



### 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) (en)				Sisteme radio definite software și proiectarea circuitelor programabile Software Defined Radio and Programmable Circuits Design			
2.2 Titularul activităților de curs				Prof. Dr. Alexandru Martian, Prof. Dr. Cristian Anghel			
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator				Prof. Dr. Alexandru Martian, Prof. Dr. Cristian Anghel			
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	II	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DS	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M2.O.21-09	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	2.5	Din care: 3.2 curs	1.50	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	35.00	Din care: 3.5 curs	21	3.6 seminar/laborator	14
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					55
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					5
Examinări					3
Alte activități (dacă există):					2
3.7 Total ore studiu individual	65.00				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

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

4.1 de curriculum	Parcursarea și/sau promovarea următoarelor discipline: Semnale si Sisteme Comunicatii Analogice si Digitale Comunicatii Radio: Sisteme si Echipamente Procesara Digitala de Semnal
-------------------	--



4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: <ul style="list-style-type: none"><li>• cunoștințe generale privind semnalele analogice și digitale,</li><li>• capacitatea de a înțelege funcționarea unui principiu sau diagramă bloc a unui echipament de comunicații radio,</li><li>• cunoștințe de bază privind transmiterea informațiilor,</li><li>• cunoștințe de bază de procesare a semnalului digital.</li></ul>
--------------------------------	---

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

5.1 Curs	Sala de curs echipata cu videoproiector si calculator
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Prezența obligatorie la laboratoare (conform Regulamentului privind organizarea și desfășurarea procesului de învățământ universitar de licență în Universitatea POLITEHNICA din București)

**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.)

Această disciplină este studiată în cadrul programului de studii de master Advanced Wireless Communications și are ca scop familiarizarea studenților cu principalele abordări, modele și teorii explicative din domeniul proiectării circuitelor definite și programabile prin software, utilizate în rezolvarea de aplicații și probleme practice, cu relevanță pentru stimularea procesul de învățare la elevi.

Disciplina abordează ca subiect specific noțiuni generale legate de radio definite prin software (concept ideal, arhitectură generală, aspecte de procesare în bandă de bază și aspecte digitale front end) și proiectare de circuite programabile (circuite SPLD, CPLD și FPGA, limbaj VHDL, componente fizice și logice dedicate). instanțiere, verificare cod VHDL). Toate acestea contribuie la transmiterea/formarea studenților o privire de ansamblu asupra reperelor metodologice și procedurale aferente domeniului.

**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.)

Specifice	Demonstrează cunoștințe de bază/avansate despre radio definite de software și proiectarea circuitelor programabile. Coreleaza cunoștințele Aplica cunoștințele în practică Aplica metode si instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru realizarea procesului de evaluare si diagnosticare a unei situatii, in functie de problemele identificate/raportate, si identifica solutii. Argumentează și analizează coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului, folosind concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică. Comunicare orală și scrisă în limba română: folosește vocabularul științific specific domeniului, pentru a comunica eficient, în scris și oral. Comunicare orală și scrisă într-o limbă străină (engleză): demonstrează înțelegerea vocabularului legat de subiect într-o limbă străină.
-----------	---



<b>Transversale (generale)</b>	<p>Lucrează în echipă și comunică eficient, coordonând eforturile cu ceilalți pentru a rezolva situații problematice de complexitate medie.</p> <p>Autonomie și gândire critică: capacitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza datele în mod independent și de a trage și prezenta concluzii/identifica soluții.</p> <p>Capacitate de analiză și sinteză: prezintă cunoștințele dobândite într-un mod sintetic, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.</p> <p>Respectați principiile eticii academice: citați corect sursele bibliografice utilizate în activitatea de documentare.</p> <p>Pune în practică elemente de inteligență emoțională în managementul socio-emoțional adecvat al situațiilor din viața reală/academică/profesională, demonstrând autocontrol și obiectivitate în luarea deciziilor sau în situații stresante.</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> <p><b>Enumeră</b> cele mai importante etape care au marcat dezvoltarea domeniului.</p> <p><b>Definește</b> noțiuni specifice domeniului.</p> <p><b>Describe/clasifică</b> noțiuni/procese/fenomene/structuri.</p> <p><b>Evidențiază consecințe și relații.</b></p>
<b>Aptitudini</b>	<p>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).</p> <p><b>Selectează</b> și grupează informații relevante într-un context dat.</p> <p><b>Lucrează</b> productiv în echipă.</p> <p><b>Elaborează un text științific.</b></p> <p><b>Verifică experimental soluții identificate.</b></p> <p><b>Rezolvă</b> aplicații practice.</p> <p><b>Interpretează</b> adecvat relații de cauzalitate.</p> <p><b>Identifică soluții</b> și elaborează planuri de rezolvare/proiecte.</p> <p><b>Formulează concluzii la experimentele realizate.</b></p> <p><b>Argumentează</b> soluțiile identificate/modurile de rezolvare</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><b>Selectează</b> surse bibliografice potrivite și le analizează.</p> <p><b>Respectă principiile de etică academică</b>, citând corect sursele bibliografice utilizate.</p> <p><b>Demonstrează receptivitate</b> pentru contexte noi de învățare.</p> <p><b>Manifestă colaborare</b> cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice</p> <p><b>Demonstrează autonomie</b> în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat</p> <p><b>Manifestă responsabilitate socială</b> prin implicarea activă în viața socială studentescă/implicare în evenimentele din comunitatea academică</p> <p><b>Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate</b> pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.</p> <p><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).</p> <p><b>Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse</b> în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.</p> <p><b>Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială</b> în domeniul de specialitate.</p> <p><b>Demonstrează</b> abilități de management al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).</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 rămânări 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. Această 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	1. Introducere 1.1 Definitii 1.2 Conceptul de baza 1.3 Istoric, Avantaje si Dezavantaje 1.4 Arhitectura Generala Hardware si Software 1.5 Evolutia spre Radio Cognitiv	1
2	2. Procesarea in Banda de Baza 2.1 Aspecte Generale 2.2 Procesare la nivel de bit (Codare, Coduri de detectare a erorilor, Randomizare, Codarea de Canal, Adaptarea Ratei) 2.2 Modulatia (tehnicele de modulare QAM si PSK) 2.3 Pulse-shape Filtering	2
3	3. Digital Front End (DFE): Partea de transmisie 3.1 Aspecte generale 3.2 Diagrama bloc generica 3.3 Arhitectura DFE Tx (Frecventa Intermediara Digitala, Conversia Directa) 3.4 Filtre Cascaded Integrator Comb (CIC)	2.5
4	4. Digital Front End (DFE): Partea de receptie 4.1 Aspecte generale 4.2 Perturbatii intr-un receptor radio (zgomot, distorsiuni) 4.3 Schema bloc generica 4.3 Arhitecturi DFE Rx (Frecventa intermediara digitala, Zero IF) 4.4 Arhitecturi Multibanda 4.5 Sincronizarea receptorului	3
5	5. Example de Platforme SDR: familia USRP 5.1 Aspecte generale, aplicatii 5.2 Arhitecturile familiilor USRP pconverters 5.3 Arhitectura USRP N210 5.4 WBX RF daughterboard 5.5 Software Environments (GNU Radio, Matlab, LabView)	2
6	6. Circuite logice programabile 6.1. Circuite SPLD (PLA si PAL) 6.2. Circuite CPLD 6.3. Circuite FPGA	2.5
7	7. Limbajul VHDL 7.1 Formate de reprezentare numerica 7.2 Conceptele de baza 7.3 Sintaxa limbajului VHDL 7.4 Descrierea compartimentala 7.5 Descrierea structurala	3
8	8. Instantierea componentelor dedicate logice si fizice 8.1. Componente fizice 8.1.1. Blocuri de memorie 8.1.2. Blocuri de aritmetica 8.2. Componente logice	3



9	9. Verificarea codului VHDL 9.1. Verificarea la nivel de modul 9.1.1. Verificarea functionala 9.1.2. Verificarea de timp 9.2. Verificarea la nivel de sistem	2.5
<b>Total:</b>		21
<b>Bibliografie:</b>		

<b>LABORATOR</b>		
Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Tehnici de modulație digitală: compararea performanțelor pentru BPSK/4QAM/16/QAM. Filtre de formsare RC/RRC	2
2	Tehnici de modulație digitală: compararea performanțelor pentru BPSK/4QAM/16/QAM. Filtre de formsare RC/RRC	2
3	Conversie sus/jos și deteriorări RF: decalaj de frecvență/fază, dezechilibru de amplitudine/fază, zgomot de fază. Filtre CIC.	2
4	Conversie sus/jos și deteriorări RF: decalaj de frecvență/fază, dezechilibru de amplitudine/fază, zgomot de fază. Filtre CIC.	2
5	Tehnici de recuperare a purtătoarei: Costas Loop pentru semnale BPSK și QPSK Tehnici de recuperare în timp: Recuperare timpurie-târzie.	2
6	Limbajul VHDL	2
7	Verificarea codului sursă VHDL (Modelsim)	2
8	Blocuri de memorie	0
9	Colocviu final de laborator	0
<b>Total:</b>		14
<b>Bibliografie:</b> 1. Marțian Alexandru, Anghel Cristian, Software Defined Radio and Programmable Circuit Design, suport de curs electronic, <a href="https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9458">https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9458</a> . 2. Software-Defined Radio for Engineers, by Travis F. Collins, Robin Getz, Di Pu, and Alexander M. Wyglinski, Artech House, 2018. 3. E. Grayver, Implementing Software Defined Radio, Springer, 2012. 4. Gheorghe Stefan, Circuite și sisteme digitale, Editura Tehnica 2000 5. Gheorghe Toacse, Dan Nicula, Electronica Digitală vol. 1 & 2, Editura Tehnica 2005		

### 11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
----------------	---------------------------	-------------------------	------------------------------



11.4 Curs	- cunoașterea notiunilor fundamentale teoretice	Examen final in timpul sesiunii	20
	- cunoașterea notiunilor fundamentale teoretice	Examen final in timpul sesiunii	20
	- cunostinte de aplicare a teoriei in aplicatii practice specifice	Examen final in timpul sesiunii	10
	- analiza diferentiaa a diferitelor metode si tehnici teoretice	Examen final in timpul sesiunii	
11.5 Seminar/laborator/proiect	- capacitatea de a simula sisteme de comunicatii radio  - capacitatea de a implementa diferite blocuri dintr-un echipament definit radio  - capacitatea de a simula sisteme de radiocomunicatii pe baza schemelor bloc	Note la fiecare laborator pe baza de teste ce cuprind intrebari cu privire la aspectele discutate in fiecare laborator	25
	- capacitatea de a scrie cod VHDL conform unor specificatii primite  - capacitatea de a testa codul VHDL scris  - capacitatea de a folosi componente dedicate	Test final cu exemple de cod VHDL	25
11.6 Condiții de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul total. Obținerea a 50% din punctajul aferent activității pe parcursul semestrului.			

## 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 (SEİS)




Sistemele de comunicații fără fir sunt și vor fi o componentă importantă în sistemele de comunicații globale. Odată cu progresul tehnologic al echipamentelor de comunicații, din ce în ce mai multe dintre aceste dispozitive au nevoie de o conexiune la internet și de aceea apare nevoia unei conexiuni de date (de viteză din ce în ce mai mare) în paralel cu cea clasică de voce. Mai mult, un număr tot mai mare de standarde de comunicație coexistă, ceea ce presupune de cele mai multe ori existența mai multor echipamente dedicate. Într-un echipament radio definit prin software (SDR), majoritatea blocurilor de procesare a semnalului necesare într-un dispozitiv fără fir sunt implementate în domeniul digital prin software (folosind diferite circuite hardware, cum ar fi dispozitive logice programabile (FPGA), procesoare de semnal digital (DSP), circuite integrate specifice aplicației (ASIC), etc.). Avantajele oferite de astfel de dispozitive în comparație cu echipamentele clasice sunt posibilitatea de reconfigurare, care permite îmbunătățiri și adăugarea de noi



standarde fără modificări hardware, precum și capacitatea de a utiliza mai multe tehnologii diferite de acces radio, în funcție de nevoile specifice.

Programa cursului răspunde cerințelor actuale de dezvoltare și evoluție, subscrise la evoluția europeană și mondială în domeniul comunicațiilor și tehnologiei informației (TIC). În acest fel, absolvenților li se asigură competențe adecvate nevoilor calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică modernă, de calitate și competitivă, care le va permite să fie angajați rapid după absolvire, fiind perfect încadrați în politica Politehnicii. Universitatea din București, atât din punct de vedere al conținutului și structurii, cât și din punct de vedere al competențelor și deschiderii internaționale oferite studenților.

Prin activitățile desfășurate la această disciplină, studenții își dezvoltă abilități de a oferi soluții la probleme și de a propune idei de îmbunătățire a situației existente în domeniul sistemelor și echipamentelor de comunicații radio. Se mai are în vedere dezvoltarea abilităților absolventului de a gestiona situații practice cu care se poate confrunta în viața reală pentru a-și spori contribuția la îmbunătățirea mediului socio-economic

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
09.09.2022	Prof. Dr. Alexandru Martian, Prof. Dr. Cristian Anghel 	Prof. Dr. Alexandru Martian, Prof. Dr. Cristian Anghel 
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 