



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)	Caracterizarea și modelarea canalului radio mobil. Sisteme de antene.						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. Dr. Cristian Anghel						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Prof. Dr. Cristian Anghel						
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	II	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Op
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M2.A.08-11	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 Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					
Examinări					
Alte activități (dacă există):					
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	Parcurgerea și/sau promovarea următoarelor discipline: Prelucrarea Digitala a Semnalelor Antene si Propagare Microunde
4.2 de rezultate ale învățării	Cunostințe generale de moduri de propagare, calcul vectorial, sisteme de coordonate.



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. 60% din activitate poate fi online, pe Teams, cu materialele partajate pe Moodle.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Prezența obligatorie la laboratoare (conform Regulamentului privind organizarea și desfășurarea procesului de învățământ universitar de licență în UNSTPB din București) 35% din activitate poate fi online, pe Teams, cu materialele partajate pe Moodle.

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 asigură studenților o pregătire temeinică în domeniul sistemelor de comunicații moderne fara fir – partea legaturii radio, precum și al cunoașterii principiilor și metodelor de bază utilizate la analiza fenomenelor specifice legaturii radio. Vor fi discutate de asemenea în detaliu tehnicile de diversitate la transmisie / receptie, proiectarea și utilizarea antenelor inteligente, dar și principalele capacități ale celor mai importante programe folosite în proiectarea antenelor.

Obiectivele specifice asigurate de disciplină se referă la prezentarea modelelor de canal la scară largă și la scară redusă, a metodelor MIMO la transmisie/ receptie, precum și a tehnicilor utilizate în beamforming – tipuri de sisteme, algoritmi utilizați în DSP pentru DOA și determinarea coeficienților de ponderare.

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	Aplicarea cunoștințelor generale și specifice teoriei sistemelor de comunicații moderne fara fir în diverse proiecte. Posibilitatea stabilirii fezabilității unei soluții pe baza criteriilor de performanță însușite. Înțelegerea particularităților diverselor tipuri de aplicații și impactul condițiilor concrete de operare asupra performanțelor sistemelor de comunicații fara fir.
Transversale (generale)	Analiza metodică a problemelor întâlnite în activitate, identificând elementele pentru care există soluții consacrate

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.)



Cunoștințe	<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>Enumeră cele mai importante etape care au marcat dezvoltarea domeniului. Definește noțiuni specifice domeniului. Describe/clasifică noțiuni/procese/fenomene/structuri.</p> <ul style="list-style-type: none">• Evidențiază consecințe și relații
Aptitudini	<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">• Selectează și grupează informații relevante într-un context dat.• Lucrează productiv în echipă.• Elaborează un text științific.• Verifică experimental soluții identificate.• Rezolvă aplicații practice.• Interpretează adecvat relații de cauzalitate.• Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare/proiecte.• Formulează concluzii la experimentele realizate. <ul style="list-style-type: none">• Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare.
Responsabilitate și autonomie	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.• Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.• Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare.• Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice• Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat• Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studentescă/implicare în evenimentele din comunitatea academică• Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.• Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială).• Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.• Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate. <ul style="list-style-type: none">• Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).

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	1. Introducere 1.1. Scopul cursului 1.2. Conținutul cursului 1.3. Prezentarea metodelor de evaluare	1
2	2. Caracterizarea și modelarea canalului radio 2.1. Modelul de propagare în spațiul liber 2.1. Mecanisme de propagare 2.1.1. Reflexie 2.1.2. Difractie 2.1.3. Imprastiere	3
3	3. Modelul secțiunii transversale radar și dimensionarea legăturii radar 3.1. Umbrirea log normală 3.2. Longley Rice 3.3. Edward și Durkin	3



4	4. Modelarea fenomenelor la scara redusa 4.1. Fading 4.2. Propagarea multicala 4.3. Raspunsul canalului la impuls 4.4. Definitia parametrilor canalului multicala 4.4.1 Imprastiere Doppler 4.4.2 Timp de Coerenta 4.5. Tipuri de fading	5
5	5. Modelarea canalelor MIMO 5.1. Tipuri 5.2. Matricea de corelatie 5.3. Tehnologia MIMO 5.4. Diversitatea spatiala si Multiplexarea spatiala 5.5. Modelarea cuplajului	3
6	. Antene inteligente 6.1. Lobi comutati 6.2. Sir cu faza dinamica 6.2.1. Algoritm pentru determinarea directiei de sosire a semnalului util 6.3. Sir adaptiv 6.3.1. Algoritm suplimentar pentru determinarea directiei de sosire a surselor de interferenta	2
7	7. Egalizare adaptiva a canalului 7.1. Configuratiile specifice de utilizare a algoritmilor adaptivi 7.2. Algoritm RLS 7.3. Exemple de constelatii pentru evaluarea performantelor	2
8	8. Codarea canalului in sistemele de comunicatii fara fir 8.1. Codarea turbo 8.2. Decodarea turbo 8.2.1. Algoritm Max Log MAP 8.2.2. Solutii de implementare eficienta 8.3. Performantele decodarii	2
	Total:	21

