



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie
Politehnica București
Facultatea de Energetică



FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
1.2 Facultatea	Inginerie Electrică Energetică
1.3 Departamentul	Hidraulică, Mașini Hidraulice și Ingineria Mediului (EIF, ETM) Producerea și Utilizarea Energiei (ETN, TE) Sisteme Electroenergetice (ISE, ME, ETI)
1.4 Domeniul de studii	Inginerie energetică
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Specializarea	Energetică și Tehnologii Informatice (ETI) / Energetică și Tehnologii de Mediu (ETM) / Energetică și Tehnologii Nucleare (ETN) / Energetica și Ingineria Fluidelor (EIF) / Ingineria Sistemelor Electroenergetice (ISE) / Managementul Energiei (ME) / Termoenergetică (TE)

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Măsurarea mărimilor electrice și neelectrice (Measurement of electrical and nonelectrical physical quantities)						
2.2 Titularul/ii activităților de curs							
2.3 Titularul/ii activităților de seminar / laborator/proiect							
2.4 Anul de studiu	3	2.5 Semestrul	5	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Op ¹

¹Obligatorie (Ob) / Opțională (Op) / Facultativă (F) – Se va completa conform planului de învățământ.



2.8 Tipul disciplinei	D ²	2.9 Codul disciplinei	UPB.02.D.05.O.067
-----------------------	----------------	-----------------------	-------------------

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	6	Din care: 3.2 curs	3	3.3 seminar/laborator/proiect	3
3.4 Total ore din planul de învățământ	84	Din care: 3.5 curs	42	3.6 seminar/laborator/proiect	42
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					32
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					3
Examinări					6
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	41				
3.8 Total ore pe semestru	125 ³				
3.9 Numărul de credite	5 ⁴				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Promovarea următoarelor discipline: Fizică 1 și 2; Bazele electrotehnicii; Algebra și analiza matematică; Mecanica fluidelor 1 și 2; Bazele termodinamicii tehnice; Transfer de căldură și masă
4.2 de rezultate ale învățării	• aplică cunoștințe specifice din termodinamică și mecanica fluidelor pentru realizarea calculului hidraulic • utilizează cunoștințe de bază de fizică, bazele termodinamicii • aplică cunoștințe de bază privind transferul de căldură și masă

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

² Fundamentală (F) / de domeniu (D) / de specialitate (S) / complementară (C) – Se va completa conform planului de învățământ.

³Se va calcula ținând cont că se acordă un credit pentru volumul de muncă care îi revine unui student cu frecvență la zi pentru a echivala 25 de ore de pregătire pentru dobândirea rezultatelor învățării.

⁴Se va completa conform planului de învățământ.



5.1 Curs	• Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector.
5.2 Seminar/Laborator/Proiect	• Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care include instalații experimentale pentru studiul măsurării mărimilor electrice și neelectrice, senzorilor și a diferitelor tipuri de aparate de măsurare.

6. Obiectiv general

Modul 1. Cursul de măsurarea mărimilor electrice: prezintă noțiuni fundamentale de știința măsurării; contribuie la plasarea corectă a disciplinei în câmpul tehnicilor utilizabile în ingineria electrică, formarea unui limbaj științific și tehnic adecvat, în coordonatele trasate de SR GHID ISO/CEI 99:2010 (Vocabular internațional de metrologie. Concepte fundamentale și generale și termeni asociați, VIM), cu scopul principal de a cunoaște tehnicile de interpretare și prelucrare numerică a informației de măsurare. Un obiectiv este de a oferi studenților posibilitatea de a observa fenomene prin intermediul mărimilor electrice uzuale, de a le evalua cantitativ și de a interpreta rezultatele din perspectivă sistemică. Cursul își propune transferul de cunoștințe astfel ca, la sfârșitul acestuia, studenții să stăpânească tehnicile de proiectare a circuitelor de măsurare a mărimilor electrice, prin formarea unui mod de gândire/argumentare ingineresc care urmărește găsirea elementelor unui lanț de măsurare adecvat soluționării unei probleme concrete.

Tematica cursului include prezentarea bazelor teoretice ale tehnicilor și sistemelor de măsurare - semnale, metode de măsurare, surse de erori și prelucrarea statistică a rezultatelor – astfel încât să devină o bază de cunoștințe apelabilă de următoarele discipline din parcursul universitar și să faciliteze studenților familiarizarea cu metodele riguroase de formulare a problemelor în sfera ingineriei electrice, inclusiv analiza acestora în interiorul unui sistem coerent de unități de măsură. Cursul include prezentarea, din perspectiva utilizatorului, a principalelor clase de aparate de măsurare – analogice (electromecanice, electronice) și numerice.

