Total:</b>		28

**Bibliografie:**

- 1, LTSpice - Reference manual
- 2, Ansoft Designer Student Version - Reference manual
- 3, Infineon Application Notes for RF Transistors
- 4, Smith Diagram - Tutorials

**11. Evaluare**

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Abilitatea de a alege soluția corectă pentru utilizarea unui dispozitiv într-un circuit specificat sau de a alege soluția de arhitectură de circuit corectă pentru realizarea unei funcții specifice dintr-un traneiver RF	Test grilă.	30%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Capability to design some basic RF circuits using Time Domain and Frequency Domain simulators	3 teme de casă dedicate proiectării de LNA, VCO, Frequency Divider și Phase-Frequency Detector with Charge Pump	70%
11.6 Condiții de promovare			
Minimum 50% la testul grilă. Minimum 50% la evaluarea temelor de casă.			

**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)**

- Prin activitățile desfășurate, studenții dezvoltă abilități de a analiza și proiectarea circuitelor integrate care reprezintă un domeniu de mare interes in ultima perioada, existând o cerere importanta de ingineri in domeniul proiectării circuitelor integrate analogice, digitale și cu semnale mixte.
- Tipurile de circuite studiate sunt folosite în permanență în toate companiile comerciale din domeniu. Mediul de proiectare Cadence utilizat la laborator este folosit în toate companiile comerciale din domeniu care activează în România.



- Programa cursului răspunde concret cerințelor actuale și tendințelor de evoluție tehnologică. Cursul și aplicațiile aferente acestuia asigură studenților cunoștințe și competențe care le oferă posibilitatea angajării rapide după absolvirea facultății într-o companie de prestigiu din domeniu.
- Situația actuală pe piața semiconductoarelor a dezvoltat dezechilibrele majore care există între cererea și oferta de produse din acest domeniu care a generat măsuri active și decisive la toate nivelele de decizie inclusiv cele statale și ale Uniunii Europene.
- În dezvoltarea conținutului disciplinei s-au avut în vedere atât cunoștințe, aspecte, fenomene descrise de literatura de specialitate dar și cercetările proprii publicate cât și experiența industrială a titularilor disciplinei.
- Cursul are un conținut similar cursurilor desfășurate de universitatea Lodz University of Technology din Polonia, THE UNIVERSITY of EDINBURGH și Newcastle din Marea Britanie, etc.
- Prin activitățile de laborator se are în vedere dezvoltarea abilităților absolventului de a gestiona situații practice cu care se poate confrunța în viața reală în scopul creșterii contribuției acestuia la îmbunătățirea mediului socio-economic.
- Disciplina a fost dezvoltată în acord cu companiile din domeniul microelectronicii care activează în România precum Infineon Technologies, Romania, Microchip Romania și On Semiconductor. Dr. Traian VIȘAN conduce un colectiv de cercetare/dezvoltare în Infineon Romania.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

16.09.2024

Dr.ing. Traian Visan

Dr.ing. Traian Visan

Data avizării în departament

Director de departament

27.10.2024

Conf. Dr. Serban Georgica Obreja

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

25.10.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea