



### 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 Mobile

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Sisteme cu acces dinamic la spectru Dynamic Spectrum Access Systems						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. Dr. Alexandru Martian						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Prof. Dr. Alexandru Martian						
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.M3.A.08-36	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	2	Din care: 3.2 curs	2.00	3.3 seminar/laborator	0
3.4 Total ore din planul de învățământ	28.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	0
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					39
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					5
Examinări					3
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	47.00				
3.8 Total ore pe semestru	75				
3.9 Numărul de credite	3				

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

4.1 de curriculum	Semnale și Sisteme, Comunicații Analogice și Digitale, Sisteme și Echipamente de Comunicații Radio, Prelucrarea Numerică a Semnalelor
-------------------	--



4.2 de rezultate ale învățării	Cunoștințe generale despre semnale analogice și digitale, capacitatea de a înțelege funcționarea unei scheme bloc sau de principiu pentru echipamente de comunicații radio, cunoștințe fundamentale de transmiterea informației, cunoștințe fundamentale legate de prelucrarea numerică a semnalelor.
--------------------------------	---

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

5.1 Curs	Sala dotată cu videoproiector, tablă de scris.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	-

**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.*)

Familiarizarea masteranzilor cu conceptul de acces dinamic la spectru (DSA). Sunt clarificate motivele datorită cărora a apărut acest concept. Sunt prezentate detalii legate de diferite standarde existente sau în curs de elaborare care sunt bazate pe principii de acces dinamic la spectru.

Unul dintre elementele fundamentale ale unui echipament DSA, procesul de detecție spectrală, este analizat în detaliu. Mai multe metode de detecție spectrală sunt discutate, accentul fiind pus pe cea mai populară dintre aceste metode, detecția de energie. Detecția spectrală cooperativă este de asemenea prezentată.

Pentru a putea avea și o imagine practică legată de subiect, sunt prezentate și aspecte legate de implementarea unor astfel de echipamente, atât din punct de vedere hardware, cât și din punct de vedere software.

**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>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cunoașterea arhitecturilor specifice pentru sistemele și echipamente cu acces dinamic la spectru;</li><li>- Cunoașterea legate de standarde existente sau în curs de elaborare care sunt bazate pe principii de acces dinamic la spectru;</li><li>- Cunoștințe legate de diferite metode de detecție spectrală.</li></ul>
<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> <ul style="list-style-type: none"><li>• Enumeră cele mai importante etape care au marcat dezvoltarea domeniului.</li><li>• Definește noțiuni specifice domeniului.</li><li>• Descrie/clasifică noțiuni/procese/fenomene/structuri.</li><li>• Evidențiază consecințe și relații.</li></ul>
<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> <ul style="list-style-type: none"><li>• Selectează și grupează informații relevante într-un context dat.</li><li>• Utilizează argumentat principii specifice în vederea abc.</li><li>• Lucrează productiv în echipă.</li><li>• Elaborează un text științific.</li><li>• Verifică experimental soluții identificate.</li><li>• Rezolvă aplicații practice.</li><li>• Interpretează adecvat relații de cauzalitate.</li><li>• Analizează și compară.</li><li>• Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare/proiecte.</li><li>• Formulează concluzii la experimentele realizate.</li><li>• Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare</li></ul>
<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<p>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.</li><li>• Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.</li><li>• Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare.</li><li>• Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice</li><li>• Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat</li><li>• Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studentă/implicare în evenimentele din comunitatea academică</li><li>• Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.</li><li>• Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială).</li><li>• Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.</li><li>• Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate.</li><li>• Demonstrează abilități de management 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 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 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 1.1 Ce este accesul dinamic la spectru (DSA)? 1.2 De ce este accesul dinamic la spectru necesar? 1.3 Campanii de evaluare a gradului de ocupare a spectrului de radiofrecvență 1.4 Evoluția conceptului de radio definit prin software (SDR) către radio cognitiv (CR) 1.5 Dezvoltări comerciale, campanii pilot și experimentale	4
2	Standarde bazate pe acces dynamic la spectru 2.1 IEEE 802.22 (WRAN) 2.2 IEEE 1900.1-7 2.3 IEEE 802.11af și 802.11h 2.4 IEEE 802.16h 2.5 LTE-U și LAA 2.6 Elemente DSA pentru rețelele 5G	4
3	Arhitectura generică unui echipament DSA 3.1 Ciclul cognitiv 3.2 Blocuri de procesare de semnal necesare	2



