



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)		Antennas and Propagation					
(en)							
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	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	S	2.9 Codul disciplinei	04.S.07.O.605	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	2.00	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42.00	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					25
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					5
Examinări					3
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	Nu este cazul
----------	---------------



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.

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 cunoștințele 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	<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>Rezultatele învățării cursului de "Antene și Propagare", în termeni de Cunoștințe, includ:</p> <ol style="list-style-type: none"> Principiile fundamentale ale antenelor – tipuri de antene, parametrii caracteristici (câștig, directivitate, impedanță, polarizare, eficiență etc.). Propagarea undelor electromagnetice – modele de propagare, efectele mediului asupra propagării (reflexie, difracție, atenuare, dispersie etc.). Teoria radiației electromagnetice – ecuațiile lui Maxwell aplicate în analiza antenelor și propagării. Caracteristicile și performanțele diverselor tipuri de antene – antene dipol, Yagi-Uda, patch, parabolice, log-periodice etc. Metode de analiză și proiectare a antenelor – tehnici de modelare și simulare a radiației antenelor. Sisteme de antene – aranjamente de antene, rețele fazate și efectele interferenței. Interacțiunea antenelor cu mediul – efecte ale terenului, clădirilor, atmosfericii și ionosferei asupra propagării. Aplicații practice ale antenelor – comunicații terestre, satelitare, radar, IoT, 5G etc.
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> <p>Rezultatele învățării cursului de "Antene și Propagare", în termeni de Aptitudini, includ:</p> <ol style="list-style-type: none"> Analiza și interpretarea parametrilor antenelor – calcularea și interpretarea câștigului, impedanței, directivității, lățimii de bandă etc. Selectarea și proiectarea antenelor – alegerea tipului de antenă potrivit pentru diverse aplicații de comunicații. Simularea și modelarea antenelor – utilizarea software-urilor de simulare (ex: HFSS, CST, MATLAB) pentru analiza performanțelor antenelor. Măsurători și testare de antene – utilizarea echipamentelor precum analizor de rețea, cameră anecoică și spectrometru de frecvență. Evaluarea propagării electromagnetice – aplicarea modelelor de propagare pentru estimarea performanței unei legături radio. Diagnoza și optimizarea performanței antenelor – identificarea problemelor și ajustarea caracteristicilor pentru maximizarea eficienței. Implementarea sistemelor de antene – integrarea antenelor în sisteme de comunicații, radar, satelitare sau IoT. Interpretarea efectelor mediului asupra propagării – analiza impactului obstacolelor, condițiilor atmosferice și ionosferei asupra transmisiilor radio.



Responsabilitate și autonomie	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale. Rezultatele învățării cursului de "Antene și Propagare", în termeni de Responsabilitate și Autonomie, includ:</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. Capacitatea de a lua decizii informate în alegerea, proiectarea și implementarea antenelor și sistemelor de comunicații, luând în considerare cerințele tehnice și constrângerile mediului.2. Asumarea responsabilității pentru performanța sistemelor de antene, prin evaluarea și optimizarea acestora pentru a respecta standardele tehnice și reglementările în vigoare.3. Autonomie în utilizarea și configurarea echipamentelor de măsură și testare, cum ar fi analizoare de rețea, spectrometre de frecvență și camere anecoice.4. Capacitatea de a identifica și rezolva probleme tehnice legate de propagarea semnalelor și eficiența antenelor, propunând soluții adecvate.5. Lucru independent în cercetare și inovare privind dezvoltarea de noi modele de antene și îmbunătățirea tehnicilor de propagare.6. Lucru în echipă și colaborare interdisciplinară,
--	---

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.)

Predarea (definiții, demonstrații, proprietăți) principalelor noțiuni teoretice este efectuată folosind metoda clasică (la tablă). Pentru înlesnirea înțelegerii fenomenelor fizice, anumite proprietăți/caracteristici sunt prezentate folosind videoproiectorul, acoperind astfel funcția de comunicare demonstrativă.

Metodele de comunicare orală utilizate sunt metoda expozitivă și metoda problematizării.

Pe site-ul disciplinei sunt disponibile materiale în format electronic.

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



2	<p>2. Parametrii fundamentali ai antenelor</p> <p>2.1. Caracteristică de radiație; tipuri de caracteristici și diagrame de radiație</p> <p>2.2. Lobii caracteristicii de radiație</p> <p>2.3. Regiunile câmpului</p> <p>2.4. Intensitatea radiației</p> <p>2.5. Directivitatea antenei</p> <p>2.6. Câștigul antenei</p> <p>2.7. Eficiența antenei</p> <p>2.7.2. Eficiența lobului</p> <p>2.7.3. Eficiența polarizației</p> <p>2.7.4. Eficiența radiației</p> <p>2.7.5. Eficiența aperturii</p> <p>2.8. Unghiul de deschidere al lobului</p> <p>2.9. Polarizarea antenei</p> <p>2.10. Impedanța de intrare a antenei</p> <p>2.11. Vectorul lungime efectivă a antenei</p> <p>2.12. Suprafețele antenei Aria efectivă</p> <p>2.12.2. Suprafața de împrăștiere</p> <p>2.12.3. Suprafața de pierderi</p> <p>2.12.4. Suprafața de captură</p> <p>2.13. Legătura dintre maximul directivității și al ariei efective</p> <p>2.14. Temperatura antenei</p>	5
3	<p>3. Funcțiile potențial vector și integralele radiației</p> <p>3.1. Funcția potențial vector magnetic</p> <p>3.2. Funcția potențial vector electric</p>	2
4	<p>4. Antene filare</p> <p>4.1. Dipolul electric infinezimal Câmpul radiat</p> <p>4.1.2. Rezistența de radiație</p> <p>4.1.3. Directivitatea</p> <p>4.1.4. Determinarea frontierelor regiunilor</p> <p>4.2. Dipolul de lungime finită</p> <p>4.2.1. Distribuția curentului în lungul antenei</p> <p>4.2.2. Câmpul radiat</p> <p>4.2.3. Intensitatea radiației</p> <p>4.2.4. Rezistența de radiație</p> <p>4.2.5. Rezistența de intrare</p> <p>4.2.6. Efectul distanței nenule dintre terminale</p> <p>4.3. Parametrii dipolului în jumătate de lungime de undă</p> <p>4.4. Dipolul infinezimal deasupra unui plan infinit perfect conductor</p> <p>4.4.1. Teoria imaginii</p> <p>4.4.2. Dipolul electric vertical</p> <p>4.4.2.1. Câmpul radiat în zona îndepărtată</p> <p>4.4.2.2. Puterea radiată, intensitatea radiației, directivitatea și rezistența de radiație</p> <p>4.4.3. Dipolul electric orizontal</p> <p>4.4.3.1. Câmpul radiat în zona îndepărtată</p> <p>4.4.3.2. Puterea radiată, intensitatea radiației, directivitatea și rezistența de radiație</p> <p>4.5. Efectul solului asupra caracteristicii de radiație a antenei</p> <p>4.5.1. Dipol vertical</p> <p>4.5.2. Dipol orizontal</p>	6



5	5. Antene buclă 5.1. Bucla circulară infinitezimală. Câmpul radiat 5.1.2. Rezistența de radiație 5.1.2. Directivitatea 5.2. Bucla pătrată	1
6	6. Antene de banda largă & miniaturizarea antenelor 6.1. Antene biconice 6.2. Dipoli cilindrici 6.3. Antene Log-periodice	2
7	7. Sisteme de antene 7.1. Sistem de 2 elemente. Sistem liniar uniform de N antene 7.2. Sistem planar de antene 7.3. Sistem circular uniform de N antene	3
8	8. Antene printate 8.1. Microstrip rectangular 8.2. Planar inverted-F antenna (PIFA) 8.3. Antene Ceramice	2
9	9. Sisteme de antene active pentru 5G, Radar si Sateliti 9.1. Configuratii 9.2. Tehnici digitale pt caracteristica globala a sistemului 9.3. Tehnici RF/Analog pt caracteristica globala a sistemului 9.4. Tehnici hibride 9.5. Zona de camp apropiat/indepartat si coeficienti de ponderare 9.5.1. Spatierea dintre antene 9.5.2. Rezolutia	2
10	10. Antene cu apertura 10.1. Antene Horn 10.2. Antene cu Reflectori	2
11	11. Propagarea undelor radio 11.1. Atenuarea de propagare în spațiul liber. Bilantul puterii 11.2. Propagarea prin ionosfera 11.2.1. Indicele de refractie 11.3. Antene pt satelitti de pozitionare 11.4. Antene pt sateliti.	3
	Total:	28

Bibliografie:

escu,- Note de curs.

