



### 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)		Tehnologii radio digitale de acces					
(en)		Digital Radio Access Technologies					
2.2 Titularul activităților de curs		Prof. Dr. Ion Marghescu, Conf.dr.ing. Alexandru Rusu-Casandra					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Conf.dr.ing. Alexandru Rusu-Casandra					
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DS	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M1.O.21-08	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					26
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					4
Alte activități (dacă există):					10
3.7 Total ore studiu individual	40.00				
3.8 Total ore pe semestru	75				
3.9 Numărul de credite	3				

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

4.1 de curriculum	Parcurgerea și/sau promovarea următoarelor discipline: Comunicații Mobile Sisteme și Echipamente pentru Comunicații Radio Antene Prelucrarea digitală a semnalelor Comunicații Analogice și Digitale
-------------------	---



4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: cunoștințe generale despre semnale analogice și digitale, cunoștințe generale de transmiterea informației, capacitatea de a înțelege funcționarea unei scheme bloc sau de principiu pentru sistemele de comunicație, noțiuni generale cu privire la antene și la propagația undelor radio, cunoștințe fundamentale de transmiterea informației, capacitatea de a folosi echipamente de măsură folosite în comunicații, capacitatea de a realiza simulări folosind medii adecvate sau MATLAB și de a interpreta rezultatele obținute.
--------------------------------	---

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

5.1 Curs	Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: PC-uri pe care să fie instalat mediul Matlab/Simulink, module didactice de emisie/recepție RF, radioreceptoare de test, generatoare semnal RF, analizoare de spectru, multimetre. Prezența la laboratoare este obligatorie (conform regulamentului studiilor universitare de licență din UPB).

**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 se studiază în cadrul programului de masterat Comunicatii Fără Fir Avansate (Advanced Wireless Communications) și își propune să transmită studenților cunoștințe cu privire la principalele tehnologii aplicate pentru a permite accesul la Internet folosind propagarea undelor radio.

În acest scop sunt analizate principalele caracteristici, componente și funcțiuni ale unor sisteme de comunicații care au la bază tehnologii de acces radio reprezentative, și des întâlnite, din clasele WPAN, WLAN, WMAN. În fiecare caz sunt analizate nivelele de bază ale stivei de protocoale (PHY și MAC), arhitectura rețelelor, servicii și aplicații specifice.

Alături de tehnologiile radio sunt abordate și tehnici de modulație specifice canalelor radio de bandă largă. Toate acestea contribuie la transmiterea/formarea către/la studenți a unei viziuni 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.)



<b>Specifice</b>	<p><b>Demonstrează că deține</b> cunoștințe de bază/avansate în domeniul sistemelor și echipamentelor de comunicații radio.</p> <p><b>Corelează cunoștințele</b></p> <p><b>Aplică în practică</b> cunoștințele</p> <p><b>Aplică</b> metode și instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru realizarea procesului de evaluare și diagnoză a unei situații, în funcție de problemele identificate/raportate, și identifică soluții.</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 într-o limbă străină (engleză):</b> demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.</p>
<b>Transversale (generale)</b>	<p><b>Lucrează în echipă și comunică eficient</b>, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă 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> <p><b>Pune în practică elemente de inteligență emoțională</b> în gestionarea socio-emoțională adecvată a unor situații din viața reală/academică/profesională, demonstrând stăpânire de sine și obiectivitate în luarea deciziilor sau în situații de stres.</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><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></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><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><b>Selectează și grupează informații relevante într-un context dat.</b> <b>Lucrează productiv în echipă.</b> <b>Elaborează un text științific.</b> <b>Verifică experimental soluții identificate.</b> <b>Rezolvă aplicații practice.</b> <b>Interpretează adecvat relații de cauzalitate.</b> <b>Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare/proiecte.</b> <b>Formulează concluzii la experimentele realizate.</b> <b>Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare.</b></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. <b>Respectă principiile de etică academică</b>, citând corect sursele bibliografice utilizate. <b>Demonstrează receptivitate</b> pentru contexte noi de învățare. <b>Manifestă colaborare</b> cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice <b>Demonstrează autonomie</b> în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat <b>Manifestă responsabilitate socială</b> prin implicarea activă în viața socială studentescă/implicare în evenimentele din comunitatea academică <b>Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate</b> pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale. <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). <b>Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse</b> în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător. <b>Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială</b> în domeniul de specialitate. <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 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. 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	Aspecte Introductive: 1.1. Evoluția tehnologiilor de acces și difuziune. 1.2. Familia de standarde IEEE 802.xx. 1.3. Particularități ale rețelelor de bandă largă mobile 1.4. Tehnologii de acces mobile. Exemple. 1.5. Evoluția tehnologiilor de acces spre generația a patra și după aceasta.	2
2	Tehnici de modulație monopurtătoare (recapitulare) 2.1. Tehnici de modulație în banda de bază; 2.2. Tehnici de modulație în RF, 2.3. Reprezentarea semnalelor în planul complex 2.4. Modulația digitală în amplitudine, în fază, în frecvență 2.5. Exemple de tehnici de modulație: OOK, BPSK, QAM, DQPSK, MSK.	4
3	Tehnici de modulație multipurtătoare: OFDM: 3.1 Semnale OFDM: Principii de bază; 3.2 Intervalul de gardă 3.2 O schemă bloc a unui sistem OFDM 3.4 Sincronizarea de timp și de frecvență 3.5 Raportul putere de vârf putere medie 3.6 OFDMA 3.7 Concluzii: argumente pro și contra tehnici de modulație OFDM;	5
4	Rețele radio de acces locale (WLAN) 3.1. Aspecte introductive; 3.2. Noțiuni de bază pentru standardul IEEE 802.11: topologie; evoluție; nivel fizic; canale radio; parametrii semnalului OFDM; prelucrarea semnalului la recepție; antrenarea receptorului. 3.3. Nivelul MAC pentru standardul IEEE 802.11: descriere; tehnici specifice; structura cadrului MAC; asocierea unei stații la un punct de acces; sincronizarea și reducerea consumului de energie.	4
5	Tehnologia Zig Bee 5.1. Aspecte Generale 5.1 Nivelul fizic, tehnica de modulație, benzi de frecvență, canale. 5.3 Nivelul MAC. 5.4 Arhitecturi de rețea, Tehnici de rutare. 5.5 Aplicații	3
6	Tehnologia LoRaWAN 5.1. Aspecte generale 5.2. Nivelul fizic, tehnica de modulație LoRa; 5.3 Nivelul MAC. 5.4 Aplicații	2



