



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)	Antene și propagare Antennas and Propagation						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. Dr. Alina Badescu						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Prof. Dr. Alina Badescu						
2.4 Anul de studiu	4	2.5 Semestrul	1	2.6 Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	S	2.9 Codul disciplinei	04.S.07.O.205	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	2	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42	Din care: 3.5 curs	28	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					31
Tutorat					0
Examinări					2
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	33.00				
3.8 Total ore pe semestru	75				
3.9 Numărul de credite	3				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Microunde 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	Sala cu videoproiector
----------	------------------------



5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Prezența obligatorie la laboratoare (conform Regulamentului privind organizarea și desfășurarea procesului de învățământ universitar de licență în Universitatea POLITEHNICA 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 antenelor și a propagării undelor radio, precum și al cunoașterii principiilor și metodelor de bază utilizate la analiza antenelor.

Mai exact, obiectivele asigurate de disciplină se referă la prezentarea principiilor fundamentale ale teoriei antenelor și aplicarea lor la analiza și caracterizarea acestora. Parametrii fundamentali ai antenelor. Prezentarea și evidențierea caracteristicilor diverselor tipuri de antene (antene filare, antene microstrip, antene apertură, antene cu reflector, sisteme de antene). Elemente de propagare a undelor radio.

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 antenelor 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 antenelor.
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	<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> Rezultatele învățării ale cursului „Antene și Propagare”, în termeni de cunoștințe, includ: 1. Principiile fundamentale ale antenelor – tipuri de antene, parametri caracteristici (câștig, directivitate, impedanță, polarizare, eficiență etc.). 2. Propagarea undelor electromagnetice – modele de propagare, efectele mediului asupra propagării (reflexie, difracție, atenuare, dispersie etc.). 3. Teoria radiației electromagnetice – ecuațiile lui Maxwell aplicate în analiza antenelor și a propagării. 4. Caracteristicile și performanțele diferitelor tipuri de antene – antene dipol, Yagi-Uda, patch, parabolice, log-periodice etc. 5. Metode de analiză și proiectare a antenelor – tehnici de modelare și simulare a radiației antenelor. 6. Sisteme de antene – rețele de antene, rețele fazate și efecte de interferență. 7. Interacțiunea antenelor cu mediul – efectele terenului, clădirilor, condițiilor atmosferice și ionosferei asupra propagării. 8. Aplicații practice ale antenelor – comunicații terestre și prin satelit, radar, IoT, 5G etc.
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> Rezultatele învățării ale cursului „Antene și Propagare”, în termeni de abilități, includ: 1. Analiza și interpretarea parametrilor antenelor – calcularea și interpretarea câștigului, impedanței, directivității, lățimii de bandă etc. 2. Selectarea și proiectarea antenelor – alegerea tipului de antenă adecvat pentru diverse aplicații de comunicații. 3. Simularea și modelarea antenelor – utilizarea programelor de simulare (de ex., HFSS, CST, MATLAB) pentru analiza performanțelor antenelor. 4. Măsurarea și testarea antenelor – utilizarea echipamentelor precum analizorul de rețea, camera anecoică și analizorul de spectru în frecvență. 5. Evaluarea propagării undelor electromagnetice – aplicarea modelelor de propagare pentru estimarea performanței unei legături radio. 6. Diagnosticarea și optimizarea performanțelor antenelor – identificarea problemelor și ajustarea caracteristicilor pentru maximizarea eficienței. 7. Implementarea sistemelor de antene – integrarea antenelor în sisteme de comunicații, radar, satelit sau IoT. 8. Interpretarea efectelor mediului asupra propagării – analiza impactului obstacolelor, condițiilor atmosferice și ionosferei asupra transmisiunilor radio.



Responsabilitate și autonomie	<i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i>
	Rezultatele învățării ale cursului „Antene și Propagare”, în termeni de Responsabilitate și Autonomie, includ: 1. Capacitatea de a lua decizii informate în selectarea, proiectarea și implementarea antenelor și sistemelor de comunicații, ținând cont de cerințele tehnice și de constrângerile de mediu. 2. Asumarea responsabilității pentru performanța sistemelor de antene prin evaluarea și optimizarea acestora, în conformitate cu standardele și reglementările tehnice. 3. Autonomie în utilizarea și configurarea echipamentelor de măsurare și testare, precum analizorul de rețea, analizorul de spectru în frecvență și camera anecoică. 4. Capacitatea de a identifica și rezolva probleme tehnice legate de propagarea semnalului și eficiența antenelor, propunând soluții adecvate. 5. Desfășurarea activității în mod independent în cercetare și inovare, cu accent pe dezvoltarea de noi modele de antene și pe îmbunătățirea tehnicilor de propagare. 6. Lucru în echipă și colaborare interdisciplinară, contribuind la proiectarea și implementarea tehnologiilor avansate de comunicații.

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.)

