



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 Ciclu de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Comunicații Wireless Avansate

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Proceduri Avansate în Comunicțiile Wireless					
(en)		Advanced Procedures in Wireless Communications					
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	2	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M3.O.21-26	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	1.50	3.3 seminar/laborator	1.5
3.4 Total ore din planul de învățământ	42.00	Din care: 3.5 curs	21	3.6 seminar/laborator	21
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	58.00				
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 Digitală a Semnalelor Antene și Propagare Analiză matematică
4.2 de rezultate ale învățării	Cunoștințe 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 și computer.
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)

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 fără fir, precum și al cunoașterii principiilor și metodelor de bază utilizate la analiza acestora.

Obiectivele specifice asigurate de disciplină se referă la prezentarea tehnicilor de acces multiplu, a metodelor de realizare a legăturii duplex, precum și a tehnicilor cu eficiență spectrală înaltă. Se vor studia de asemenea tehnicile de eliminare a interferențelor, problematica legată de antenele inteligente, dar și sistemele de bandă ultra largă.

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 fără 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 fără 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	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. Enumeră cele mai importante etape care au marcat dezvoltarea domeniului. Definește noțiuni specifice domeniului. Describe/clasifică noțiuni/procese/fenomene/structuri. Evidențiază consecințe și relații
-------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



<p>Aptitudini</p>	<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.• Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare.
<p>Responsabilitate și autonomie</p>	<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.• 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. Tehnici de acces multiplu 2.1. TDMA 2.1.1. MF-TDMA 2.1.2. STDMA 2.2. FDMA 2.2.1. OFDMA 2.2.2. WDMA 2.2.3. SC-FDMA 2.3. CDMA 2.3.1. W-CDMA 2.3.2. TD-CDMA 2.3.3. TD-SCDMA 2.3.4. DS-CDMA 2.3.5. FH-CDMA 2.3.6. OFHMA 2.3.7. MC-CDMA 2.4. SDMA 2.4.1. HC-SDMA 2.5. PDMA 2.6. PAMA	3
3	3. Metode de comunicare duplex 3.1. TDD 3.2. FDD 3.3. Duplex complet in banda	3



4	<p>4. Tehnici de eficiența spectrală înaltă</p> <p>4.1. Adaptarea la legătură</p> <p>4.1.1. Rata de codare a canalului</p> <p>4.1.2. Tipul de modulație digitală</p> <p>4.1.3. Scheme de modulație și codare</p> <p>4.2. Tehnici de diversitate în sistemele de comunicații fără fir</p> <p>4.2.1. Diversitate în timp</p> <p>4.2.2. Diversitate în frecvență</p> <p>4.2.3. Diversitate multi-utilizator</p> <p>4.2.4. Diversitate spațială</p> <p>4.2.5. Diversitate în polarizare</p> <p>4.3. Tehnici de combinare folosite de receptor în cazul diversității</p> <p>4.3.1. SC (Selection Combining)</p> <p>4.3.2. FSC (Feedback or Scanning Combining)</p> <p>4.3.3. MRC (Maximum Ratio Combining)</p> <p>4.3.4. EGC (Equal Gain Combining)</p> <p>4.3.5. ZF (Zero Forcing)</p> <p>4.3.6. MMSE (Minimum Mean Square Error)</p>	7
5	<p>5. Tehnici de reducere a interferențelor</p> <p>5.1. Rețele cognitive</p> <p>5.2. Reducerea interferențelor</p> <p>5.3. Coordonarea interferențelor inter-celule (ICIC) – sisteme LTE, Release 8/9</p> <p>5.4. Coordonarea interferențelor inter-celule îmbunătățită (eICIC) – sisteme LTE-Release 10</p> <p>5.5. Coordonarea interferențelor inter-celule și mai îmbunătățită (feICIC) – sisteme LTE-Release 11</p>	4
6	<p>6. Antene inteligente</p> <p>6.1. Lobi comutați</p> <p>6.2. Sir cu fază dinamică</p> <p>6.2.1. Algoritm pentru determinarea direcției de sosire a semnalului util</p> <p>6.3. Sir adaptiv</p> <p>6.3.1. Algoritm suplimentar pentru determinarea direcției de sosire a surselor de interferență</p>	2
7	<p>7. Sisteme de bandă ultra largă</p> <p>7.1. Proprietăți ale sistemelor UWB</p> <p>7.2. Aplicații ale sistemelor UWB</p>	1
	Total:	21

Bibliografie:

Bibliografie

- Note de curs. Disponibil anual pe Moodle

1. 3GPP specifications <http://www.3gpp.org/specifications/specification-numbering>

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	<p>Laborator 1</p> <p>Matlab: Adaptare la legătură radio – simulator pentru sisteme WiMAX</p> <p>Matlab: Controlul puterii transmise – simulator pentru sisteme WCDMA</p>	2



2	Laborator 2 Matlab: Tehnici de diversitate – partea 1: codare spatio-temporala (schema Alamouti) Matlab: Tehnici de diversitate – partea 2: diversitatea de polarizare	2
3	Laborator 3 Matlab: Tehnici de combinare la receptor folosite in diversitate – partea 1: MRC Matlab: Tehnici de combinare la receptor folosite in diversitate – partea 2: MMSE	2
4	Laborator 4 Matlab: Tehnici de reducere a interferentelor: ICIC	2
5	Laborator 5 Matlab: Antene inteligente – simularea performantelor	2
6	Laborator 6 Matlab: Sisteme de banda ultra larga – simularea performantelor	2
7	Laborator 7 Colocviu final de laborator	2
	Total:	14
PROIECT		
Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Sisteme Massive MIMO	2
2	Sisteme 5G NR	2
3	Modulație de ordin superior (256 QAM)	3
	Total:	7
Bibliografie: - Îndrumar laborator. Disponibil anual pe Moodle		

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 parametrilor fundamentali ai unui algoritm de adaptare la legatura radio/ de control al puterii transmise si a metodelor de aplicare	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 tehnicilor de diversitate si intelegerea utilizarii lor in diferite aplicatii - Compararea tehnicilor de combinare la receptor in sisteme cu diversitate	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
	- Înțelegerea tipurilor de antene inteligente si cunoașterea parametrilor aferenti fiecarui tip - Cunoașterea proprietatilor sistemelor de banda ultra larga	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
11.6 Condiții de promovare			



Cunoașterea tehnicilor de acces multiplu și de diversitate și capacitatea de a alege dintre ele într-o aplicație dată

Cunoașterea tipurilor de antene inteligente

Cunoașterea tehnicilor de reducere a interferențelor

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 cele mai moderne tehnici și principii întâlnite în sistemele de comunicații fără fir. 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 tintețele 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.

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

14.10.2024

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



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



1/1