2. E. Nicolau, “Antene și propagare”, Ed. “Didactică și Pedagogică”, București, 1982.

3. C. Balanis, “AntennaTheory – analysis and design”, John Wiley&Sons, 1997.

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 infinitezimal deasupra unui plan infinit perfect conductor	2
4	Laborator 4 Matlab: Șir liniar uniform de N antene izotrope	2
5	Laborator 5 Simulatorul NEC pentru antene–partea I	2
6	Laborator 6 Simulatorul NEC pentru antene–partea II	2
7	Colocviu	2
	Total:	14

Bibliografie:

Bibliografie

vanu,- Îndrumar laborator Antene și propagare.

- Îndrumar laborator Antene și propagare.

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	<ul style="list-style-type: none">- Cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale- Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice- 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.	40

	<ul style="list-style-type: none"> - Cunoașterea parametrilor fundamentali ai antenelor - Analiza unor structuri radiante simple - Studiarea unor sisteme de antene - Înțelegerea particularităților diverselor tipuri de aplicații și impactul condițiilor concrete de operare asupra performanțelor antenelor 	<p>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 antenelor.</p>	30
11.5 Seminar/laborator/proiect	<p>1. Fundamentare teoretică și documentare Claritatea explicațiilor privind principiile antenei Referințe corecte la literatură științifică și standarde relevante. Justificarea alegerii tipului de antenă .</p> <p>2. Proiectarea și analiza antenei Corectitudinea calculelor pentru parametrii antenei (câștig, directivitate, impedanță, polarizare etc.). Utilizarea software-urilor de simulare pentru analiza radiației antenei. Optimizarea designului în funcție de aplicație</p>	<p>1. Evaluarea prin raport tehnic</p> <ul style="list-style-type: none"> • Studenții trebuie să întocmească un raport scris care include fundamente teoretice, calcule, simulări și concluzii. • Se evaluează claritatea explicațiilor, corectitudinea calculelor și analiza rezultatelor. <p>2. Evaluarea prin simulare și modelare numerică</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se utilizează software specializat pentru proiectarea și analiza antenelor. • Profesorul evaluează acuratețea modelării și interpretarea corectă a rezultatelor 	30
11.6 Condiții de promovare			
Minimum 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 radiocomunicații, a senzorilor radio și a sistemelor de detecție și localizare prin mijloace electromagnetice a făcut ca echipamentele radio să fie omniprezente. În structura oricărui sistem radio există cel puțin o antenă. Tendința de miniaturizare a echipamentelor sau cea de creștere a eficienței spectrale reclamă dezvoltarea de noi tipuri și variante de antene. Industria are o cerere importantă de ingineri calificați, cu specializări radio și cu un fundament solid în domeniul antenelor și modelării canalelor radio, capabili să dezvolte noi produse și servicii.



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

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



Programa cursului răspunde concret acestor cerințe actuale de dezvoltare și evoluție, subscrise economiei europene a serviciilor din domeniul Inginerie Electronică și Telecomunicații, programul de studii Tehnologii și sisteme de telecomunicații (TST). În contextul progresului tehnologic actual al echipamentelor de radiofrecvență, domeniile de activitate vizate sunt practic nelimitate, cum ar fi aplicațiile și bunurile de larg consum (terminale mobile de tip “*smart-phone*”), domeniul medical (tratament, imagistică), domeniul militar (sisteme de comunicații speciale integrate, sisteme de radiolocație și radioghidaj), domeniul de securitate (sisteme de supraveghere), domeniul extrem de actual al comunicațiilor profesionale și altele.

Se asigură astfel absolvenților ciclului de învățământ universitar de licență 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. Alina Badescu

Prof. Dr. Alina Badescu

Data avizării în departament

Director de departament

Serban Obreja

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

Mihnea Udrea