



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



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	Licență
1.6 Specializarea	Tehnologii și Sisteme de Telecomunicații

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Microunde						
2.2 Titularul activităților de curs	Conf. Dr. Nicolae Gheorghe Militaru						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Conf. Dr. Nicolae Gheorghe Militaru						
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 Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					48
Tutorat					0
Examinări					7
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: Fizica 1 Analiza matematica Bazele electrotehnicii Semnale si sisteme
-------------------	--



4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea unor cunoștințe referitoare la: Calculul matriceal Calculul vectorial Integrale definite Derivate parțiale Semnalele în regim permanent sinusoidal Câmpul electromagnetic
--------------------------------	--

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

5.1 Curs	Sala cu tablă pentru scris cu creta / marker ne-permanent și videoproiector
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Sală prevăzută cu tablă / Sală prevăzută cu instalație electrică cu circuit de împământare.

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 domeniului Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale, specializarea Tehnologii și sisteme de telecomunicații și își propune să familiarizeze studenții cu principalele abordări, modele și teorii explicative ale domeniului, 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 undelor electromagnetice prin diverse medii de transmisiune (linii, ghiduri de undă), al rezonatoarelor electromagnetice, precum și al cunoașterii principiilor și metodelor fundamentale utilizate la analiza și sinteza circuitelor, în domeniul microundelor.

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 referitoare la propagarea ne-ghidată, respectiv ghidată a câmpului electromagnetic prin diverse medii (spațiul liber, ghiduri de undă) Aplică în practică cunoștințele obținute la curs Aplică 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. 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)	Lucrează în echipă și comunică eficient, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie. 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. Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate. Pune în practică elemente de inteligență emoțională 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.
------------------------------------	---

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	<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 factice.</i> Enumeră cele mai importante proprietăți legate de fenomenele fizice caracteristice liniilor de transmisiune, ghidurilor de undă de diverse tipuri (ghid dreptunghiular, ghid coaxial, linii plate etc.), cavităților rezonante. Definește noțiuni specifice referitoare la analiza structurilor de microunde folosind formalismul matricei de repartiție a undelor, [S]. Describe/clasifică ghidurile de undă din punctul de vedere al principalelor lor proprietăți și al potențialelor lor aplicații în domeniul civil/militar
Aptitudini	<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> Selectează și grupează informații relevante într-un context dat. Utilizează argumentat principii specifice în vederea abordării unei probleme particulare legate de propagarea câmpului electromagnetic printr-un ghid de undă dat. Lucrează productiv în echipă. Elaborează un text științific. Verifică experimental soluții identificate. Rezolvă aplicații practice în diverse tehnologii (planare, ghid de undă dreptunghiular/circular). Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare/proiecte. Formulează concluzii la experimentele realizate. Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare.



Responsabilitate și autonomie	<i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i>
	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 rămânări 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 cu demonstrații la tablă și, în situații particulare, prezentări Power Point sau diferite filmulețe care vor fi puse la dispoziția studenților în mediul Moodle. 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.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore

1	Linii de transmisiune: - Propagarea undelor în lungul liniilor de transmisiune, constanta de propagare, impedanța caracteristică; - Distribuția tensiunilor și curenților în lungul liniilor fără pierderi; - Impedanța de intrare a liniilor. Diagrama circulară a liniilor (Smith); - Puterea transmisă prin linii, randamentul liniilor; - Utilizarea liniilor ca element de circuit, la frecvențe înalte. Circuite rezonante cu linii. - Circuite de adaptare cu linii de transmisiune.	18
2	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 TE₁₀, banda monomod, structura câmpului, curenții superficiali; - Propagarea undelor în ghidul circular; - Excitația, detecția, filtrarea modurilor; - Puterea transmisă prin ghiduri, puterea maximă transmisibilă; - Propagarea în ghiduri cu pierderi mici; - Ghidul coaxial. - Ghiduri de undă plate: linia strip, linia microstrip, ghidul coplanar.	15
3	Rezonatoare electromagnetice: - Cavități rezonante. Moduri de oscilație, metoda reflexiilor; - Calculul frecvenței de rezonanță al unui mod de oscilație. Factorul de calitate.	6
4	Noțiuni fundamentale de teoria circuitelor liniare de microunde: - Tensiuni și curenți echivalenți în ghiduri. Unde de putere; - Caracterizarea uniporturilor; - Matricea de repartiție [S] a unui multiport liniar; - Determinarea matricei [S]. Legătura dintre matricea [S] și matricele [Z] și [Y].	3
Total:		42

Bibliografie:

Petrescu T., Militaru N., Microunde, Ed. Politehnica Press, Bucuresti 2021

Lojewski G., Militaru N., High Frequencies and Microwaves, Ed. Politehnica Press, Bucuresti 2014

Pozar D.M., Microwave Engineering, 4th Edition, JohnWiley & Sons, Inc., 2012

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Studiul distribuțiilor amplitudinii semnalului cu ajutorul liniei de măsură în ghid de undă dreptunghiular WR90	2
2	Măsurarea lungimii de undă în ghidul de undă dreptunghiular și a frecvenței sursei de semnal de microunde	2



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



3	Măsurarea raportului de undă staționară cu ajutorul liniei de măsură	2
4	Măsurarea impedanței normate de sarcină. Măsurarea coeficientului de reflexie al sarcinii.	2
5	Studiul prin simulare a circuitelor de adaptare cu linii de transmisiune pentru sarcini rezistive	2
6	Studiul prin simulare a circuitelor de adaptare cu linii de transmisiune pentru sarcini complexe	2
7	Evaluare finală (colocviu) laborator	2
Total:		14

SEMINAR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Tensiunea și curentul în lungul liniilor	2
2	Impedanța de intrare a unui tronson de linie	2
3	Diagrama circulară a liniilor (Smith chart)	2
4	Evaluare cunoștințe (test 1) Ghidul dreptunghiular	2
5	Puterea transmisă pe ghidul dreptunghiular. Constanta de atenuare.	2
6	Ghidul de unda coaxial, ghiduri plate	2
7	Parametrii repartiție S ai multiporturilor Evaluare cunoștințe (test 2)	2
Total:		14

Bibliografie:

Lojewski G., Militaru N., Microunde. Culegere de probleme, Ed. Electronica2000, București 2005
Lojewski G. (coordonator), Microunde și Circuite de microunde. Îndrumar de laborator, Ed. Electronica2000, București 2004
Pozar D.M., Microwave Engineering, Fourth Edition, John Wiley & Sons, Inc., NJ 2012

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 critică și comparativă a tehnicilor și metodelor 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 și probleme a modelelor de aplicație.	50%



11.5 Seminar/laborator/proiect	Laborator: - 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	Colocviu final de laborator, cuprinzând o componentă teoretică și o componentă practică. Componenta teoretică constă în răspunsul dat de fiecare student la set distinct de întrebări; componenta practică constă în măsurarea de către fiecare student, cu ajutorul liniei de măsură, a unui parametru specific, folosind o metodă detaliată în cadrul ședințelor de laborator.	25%
	Seminar: - 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 microundele.	Evaluarea activității la seminar are în vedere activitatea studenților pe parcursul ședințelor de seminar (teme de casă, rezolvarea unor aplicații la tablă) precum și două teste scrise, în timpul ședinței nr. 4 de seminar, respectiv în timpul ședinței nr. 7.	25%
11.6 Condiții de promovare			
Examen: Obținerea a minimum 45% (22,5 puncte) din punctajul alocat examenului (50). Seminar: Obținerea a minimum 50% (12,5 puncte) din punctajul alocat activității la seminar (25). Laborator: Obținerea a minimum 50% (12,5 puncte) din punctajul total alocat activității de laborator (25). Punctajul total la activitatea de laborator are două componente: nota obținută la colocviu (pondere de 50% din punctajul total) și media aritmetică a referatelor corespunzătoare lucrărilor de laborator efectuate în timpul semestrului (pondere 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 (SEIS)

Actualmente, aplicațiile microundelor reprezintă o piață importantă, cu ritm rapid de creștere. Microundele și circuitele de microunde au un rol esențial atât în sistemele de comunicații mobile și/sau satelitare, ori în alte aplicații științifice sau de larg consum.

Industria are o cerere importantă de ingineri calificați, cu specializări în domeniul RF/microunde și cu un fundament solid în electronică, sisteme și tehnologia informației, astfel încât să se poată menține ritmul de dezvoltare de noi produse și aplicații/servicii.

Programa cursului răspunde concret acestor cerințe actuale de dezvoltare și evoluție, subscrise economiei europene a serviciilor din domeniul ingineriei electronice și al telecomunicațiilor. În contextul progresului



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și

Tehnologia Informației



tehnologic actual al echipamentelor de RF/Microunde, domeniile de activitate vizate sunt practic nelimitate, cum ar fi aplicațiile și bunurile de larg consum (cuptoare cu microunde, terminale mobile de tip “smart-phone”), domeniul medical (tratament, imagistică), domeniul militar (sisteme de comunicații speciale integrate, sisteme de radiolocație și radioghidaaj), domeniul de securitate (sisteme de supraveghere), domeniul autovehiculelor rutiere, domeniul extrem de actual al comunicațiilor profesionale, etc.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

Conf. Dr. Nicolae Gheorghe
Militaru

Conf. Dr. Nicolae Gheorghe
Militaru

/

/

Data avizării în departament

Director de departament

Data aprobării în Consiliul
Facultății

Decan