7	<p>Tehnologia WiMAX</p> <p>4.1. Aspecte generale. Particularități ale rețelelor WMAN și WiMAX</p> <p>4.2. Nivelul fizic pentru WIMAX: parametrii semnalelor OFDM, subcanalizarea; structura cadrelor; AMC.</p> <p>4.3. Prezentarea sumară a nivelului MAC: mecanisme de acces la canalul radio; calitatea serviciului; mobilitatea; securitatea;</p> <p>4.4. Procedee avansate pentru ameliorarea performanțelor: SAE; HARQ; reutilizarea ameliorată a frecvențelor;</p>	1
<b>Total:</b>		21

**Bibliografie:**

**LABORATOR**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Modulații digitale cu purtătoare unică	0
2	Modulația OFDM	0
3	Simularea tehnologiei DVB-T in mediul Matlab Simulink	2
4	Scheme de modulație și codare folosite de standardul 802.11	2
5	Tehnologi Zig-Bee	2
6	Tehnologia Wi-Fi	2
7	Tehnologia DVB-T	2
8	Tehnologia WiMAX	2
9	Colocviu final de laborator	2
<b>Total:</b>		14

**Bibliografie:**

**11. Evaluare**

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	- cunoasterea conceptelor, principiilor si performantelor celor mai raspandite tehnici de modulație utilizate de către tehnologiile avansate de acces radio.	Examen de tip MCQ la mijlocul semestrului	25%
	- cunoasterea conceptelor, principiilor si performantelor celor mai raspandite tehnici de modulație utilizate de către tehnologiile avansate de acces radio.	Examen de tip MCQ la mijlocul semestrului	25%
	cunoașterea principiilor de funcționare și de organizare pentru tehnologiile radio de acces actuale, performanțele și aplicațiile acestora.	Examen final de tip MCQ în sesiune	



11.5 Seminar/laborator/proiect	- Analiza detaliată a unei tehnologii de acces (aspecte teoretice și aplicative) Studiu în echipă.	Prezentarea raportului pentru tema de casă, într-o sesiune la sfârșitul semestrului.	25 %
	Cunoașterea, configurarea și simularea principalelor tehnologii radio de acces actuale; măsurarea parametrilor de calitate a serviciului și de nivel fizic	Colocviu final de laborator	10%
	Realizarea configurațiilor, măsurătorilor și răspunderea la întrebările specifice în îndrumarul de laborator	Predarea fișelor de laborator cu valorile măsurate și cu răspunsurile la întrebări	15%
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 (SEIS)

Tehnologiile de acces la Internet (ghidate sau fără fir) au fost și vor fi în continuare o componentă importantă a sistemului global de comunicații. Utilizarea conceptelor IoT are la bază o varietate de tehnologii de acces extrem de diversă prin raza de acoperire, rata de transmisie a datelor, puterea consumată. Piața muncii este extrem de interesată de specialiști în realizarea unor soluții de culegere de date optimizate pe aplicație. Apoi observarea soluțiilor tehnologice în evoluția lor permite studenților o asimilare a cunoștințelor fundamentale necesare cu mai mare ușurință.

Programa cursului răspunde cerințelor actuale de dezvoltare și evoluție, subscrise evoluției europene și mondiale în domeniul comunicațiilor și tehnologiei informațiilor (ICT). În contextul progresului tehnologic actual al dispozitivelor electronice, domeniile de activitate vizate sunt practic nelimitate, de la aplicații de “consum” (casa inteligentă, orașe inteligente, telecomenzi terminale mobile), la cele profesionale din domeniul comunicațiilor satelitare, RFID, radiorelee etc.

Se asigură astfel absolvenților atât competențe adecvate cu necesitățile calificărilor actuale cât și o pregătire științifică și tehnică moderne, de calitate și competitivă, care să le permită angajarea rapidă după absolvire. Acest mod de abordare este perfect încadrat în politica Universității Politehnica din București, atât din punctul de vedere al conținutului și structurii cât și din punctul de vedere al aptitudinilor și deschiderii internaționale oferite studenților.

Prin activitățile desfășurate în cadrul acestei discipline studenții dezvoltă abilități de a oferi soluții unor probleme și de a propune idei de îmbunătățire a situației existente în domeniul tehnologiilor și echipamentelor radio de acces. De asemenea, se are în vedere dezvoltarea abilităților absolventului de a gestiona situații practice cu care se poate confrunta în viața reală în scopul creșterii contribuției acestuia la îmbunătățirea mediului socio-economic.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

09.09.2022

Prof. Dr. Ion Marghescu, Conf.dr.ing.  
Alexandru Rusu-Casandra

Conf.dr.ing. Alexandru Rusu-  
Casandra



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



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten initials]*

Data avizării în  
departament

Director de departament

27.10.2024

Conf. Dr. Serban Georgica Obreja

*[Handwritten signature]*

Data aprobării în  
Consiliul Facultății

Decan

25.10.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea

*[Handwritten signature]*