



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	Licență
1.6 Specializarea	Tehnologii și Sisteme de Telecomunicații

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Microunde Microwaves						
2.2 Titularul activităților de curs	Conf. Dr. Iulia Andreea Mocanu						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Conf. Dr. Iulia Andreea Mocanu						
2.4 Anul de studiu	3	2.5 Semestrul	I	2.6 Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	D	2.9 Codul disciplinei	04.D.05.O.002	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	5	Din care: 3.2 curs	3.00	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	70.00	Din care: 3.5 curs	42	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					49
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					6
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	55.00				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcursarea următoarelor discipline: <ul style="list-style-type: none">Bazele electrotehniciiAnaliză matematicăSemnale și sistemeAnaliza și sinteza circuitelor
4.2 de rezultate ale învățării	Cunoașterea noțiunilor de bază referitoare la: teoria circuitelor electrice și electronice, prelucrarea semnalelor electrice, legile câmpului electromagnetic.



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 tablă de scris.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică (linii de măsură și calculatoare cu soft de simulare electromagnetică).

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 Microunde se studiază în cadrul domeniului Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației și își propune să familiarizeze studenții cu principiile de bază, modelele și teoriile explicative privind propagarea în diferite medii de transmisiune, circuite și echipamente pentru frecvențe înalte, utilizate în rezolvarea de aplicații practice și probleme, cu relevanță pentru stimularea procesului de învățare la studenți.

Disciplina asigură studenților o pregătire temeinică în domeniul propagării ghidate a undelor electromagnetice, precum și al cunoașterii principiilor și metodelor de bază utilizate la analiza și sinteza circuitelor, în domeniul microundelor. Obiectivele specifice asigurate de disciplină se referă la cunoașterea fenomenelor fizice specifice liniilor de transmisiune și ghidurilor de undă de diverse tipuri (ghid dreptunghiular, ghid coaxial, linii microstrip etc.). De asemenea, sunt asigurate cunoștințe specifice de bază referitoare la analiza structurilor de microunde folosind formalismul matricei de repartiție S.

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 că deține cunoștințe de bază în domeniul frecvențelor înalte Corelează cunoștințele dobândite pentru diverse aplicații Crearea abilităților de a rezolva probleme practice utilizând metode de proiectare a unor circuite simple de microunde. Argumentează și analizează coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică. Comunicare orală și în scris în limba română: utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral. Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză): demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.
Transversale (generale)	Autonomie și gândire critică: 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. Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică. Adaptarea la noile tehnologii și dezvoltarea profesională, prin formare continuă folosind surse de documentare tipărite, software specializat și resurse electronice.

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 exemplelor 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> <ul style="list-style-type: none">• Enumeră și clasifică cele mai importante tipuri de linii de transmisiune și ghiduri de undă.• Definește noțiuni specifice domeniului frecvențelor înalte.• Descrie principalele fenomene fizice specifice liniilor de transmisiune și ghidurilor de undă.
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.• Utilizează argumentat principii specifice în vederea caracterizării unui circuit simplu de microunde.• Elaborează un text științific.• Verifică experimental soluțiile identificate.• Rezolvă aplicații practice.• Interpretează adecvat relații de cauzalitate.• Analizează și compară diverse circuite de microunde.• Formulează concluzii la experimentele realizate.• 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.• 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.• Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială).• Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului, colaborare vs. conflict în rezolvarea unei probleme practice).

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.)

Plecând de la 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 unor elemente din capitole 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.

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 lucrări de laborator.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Noțiuni introductive	1
2	Teoria liniilor de transmisiune de tip Right-Handed -Propagarea undelor în lungul liniilor de transmisiune -Tipuri particulare de linii de transmisiune (fără pierderi, cu pierderi mici) -Distribuția tensiunii și a curentului în lungul liniilor fără pierderi -Impedanța de intrare a unei linii de transmisiune. Linii de transmisiune ca elemente de circuit. -Puterea transmisă pe o linie de transmisiune, randamentul liniei de transmisiune -Diagrama Smith. Circuite de adaptare.	19
3	Teoria liniilor de transmisiune artificiale, de tip Left-Handed -Linia de transmisiune de tip Purely Left-Handed -Linia de transmisiune de tip Composite Right-Left Handed: proprietăți, constantă de propagare, linie de transmisiune echilibrată, linie de transmisiune de tip bandă dublă; impedanța Bloch; -Comparație cu liniile de transmisiune clasice: limitări, avantataje, aplicații practice cu performanțe îmbunătățite.	6
4	Ghiduri de undă: - Unda plană uniformă. Unda plană în dielectrici cu pierderi. Unda plană uniformă în metale; - Propagarea undelor în ghidurile uniforme: componente longitudinale și componente transversale ale câmpului, relații de legătură între ele. Unde TEM, TE, TM. - Proprietățile undelor TEM. - Proprietățile undelor TE, TM în ghidurile metalice ideale. Frecvența de tăiere, viteza de fază, viteza de grup, impedanța de undă; - Studiul propagării undelor în ghidul dreptunghiular: modul dominant TE ₁₀ , banda monomod; - Puterea transmisă prin ghiduri, puterea maximă transmisibilă; - Propagarea în ghiduri cu pierderi mici; - Ghiduri de undă plate: linia strip, linia microstrip, ghidul coplanar.	10
5	Noțiuni fundamentale de teoria circuitelor liniare de microunde: - Tensiuni și curenți echivalenți. Unde de putere; - Matricea de repartiție [S] a unui multiport liniar; - Determinarea matricei [S], semnificația fizică a parametrilor S.	6
		Total: 42