Predarea (definiții, demonstrații, proprietăți) principalelor concepte teoretice se realizează prin metoda clasică (tabla). Pentru a facilita înțelegerea fenomenelor fizice, unele proprietăți/caracteristici sunt prezentate cu ajutorul proiectorului, incluzând demonstrații privind funcțiile de comunicații. Metodele de comunicare orală utilizate sunt metoda expozitivă și metoda problematizării. Materialele de curs sunt disponibile în format electronic, la fața locului.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	1. Noțiuni introductive 1.1. Tipuri de antene 1.2. Mecanismul radiație 1.3. Distribuția curentului într-o antenă filară	2



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



2	2. Parametrii fundamentali ai antenelor 2.1. Caracteristica de radiație, tipuri de caracteristici și diagrame de radiație 2.2. Lobii caracteristicii de radiație 2.3. Regiunile câmpului 2.4. Intensitatea radiației 2.5. Directivitatea antenei 2.6. Câștigul antenei 2.7. Randamentul. Randamentul antenei 2.7.2. Randamentul lobilor 2.7.3. Randamentul de polarizare 2.7.4. Randamentul de radiație 2.7.5. Randamentul de deschidere (apertură) 2.8. Unghiul de deschidere al lobului 2.9. Polarizarea antenei 2.10. Impedanța de intrare a antenei 2.11. Lungimea efectivă vectorială a antenei 2.12. Suprafața efectivă 2.12.1. Suprafața de împrăștiere 2.12.2. Suprafața de pierderi 2.12.3. Suprafața de captare 2.13. Legătura dintre directivitatea maximă și suprafața efectivă 2.14. Temperatura antenei	4
3	3. Funcțiile potențial vector și integralele radiației 3.1. Funcția potențial vector magnetic 3.2. Funcția potențial vector electric	2



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



4	**4. Antene filare** **4.1.** Câmpul electric radiat de un dipol infinitesimal **4.1.1.** Rezistența de radiație **4.1.2.** Directivitatea **4.1.3.** Determinarea regiunilor câmpului **4.2.** Dipol de lungime finită **4.2.1.** Distribuția curentului de-a lungul antenei **4.2.2.** Câmpul radiat **4.2.3.** Intensitatea radiației **4.2.4.** Rezistența de radiație **4.2.5.** Rezistența de intrare **4.2.6.** Efectul distanței nenule dintre borne **4.3.** Parametrii dipolului de jumătate de lungime de undă **4.4.** Dipol infinitesimal deasupra unui plan conductor perfect infinit **4.4.1.** Teoria imaginii **4.4.2.** Dipol electric vertical **4.4.2.1.** Câmpul de zonă îndepărtată (far-field) **4.4.2.2.** Puterea radiată, intensitatea radiației, directivitatea și rezistența de radiație **4.4.3.** Dipol electric orizontal **4.4.3.1.** Câmpul de zonă îndepărtată (far-field) **4.4.3.2.** Puterea radiată, intensitatea radiației, directivitatea și rezistența de radiație **4.5.** Efectul solului asupra caracteristicii de radiație a antenei **4.5.1.** Dipol vertical **4.5.2.** Dipol orizontal	6
5	5. Antene bucla (loop) 5.1. Cadru circular infinitesimal. Câmpul radiat 5.1.1. Rezistența de radiație 5.1.2. Directivitatea 5.2. Cadru pătrat	1
6	6. Antene broadband și miniaturizarea antenelor 6.1. Antena biconică 6.2. Dipolul cilindric 6.3. Antene log-periodice	2
7	7. Sisteme de antene 7.1. Sistem cu două elemente. Sistem uniform de N antene liniare 7.2. Sistem de antene planare 7.3. Sistem uniform circular de N antene	2
8	8. Antene tipărite 8.1. Patch dreptunghiular microstrip. Modelul liniei de transmisie 8.2. Antena planară inversată în formă de F (PIFA) 8.3. Antene chip ceramice	2



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



9	9. Rețele fazate pentru 5G, radar și satelit 9.1. Fronuri de fază și orientarea fasciculului (beamsteering); configurații de rețea 9.2. Formarea digitală a fasciculului (Digital Beamforming) 9.3. Formarea RF/analogică a fasciculului (RF/Analog Beamforming) 9.4. Formarea hibridă a fasciculului (Hybrid Beamforming) 9.5. Câmp apropiat/îndepărat și ponderare (tapers) 9.5.1. Efectul distanței dintre elemente 9.5.2. Efectul unghiului de scanare	2
10	10. Antene cu apertură 10.1. Antene horn (pâlnie) 10.2. Antene cu reflector	2
11	11. Propagarea undelor radio 11.1. Propagarea în spațiu liber. Atenuare. Buget de legătură 11.2. Propagarea prin ionosferă 11.2.1. Indicele de refracție 11.3. Antene pentru navigație prin satelit 11.4. Antene pentru comunicații prin satelit	3
Total:		28

Bibliografie:

1. A.Badescu- Note de curs. Disponibil pe Moodle.
2. E. Nicolau, “Antene și propagare”, Ed. “Didactică și Pedagogică”, București, 1982.
3. C. Balanis, “Antenna Theory – analysis and design”, John Wiley&Sons, 1997/2005.