4	Detecția spectrală 4.1 Definiția problemei 4.2 Clasificarea metodelor de detecție spectrală 4.3 Baze de date de geolocație	3
5	Detecția de energie (ED) 5.1 Algoritmul classic de detecție de energie 5.2 Algoritmi îmbunătățiți de detecție de energie 5.3 Evaluarea performanțelor pentru algoritmi ED	4
6	Detecția spectrală bazată pe caracteristici 6.1. Detecția de caracteristici ciclostacionare 6.2. Detecția bazată pe filtrare adaptată 6.3. Detecția bazată pe transformata Wavelet 6.4. Detecția bazată pe caracteristici de covarianță	4
7	Detecția spectrală cooperativă 7.1. Beneficiile detecției spectrale cooperative 7.2. Detecția spectrală cooperativă centralizată 7.3. Detecția spectrală cooperativă distribuită 7.4. Detecția spectrală cooperativă bazată pe relee	3
8	Implementarea unui echipament DSA 8.1. Cum se alege o platformă SDR? 8.2. Familiile de platforme Universal Software Radio Peripheral (USRP) 8.3. Alte platforme SDR 8.4. Mediul GNU Radio	4
	<b>Total:</b>	28

**Bibliografie:**

A. Marțian, “Utilizarea eficientă a spectrului de radiofrecvență. Evaluarea stadiului actual și perspective”, Ed. Politehnica Press, 2017.  
O. Holland, H. Bogucka and A. Medeisis, “Opportunistic Spectrum Sharing and White Space Access: The Practical Reality”, Wiley, 2015.  
A.M. Wyglinski, M. Nekovee and T. Hou, “Cognitive Radio Communications and Networks: Principles and Practice”, Academic Press, 2009.  
B. Fette, “Cognitive Radio Technology”, Academic Press, 2009.

**Bibliografie:**

-

**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 teoretice fundamentale; - cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice; - analiza comparativă a tehnicilor și metodelor teoretice.	Examen final în timpul sesiunii	100
11.5 Seminar/laborator/proiect			



11.6 Condiții de promovare

- Obținerea a 50% din punctajul total.

**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 din cadrul sistemului global de comunicații. Cu toate acestea, având în vedere că numărul de sisteme de comunicații radio a crescut semnificativ în ultimele decenii, una dintre resursele esențiale necesare, spectrul de radiofrecvență, a devenit supraaglomerat. Diferite campanii de măsurători efectuate recent în diferite zone ale globului au arătat că multe dintre benzile de frecvență sunt de fapt utilizate într-un grad foarte scăzut.

Contradicția aparentă care apare din remarcile de mai sus poate fi explicată ținând cont de modelul actual de licențiere a spectrului, care este unul static. Asta înseamnă că cele mai multe benzi de frecvență sunt deținute de către operatori de rețea, care au drepturi exclusive de folosire a respectivelor benzi. O astfel de abordare conduce în cele mai multe cazuri la o utilizare extrem de ineficientă a resurselor de frecvență.

O posibilă soluție la această problemă este accesul dinamic la spectru (DSA), ceea ce presupune că utilizatorilor secundari (nelicențiați) (SU) li se permite accesul la resursele de frecvență, atât timp cât utilizatorii primari (licențiați) (PU) nu îl folosesc. Acest tip de abordare a fost deja integrat în diferite standarde existente și este prevăzut să fie una dintre tehnologiile cheie pentru viitoarele rețele 5G.

Cursul introduce elemente cum ar fi diferite standarde bazate pe elemente DSA, arhitectura generică a unui echipament DSA, precum și detalii despre unul dintre blocurile esențiale ale unui echipament DSA, blocul de detecție spectrală. Concepte practice legate de implementarea unui echipament DSA sunt de asemenea prezentate.

Programa cursului răspunde cerințelor actuale de dezvoltare și evoluție ale sistemelor de comunicații fără fir, fiind prezentate atât aspecte teoretice legate de arhitectura și funcțiile pe care un astfel de echipament trebuie să le îndeplinească, precum și aspecte practice legate de proiectarea și modul de implementare pentru echipamentele DSA.

Se asigură astfel absolvenților competente adecvate cu necesitățile calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică moderne, de calitate și competitive, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, fiind perfect încadrat în politica Universității Naționale de Știință și Tehnologie 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.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

01.10.2024

Prof. Dr. Alexandru Martian

Prof. Dr. Alexandru Martian



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



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