Bibliografie:

1. Lojewski G., Militaru N., High Frequencies and Microwaves, Ed. Politehnica Press, Bucuresti 2014
2. Iulia Andreea Mocanu, "Introducere in studiul metamaterialelor. Linii de transmisiune artificiale de tip „Left Handed”, Editura Matrix Rom, 2018
3. D. M. Pozar, Microwave Engineering, Fourth Edition, John Wiley & Sons, Inc., NJ 2012
4. C. Caloz, T. Itoh, Electromagnetic Metamaterials: Transmission Line Theory and Microwave Applications The Engineering Approach. Wiley & IEEE Press, Hoboken, NJ, 2006.

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Studiul distribuției amplitudinii semnalelor în lungul unei linii de transmisiune	2
2	Măsurarea lungimii de undă și a frecvenței	2
3	Măsurarea raportului de undă staționară	2
4	Măsurarea coeficientului de reflexie și a impedanței normate	2
5	Circuite de adaptare	2
6	Lucrare recapitulativă	2
7	Colocviu final de laborator	0
Total:		14

SEMINAR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Determinarea prin metode analitice a distribuției amplitudinii tensiunii de-a lungul unei linii de transmisiune fără pierderi	2
2	Impedanța de intrare în circuite cu linii de transmisiune	2
3	Circuite de adaptare	2
4	Aplicații pe diagrama Smith	2
5	Ghiduri de undă dreptunghiulare	2
6	Parametri de repartitie	2
7	Evaluare finală seminar	2
Total:		14

Bibliografie:

1. Mocanu Iulia, Microwaves, Course: 04-ELECTRONICA-L-A3-S1: Microunde (Seria G - 2021) (upb.ro)
2. I. Mocanu, L. Dogariu, "Microwave problem collection", Editura Printech, 2019

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 diferențială a tehnicilor și metodelor teoretice.	Test scris de tip grilă, subiecte de sinteză sau rezolvare de probleme.	50 %
11.5 Seminar/laborator/proiect	Cunoașterea aspectelor esențiale ale fenomenelor de propagare în domeniul microundelor; - Cunoașterea unor metode specifice de investigație a acestor fenomene; - Analiza circuitelor de microunde prin simulare de circuit.	Evaluare pe parcurs pe baza activității din laborator și a referatelor. - 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, iar componenta practică constă în măsurarea de către fiecare student, cu ajutorul liniei de măsură, a unui parametru specific, folosind o metodă prezentată în cadrul laboratorului.	25 %
	Înțelegerea aspectelor esențiale ale fenomenelor de propagare în domeniul microundelor. - Crearea abilităților de a aplica cunoștințele generale privind propagarea microundelor la diverse probleme referitoare la circuite și sisteme în care sunt utilizate microundelor.	Evaluarea activității la seminar are în vedere activitatea studenților pe parcursul ședințelor de seminar (teme de casă, rezolvarea unor aplicații la tablă), precum și un test final, scris, în ultima ședință de seminar.	25 %
11.6 Condiții de promovare			
<ul style="list-style-type: none">• Obținerea a minimum 50% (min. 12,5 puncte) din punctajul alocat activității de laborator.• Obținerea a minimum 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)

- Prin activitățile desfășurate, studenții dezvoltă abilități de a oferi soluții unor probleme și de a propune idei de îmbunătățire a situației existenței în domeniul frecvențelor înalte.
- În dezvoltarea conținutului disciplinei s-au avut în vedere cunoștințe / aspecte / fenomene descrise de literatura de specialitate și cercetările proprii publicate în reviste/conferințe internaționale de prestigiu.



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



- Introducerea noțiunilor de bază referitoare la liniile de transmisiune de tip Left-Handed, cu numeroase aplicații în circuitele de microunde moderne de tip bandă dublă.
- Cursul are un conținut similar cursurilor desfășurate la universitatea EPFL din Elveția sau TU Delft din Olanda.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

Conf. Dr. Iulia Andreea Mocanu

Conf. Dr. Iulia Andreea Mocanu

Data avizării în departament

Director de departament

Data aprobării în Consiliul Facultății Decan