



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	Masterat
1.6 Specializarea	Tehnologii Multimedia pentru Producția de Conținut în Domeniul Audiovizualului și Comunicațiilor

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Măsurarea și caracterizarea sistemelor acustice						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. dr. ing. Cristian Negrescu						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	S.I./Lect. Dr. Victor Popa						
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	2	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	S	2.9 Codul disciplinei	2	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	Din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56	Din care: 3.5 curs	28	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					41
Tutorat					0
Examinări					3
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	94.00				
3.8 Total ore pe semestru	150				
3.9 Numărul de credite	6				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcursarea următoarelor discipline: Fizică, Semnale și sisteme, Prelucrarea digitală a semnalelor.
4.2 de rezultate ale învățării	Noțiuni de bază privind sisteme analogice și discrete, filtrarea semnalelor, operarea Matlab și prelucrarea semnalelor discrete.

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



5.1 Curs	Sală cu dotare multimedia (videoproiector).
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Prezența obligatorie la laboratoare (conform regulamentului studiilor universitare de masterat în Politehnica București). Sala dotată cu mașini de calcul cu Matlab instalat. Echipamente audio necesare achiziției de semnale audio (microfoane de măsură, sonometru, interfețe audio, consolă de mixaj, etc.). Tub de impedanță pentru măsurarea absorbției materialelor acustice.

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.)*

Prezența disciplinei își propune să ofere un prim și semnificativ „cap de pod” într-una din cele mai importante domenii legate de universul sonor – acustica. Sunt trecute în revistă progresiv și sistematic o serie de concepte esențiale pentru caracterizarea și controlul sunetului în încăperi și incinte. Sunt studiate instrumentele muzicale acustice.

Obiective specifice pentru curs:

- Înțelegerea fenomenelor fizice implicate în caracterizarea sunetului, radiației sonore și a câmpului sonor;
- Înțelegerea arhitecturii și a modului de configurare a sonometrului;
- Asimilarea metodelor de determinare a răspunsului la impuls acustic al sistemelor acustice, precum și a importanței acestuia;
- Studiarea sunetului în spații închise. Înțelegerea fenomenelor de stabilire și stingere a sunetului, reverberație, absorbție și dispersie sonoră, precum și modalitățile de control a acestor parametri;
- Studiarea metodelor de extragere a parametrilor acustici din răspunsul la impuls acustic al încăperilor;
- Studiarea instrumentelor muzicale acustice prin prisma formării sunetului conform cu proprietățile fizice ale componentelor acestora.

Obiective specifice pentru aplicații:

- Validarea prin experiment a noțiunilor teoretice prezentate la curs;
- Înțelegerea fenomenelor și obținerea unor prime estimări cantitative;
- Obținerea deprinderilor de operare și configurare a echipamente specifice de măsură;
- Verificarea experimentală calitativă și cantitativă a relațiilor de proiectare consacrate în acustica arhitecturală;
- Determinarea efectivă a răspunsului la impuls și parametrizarea acestuia în vederea caracterizării camerelor;
- Experimentarea controlului sunetului la instrumentele acustice;

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	• Capacitatea de a analiza și măsura proprietățile câmpului acustic • Capacitatea de a înțelege și de cuantifica influența condițiilor la limită (din încăperi) aspra câmpului sonor din interior • Capacitatea de a măsura răspunsul la impuls pentru sisteme ce conțin un segment acustic • Capacitatea de a parametriza răspunsul la impuls acustic în vederea caracterizării sălilor de concert, studiourilor și camerelor de ascultare • Capacitatea de a proiecta și furniza soluții pentru ameliorarea acusticii sălilor • Studiul instrumentelor muzicale clasice din punctul de vedere al producerii excitației sonore primare, controlului sunetului, caracteristicilor de directivitate, ambitus și gamă dinamică. • Cunoașterea parametrilor spectrali și temporali ai semnalelor produse de instrumente acustice (în vederea prelucrării ulterioare) • Capacitatea de a modela parțial instrumente muzicale acustice • Capacitatea de a analiza, proiecta și controla lanțuri audio de calitate ridicată pentru înregistrarea și redarea sunetului
Transversale (generale)	• Capacitatea de a se adapta la noile tehnologii și de a se documenta în limba română și, cel puțin, într-o limbă de circulație internațională, pentru dezvoltarea profesională și personală, prin formare continuă • 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 faptice.</i> • Înțelegerea fenomenelor fizice implicate în caracterizarea sunetului, radiației sonore și a câmpului sonor; • Înțelegerea arhitecturii și a modului de configurare a sonometrului; • Asimilarea metodelor de determinare a răspunsului la impuls acustic al sistemelor acustice, precum și a importanței acestuia; • Studiarea sunetului în spații închise. Înțelegerea fenomenelor de stabilire și stingere a sunetului, reverberație, absorbție și dispersie sonoră, precum și modalitățile de control a acestor parametri; • Studiarea metodelor de extragere a parametrilor acustici din răspunsul la impuls acustic al încăperilor; • Studiarea instrumentelor muzicale acustice prin prisma formării sunetului conform cu proprietățile fizice ale componentelor acestora.
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> • Validarea prin experiment a noțiunilor teoretice prezentate la curs; • Înțelegerea fenomenelor și obținerea unor prime estimări cantitative; • Obținerea deprinderilor de operare și configurare a echipamente specifice de măsură; • Verificarea experimentală calitativă și cantitativă a relațiilor de proiectare consacrate în acustica arhitecturală; • Determinarea efectivă a răspunsului la impuls și parametrizarea acestuia în vederea caracterizării camerelor; • Experimentarea controlului sunetului la instrumentele acustice; • Selectează și grupează informații relevante într-un context dat; • Lucrează productiv în echipă; • Verifică experimental soluții identificate; • Interpretează adecvat relații de cauzalitate; • 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 studențească/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.)