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Laborator 1 Matlab: Parametrii fundamentali ai caracteristicii de radiație	2
2	Laborator 2 Matlab: Dipolul în jumătate de lungime de undă	2
3	Laborator 3 Matlab: Dipolul electric infinitesimal deasupra unui plan infinit perfect conductor	2
4	Laborator 4 Matlab: Șir liniar uniform de N antene izotrope	2
5	Laborator 5 NEC: simularea unui sistem de antene –partea I	2
6	Laborator 6 NEC: simularea unui sistem de antene –partea II	2
7	Laborator 7 Colocviu final de laborator	2
Total:		14

Bibliografie:

11. Evaluare



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



Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Cunoașterea conceptelor teoretice de bază Cunoașterea aplicării teoriei la probleme specifice Analiza critică și compararea tehnicilor și a modelelor teoretice	Sesiune programată de examen. Subiectele acoperă întregul plan de învățământ al disciplinei, realizând o sinteză comparativă a conținutului teoretic parcurs în cadrul cursului și explicând tiparele de aplicare în exerciții.	40



11.5 Seminar/laborator/proiect	Cunoașterea parametrilor fundamentali ai antenelor Analiza unor antene simple Studiul sistemelor de antene Înțelegerea caracteristicilor diferitelor tipuri de aplicații și a impactului condițiilor de operare asupra performanței antenelor concrete	Examenul oral de laborator Include o componentă teoretică și o componentă practică. Componenta teoretică constă în răspunsul fiecărui student la un set separat de întrebări; componenta practică presupune determinarea parametrilor fundamentali ai antenelor.	30
	Bază teoretică și documentație Claritatea explicațiilor privind principiile antenelor Referințe corecte la literatura științifică și standardele relevante Justificarea tipului de antenă ales Proiectarea și analiza antenei Corectitudinea calculului parametrilor antenei (câștig, directivitate, impedanță, polarizare etc.) Utilizarea software-ului de simulare pentru analiza radiației antenei Optimizarea proiectului în funcție de aplicație	Evaluarea prin Raport Tehnic Studentii trebuie să întocmească un raport scris care să includă fundamentele teoretice, calculele, simulările și concluziile. Evaluarea se concentrează pe claritatea explicațiilor, corectitudinea calculelor și analiza rezultatelor. Evaluarea prin Simulare și Modelare Numerică Se utilizează software specializat pentru proiectarea și analiza antenelor. Profesorul evaluează acuratețea modelării și interpretarea corectă a rezultatelor.	30
11.6 Condiții de promovare			
Minim 50 puncte.			

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)



Dezvoltarea fără precedent a sistemelor de comunicații radio, a senzorilor și sistemelor de detecție wireless, precum și a tehnologiilor de urmărire electromagnetică a făcut ca echipamentele radio să devină omniprezente. Structura oricărui sistem radio include cel puțin o antenă. Tendința de miniaturizare a echipamentelor și cerința de eficiență spectrală impun dezvoltarea de noi tipuri și variante de antene. Industria are nevoie de ingineri calificați, specializați în domeniul radio, cu o bază solidă în antene și modelarea canalelor radio, capabili să dezvolte produse și servicii noi.

Planul de învățământ al cursului răspunde cerințelor actuale de dezvoltare și progres, fiind în concordanță cu serviciile economiei europene în domeniul Ingineriei Electronice și Telecomunicațiilor, precum și cu programul de studii Tehnologia și sistemele de telecomunicații (TST). În contextul avansului tehnologic actual, domeniile de aplicare a câmpurilor radiofrecvență sunt practic nelimitate, incluzând aplicații și bunuri de consum (terminal mobil „smartphone”), domeniul medical (tratament, imagistică), militar (sisteme speciale de comunicații, sisteme radar integrate și ghiduri de unde radio), securitate (sisteme de supraveghere), comunicații profesionale de înalt nivel și altele.

Acest curs oferă absolvenților de licență competențe în acord cu nevoile actuale, o pregătire tehnică și științifică solidă, facilitând angajarea rapidă după absolvire. Această politică este în conformitate cu Universitatea Politehnica din București, atât în ceea ce privește conținutul și structura cursului, cât și în ceea ce privește competențele și deschiderea internațională oferită absolvenților.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
25.09.2025	Prof. Dr. Alina Badescu 	Prof. Dr. Alina Badescu 

Data avizării în departament	Director de departament
26.09.2025	Conf. Dr. Serban Georgica Obreja 

Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan
26.09.2025	Prof. Dr. Mihnea Udrea 