Bibliografie:

- 1. Note de curs. Disponibile anual pe Moodle
- 2. 3GPP specifications <http://www.3gpp.org/specifications/specification-numbering>

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Laborator 1 Matlab: Efectul reflexiei asupra atenuarii de cale si a polarizatiei undei	1
2	Laborator 2 Matlab: Determinarea experimentală a modelului de propagare si procentajul de acoperire a unei celule	1
3	Laborator 3 Matlab: Fading multicala	1



4	Laborator 4 Matlab: Model spatial 3GPP pentru canale MIMO	1
5	Laborator 5 CST: introducere si dipolul elementar	1
6	Laborator 6 CST: antena PIFA	1
7	Laborator 7 Colocviu final de laborator	1
	Total:	14

Bibliografie:

1. Note de curs. Disponibile anual pe Moodle

2. 3GPP specifications <http://www.3gpp.org/specifications/specification-numbering>

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	Examen programat în sesiune. Subiectele acoperă în totalitate programa analitică a disciplinei, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a cursului și explicitarea prin exerciții a modelelor de aplicație.	20
	- Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice	Examen programat în sesiune. Subiectele acoperă în totalitate programa analitică a disciplinei, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a cursului și explicitarea prin exerciții a modelelor de aplicație.	20
	- Analiza critică și comparativă a tehnicilor și modelelor teoretice	Examen programat în sesiune. Subiectele acoperă în totalitate programa analitică a disciplinei, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a cursului și explicitarea prin exerciții a modelelor de aplicație.	10

11.5 Seminar/laborator/proiect	- Cunoașterea fenomenelor ce stau la baza propagării	Colocviu final de laborator, cuprinzând o componentă teoretică și o componentă practică. Componenta teoretică constă în răspunsul dat de fiecare student la un set distinct de întrebări; componenta practică constă în determinarea unor parametrii fundamentali ai sistemelor fara fir	20
	- Cunoașterea metodelor de caracterizare a unui canal radio	Colocviu final de laborator, cuprinzând o componentă teoretică și o componentă practică. Componenta teoretică constă în răspunsul dat de fiecare student la un set distinct de întrebări; componenta practică constă în determinarea unor parametrii fundamentali ai sistemelor fara fir	10
	- Cunoașterea parametrilor utilizați la reprezentarea unui canal MIMO - Utilizarea unui instrument software pentru a proiecta, simula și optimiza o antena	Colocviu final de laborator, cuprinzând o componentă teoretică și o componentă practică. Componenta teoretică constă în răspunsul dat de fiecare student la un set distinct de întrebări; componenta practică constă în determinarea unor parametrii fundamentali ai sistemelor fara fir	20
11.6 Condiții de promovare			
<p>Cunoașterea diferențelor dintre un model la scară largă și unul la scară redusă</p> <p>Cunoașterea tipurilor de sisteme MIMO</p> <p>Cunoașterea tipurilor de antene inteligente</p> <p>Cunoașterea principiilor egalizării și codării canalului radio</p>			

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)

Cursul de față, prin însuși conținutul său, se referă la tehnicile și principiile de bază întâlnite în sistemele de comunicații fără fir, în zona legăturii radio dintre echipamente. Amploarea cunoscută în ultimele decenii de aceste sisteme, fie că este vorba despre WiFi, WiMAX, GSM/GPRS/EDGE/UMTS sau LTE și LTE-A, obligă inginerii actuali să fie în pas cu ultimele noutăți din acest domeniu. Și cum comunicațiile mobile fără fir sunt caracterizate de o dinamică continuă și de o evoluție rapidă a capacităților oferite, prezentarea principiilor de bază care reprezintă fundamentul acestor sisteme este una dintre tintele acestui curs. Pe de altă parte însă, se dorește și atingerea unor aspecte particulare, cu titlu de exemplu, în scopul înlesnirii înțelegerii principiilor mai sus menționate.



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și
Tehnologia Informației**



Se asigură astfel absolvenților ciclului de învățământ universitar de master competențe în concordanță cu necesitățile calificărilor actuale, precum și o pregătire științifică și tehnică modernă, de calitate și competitivă, care să le permită după absolvire o angajare rapidă. Acest lucru este conform politicii 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 absolvenților.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

Prof. Dr. Cristian Anghel

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