Prezentarea prelegerilor de curs se face interactiv, în sală cu facilități multimedia. Predarea se bazează pe folosirea videoproietorului (acoperind funcția de comunicare și demonstrativă); metodele de comunicare orală utilizate sunt metoda expozitivă și metoda problematizării, utilizate frontal. Materialele de curs sunt: notele și prezentările de curs, listă de probleme pentru testarea cunoștințelor și pregătirea examenului final.

Studenții au la dispoziție materialul bibliografic. Din motive legate de introducerea graduală a noțiunilor, succesiunea în prezentare este ușor diferită de cea a materialului bibliografic și depinde de modul în care studenții răspund la întrebări și participă la desfășurarea cursului. Având în vedere fluența prezentării și construcția realizată progresiv la curs, prezența fără intermitență la cursuri devine obligatorie.

În cadrul laboratorului predarea se bazează pe folosirea platformelor scrise de laborator; metoda de comunicare orală utilizată este metoda problematizării, utilizate frontal. Studenții simulează, implementează, testează și evaluează independent aceleași probleme prin utilizarea echipamentelor audio, a calculatorului și a mediului software. Materialele didactice sunt platformele de laborator.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore



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



1	1. Introducere. Sunetul. Caracterizarea câmpului sonor. 1.1. Noțiuni introductive. Definiții. Sunetul. 1.2. Sisteme mecanice oscilante simple. Efectul masei și rigidității. Considerații energetice. 1.3. Oscilații mecanice complexe și rezonanța 1.4. Coarda vibrantă. Undele progresive din coardă. Unde staționare 1.5. Oscilații în coloana de aer. Coloane de aer conice 1.6. Alte sisteme oscilante 1.7. Sunetul radiat de sisteme oscilante. Rezonanța. Rezonatorul Helmholtz. Curbele de rezonanță	2
2	2. Radiația sonoră. Câmpul sonor în spațiul liber Sunetul. Caracterizarea câmpului sonor. 2.1. Sfera pulsantă. Surse punctuale mici. 2.2. Dipolul acustic. 2.3. Câmpul creat la distanță și rezistența de radiație 2.4. Descrierea generală a surselor de sunet; funcția de directivitate și factorul de concentrare sonoră 2.5. Câmpul sonor 2.6 Parametrii câmpului sonor 2.7. Nivelul sonor	3
3	3. Sunetul ca zgomot. Măsurători de zgomot. Sonometrul. 3.1. Sonometrul. Principii. Arhitectură. 3.2. Ponderarea în frecvență. Sonometrul ca analizor de sunet. 3.3. Măsurarea nivelului intensității sonore. Sonda de intensitate. Sonometrul cu două canale 3.4. Microfonul condensator de măsură. Construcție. Principiu de funcționare. 3.5. Preamplificatorul	4
4	4. Răspunsul la impuls al sistemelor acustice. 4.1. Răspunsul la impuls pentru sisteme electroacustice și încăperi 4.2. Metode de măsură a răspunsului la impuls. 4.3. Studiu de caz. Determinarea răspunsului la impuls în prezența neliniarităților sistemului electroacustic	3
5	5. Acustică arhitecturală 1 5.1. Sunetul în spații închise 5.2. Model de stabilire (creștere) a sunetului în încăperi 5.3. Timpul de reverberație. Sabine, Eyring și Norris	2
6	6. Acustică arhitecturală 2 – Absorbția sonoră în controlul zgomotului și al reverberației. 6.1. Aplicații și principii pentru sistemele de absorbție a sunetului 6.2. Măsurarea proprietăților de absorbție. 6.3. Controlul absorbției cu materiale poroase. 6.4. Absorbția cu materiale rezonante. 6.5. Alte soluții pentru controlul absorbției.	2



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



7	7. Acustică arhitecturală 3 – Aplicații și principii de bază ale dispersoarelor sonore. 7.1. Controlul ecoului în săli de audiție și spectacol 7.2. Reducerea efectelor de colorare spectrală în camere (mici). 7.3. Dispersia sonoră în camere pentru muzică. 7.4. Îmbunătățirea inteligibilității vorbirii (în săli, camere, spații semideschise) 7.5. Controlul spațialității în săli de concert și auditorii. 7.6. Reducerea efectelor reflexelor timpurii.	2
8	8. Acustică arhitecturală 4 – Controlul dispersiei sonore 8.1. Reflexia speculară și dispersia 8.2. Măsurarea și caracterizarea dispersoarelor. 8.3. Dispersoare Schroeder 8.4. Soluții active pentru controlul dispersiei și absorbției	2
9	9. Parametrizarea răspunsului la impuls pentru caracterizarea încăperilor. Controlul sunetului în săli mari. Controlul sunetului în încăperi mici și studiouri. 9.1. Studiu comparativ al distribuției modurilor în încăperi mici și în săli mari. 9.2. Parametrii acustici ai încăperilor și extragerea acestora din răspunsul la impuls. 9.3. Tratarea acustică a studiourilor pentru controlul reverberației. Soluții, exemple de caz. 9.4. Egalizarea instalației audio pentru corectarea caracteristicilor încăperii.	2
10	10. Instrumente muzicale cu producere acustică a sunetului primar 10.1 Instrumente muzicale. Clasificare 10.2. Caracteristicile semnalului generat de instrumentele muzicale. Ambitusul. Gama dinamică. Structura timp-frecvență. Caracteristica de directivitate 10.3 Instrumente cu coarde ciupite sau frecate. Studii de caz: Vioara, Chitara. Alte instrumente 10.4. Instrumente de suflat din lemn. Studii de caz: Fluierul, Ocarina. Studiu de caz instrumente cu ancie: Oboiul, Clarinetul, Oboiul, Orga. Alte instrumente 10.5. Alămuri. Efectul muștiucului și pâlniei. Studiu de caz: Trombonul. Trompeta. Cornul francez. Alte instrumente 10.6. Pianul 10.7. Instrumente de percuție 10.8. Variante electrice ale instrumentelor. Doze de instrument.	6
Total:		28



Bibliografie:

- C. Negrescu, “Măsurarea și caracterizarea sistemelor acustice”, note de curs
- D. Stanomir, L. Tincu “Acustică aplicată, Vol. I, Structuri și sisteme mecano-acustice”, Casa de editură Tincu și Stanomir, București 1999
- L. Beranek, “Acoustics”, Acoustical Society of America, 1993
- J. Backus. “The Acoustical Foundations of Music”, Ed. 2, Norton company inc., 1977 București 1998
- F.A. Everest, K. Pohlmann, “The Master Handbook of Acoustics”, Ed 5, McGraw Hill, 2009
- L. Kinsler, A. Frey, A. Coppens, J. Sanders, “Fundamental of Acoustics”, Ed 4, John Willey & Sons, McGraw Hill, 2000
- D. Urmă, Acustica și Muzica. 1982
- T. Cox, P. D’Antonio, “Acoustics Absorbers and Diffusers”, Ed 2, Taylor & Francis, 2009
- D. Self, et all., “Audio Engineering”, Elsevier inc., 2009
- H. Kuttruff, “Room Acoustics”, Ed 5., Spon Press, Taylor & Francis, 2009

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Măsurători de nivel sonor. Sonometrul	2
2	Extragerea răspunsului la impuls acustic folosind metoda MLS	2
3	Extragerea răspunsului la impuls folosind metoda ExpSweep	2
4	Determinarea timpului de reverberație din răspunsul la impuls acustic	2
5	Extragerea parametrilor acustici din răspunsul la impuls	2
6	Absorbția sonoră. Măsurarea proprietăților de absorbție. Tubul Kunt.	2
7	Dispersia sonoră. Unde staționare. Modurile încăperilor.	2
Total:		14

PROIECT

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Prezentarea temelor de proiect. Discuții referitor la modul de implementare sau realizare.	2
2	Alegerea temelor. Stabilirea etapelor pentru fiecare proiect în parte	2
3	Realizarea măsurărilor acustice. Preluarea datelor.	6
4	Prelucrarea datelor. Extragerea parametrilor necesari. Structurarea rezultatelor.	4
Total:		14



Bibliografie:

- C. Negrescu, “ Măsurarea și caracterizarea sistemelor acustice”, note de curs
- C. Negrescu, V. Popa, ”Măsurarea și caracterizarea sistemelor acustice – Îndrumar de laborator”, ed. Politehnica Press, 2013
- D. Stanomir, L. Tincu “Acustică aplicată, Vol. I, Structuri și sisteme mecano-acustice”, Casa de editură Tincu și Stanomir, București 1999
- L. Beranek, “Acoustics”, Acoustical Society of America, 1993
- J. Backus. “The Acoustical Foundations of Music”, Ed. 2, Norton company inc., 1977 București 1998
- F.A. Everest, K. Pohlmann, “The Master Handbook of Acoustics”, Ed 5, McGraw Hill, 2009
- L. Kinsler, A. Frey, A. Coppens, J. Sanders, “Fundamental of Acoustics”, Ed 4, John Willey & Sons, McGraw Hill, 2000
- D. Urmă, Acustica și Muzica. 1982
- T. Cox, P. D’Antonio, “Acoustics Absorbers and Diffusers”, Ed 2, Taylor & Francis, 2009
- D. Self, et all., “Audio Engineering”, Elsevier inc., 2009
- H. Kuttruff, “Room Acoustics”, Ed 5., Spon Press, Taylor & Francis, 2009

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 aspectelor practice de operare și configurare a echipamentelor folosind cunoștințele teoretice	Examen final este scris.	50



11.5 Seminar/laborator/proiect	În cadrul laboratorului: Operarea și configurarea aparaturii din cadrul laboratorului; Implementarea de aplicații pentru determinarea răspunsului la impuls acustic al încăperilor și extragerea parametrilor acustici din acesta; Stăpânirea metodelor de măsurare a absorbției și dispersiei sonore.	Punctajul acordat activității de laborator se obține pe baza aprecierilor din cadrul fiecărei lucrări de laborator. Se are în vedere: - aprecierea gradului de implicare al studentului în îndeplinirea sarcinilor propuse în cadrul laboratoarelor; - aprecierea abilităților de configurare și operare a echipamentelor dedicate din laborator; - aprecierea gradului de rezolvare a temelor de casa.	35
	În cadrul proiectului: Organizarea părții practice a proiectului, planificarea măsurătorilor, alegerea corectă a parametrilor de măsură. Extragerea și structurarea informațiilor Modul de prezentare al proiectului	Examinarea orală în cadrul căreia studentul prezintă tot ce a realizat în cadrul proiectului.	25
11.6 Condiții de promovare			
50% din punctajul compus din examen final, laborator și proiect.			

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)

Cursul va prezenta metodele pentru extragerea și interpretarea unei serii mari de parametri acustici cu scopul studierii și îmbunătățirii acusticii încăperilor și nu numai. Sunt prezentate principii avansate legate de sunet și radiație sonoră, instrumente necesare pentru studiul amănunțit al acusticii arhitecturale. La sfârșitul cursului masterandul va fi capabil să măsoare și să interpreteze un sistem acustic, reușind ulterior să îmbunătățească parametrii acestuia pentru diverse aplicații.

Se asigură astfel absolvenților competențe adecvate cu necesitățile calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică modernă, de calitate și competitivă, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, fiind perfect încadrat în politica universității Naționale de Știință și Tehnologie Politehnica București, atât din punctul de vedere al conținutului și structurii, cât și din punctul de vedere al aptitudinilor și deschiderii internaționale oferite studenților. Posibili angajatori vizează atât mediul academic (profil didactic și de cercetare) cât și mediul industrial de cercetare-dezvoltare precum organizații/firme de orice dimensiune, de la cele mici create de studenți/masteranzi (exemplu start-up și spin-off), până la cele multinaționale.



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



25.09.2025

Prof. dr. ing. Cristian Negrescu

S.l./Lect. Dr. Victor Popa

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