Scopul **aplicațiilor de laborator** constă în aprofundarea cunoștințelor însușite la curs și dobândirea cunoștințelor practice aferente domeniului (exemplificarea practică a metodelor de măsurare și utilizarea aparatelor de măsurare pentru rezolvarea unei teme date din ingineria electrică, precum și analiza experimentală a rezultatelor de măsurare), inclusiv utilizarea corectă a informației din cartile tehnice ale aparatelor de măsurare. Aplicațiile sunt menite să ajute studentul să pună în aplicare noțiunile teoretice dobândite la curs. Aplicațiile constă dintr-o diversitate de activități (efectuarea de lucrări de laborator, interpretarea rezultatelor, evaluarea calitatii proceselor de măsurare) prin care studentul să dobândească abilități care să îl ajute să se adapteze ulterior oricărui loc de muncă. Pentru a dezvolta spiritul de echipă atât lucrarea de laborator cât și referatul asociat se elaborează de echipe formate din maximum 5 studenți.

Modul 2. Cursul de măsurarea mărimilor neelectrice: prezintă noțiuni de bază din domeniul măsurării mărimilor neelectrice folosite cu precădere în Ingineria Energetică. Sunt prezentate elemente teoretice și constructive specifice fiecărui tip de aparat de măsură a: temperaturii, presiunii, debitului, nivelului, umidității. O atenție deosebită este acordată dobândirii cunoștințelor necesare alegerii și utilizării aparatelor de măsură în instalațiile și sistemele în care sunt montate. Pentru fiecare tip de aparat de măsură sunt precizate elementele componente, rolul acestora, modul de funcționare și, după caz, metodele de calibrare și reglare a aparatelor. Sunt prezentate și exemple de scheme de montare a fiecărui tip de aparat de măsură, precum și plaja parametrilor de funcționare.



Scopul **aplicațiilor de laborator** constă în aprofundarea cunoștințelor însușite la curs și dobândirea cunoștințelor practice aferente domeniului (exemplificarea practică a metodelor de măsurare și verificare a aparatelor de măsurare, analiza experimentală a funcționării aparatelor de măsurare); Insușirea modalităților de efectuare corectă a măsurărilor, inclusiv aplicarea de corecții mărimilor măsurate (dezvoltarea capacității de calcul ingineresc; însușirea metodelor de verificare a aparatelor de măsurare, de calcul a erorilor de măsurare și de reprezentare grafică a acestora; dezvoltarea capacității de interpretare a rezultatelor și de elaborare a unor lucrări; capacitatea de utilizare materialelor bibliografice - utilizare diagrame, tabele, resurse internet etc.).

7. Rezultatele învățării

Cunoștințe	- identifică, formulează, analizează principiile de măsurare utilizate și modul de conversie și transmisie a semnalelor de măsurare; - descrie, identifică, sumarizează concepte specifice aparatelor și sistemelor de măsurare; - recunoaște, înțelege și explică rolul și modul de funcționare al aparatelor de măsurare a mărimilor electrice și neelectrice; - evaluează performanțele aparatelor de măsurare a mărimilor electrice și neelectrice;
Aptitudini	- ajustează proiectele de produse sau de părți de produse astfel încât acestea să îndeplinească cerințele; - dezvoltă tehnici și instrumente caracteristice ingineriei moderne, necesare practicării ingineriei energetice - concep un sistem de măsurare, selectează aparate de măsurare potrivite instalației și mărimilor măsurate care să răspundă nevoilor dorite în cadrul unor constrângeri realiste cum ar fi cele economice, de siguranță, de mediu, etice și durabile, argumentează soluția identificată; - soluționează problemele de dimensionare, funcționare și mentenanță aferente aparatelor de măsurare; - citește și înțelege schemele de măsurare care arată conexiunile dintre echipamente - dimensionează aparate de măsurare și sisteme de măsurare potrivite instalațiilor energetice de complexitate mică și medie pe baza principiilor și metodelor consacrate în domeniu. - analizează documentații de funcționare, date de proiect și buletine de măsurători pentru instalațiilor energetice - analizează tehnici, metodologii, concepte pentru adaptarea la cerințele și provocările atât din mediul industrial cât și din cel academic - efectuează determinări cu ajutorul aparatelor de măsurare și sintetizează și interpretează valorile obținute în urma măsurării; - prelucrează și evaluează rezultatele măsurărilor, elaborează și argumentează concluzii; - verifică și compară performanțele aparatelor de măsurare a mărimilor electrice și neelectrice;



Responsabilitate și autonomie	• are abilitatea să lucreze la sarcini tehnice în echipă și, dacă este necesar, să preia coordonarea echipei. • cunoaște și înțelege metodele de management de proiect și metodele economice, cum ar fi managementul riscului și al schimbării, precum și limitele acestora. • posedă competențe etice sociale și profesionale și e capabil să modeleze procesele sociale în mod critic, reflexiv și cu simțul responsabilității și în spirit democratic • folosește diverse metode și instrumente pentru a comunica informații din domeniul disciplinei în mod eficient, pentru a descrie activitățile și a comunica rezultatele lor unui public specializat și nespecializat în contexte naționale și internaționale și societății în general; • comunică și colaborează cu ceilalți colegi și cadrele didactice în desfășurarea activităților didactice; • ia decizii în vederea rezolvării problemelor curente, sau imprevizibile, care apar în procesul de exploatare a sistemelor de măsurare a mărimilor neelectrice; • se angajează independent în procesul de învățare pe tot parcursul vieții; • se informează, documentează și interpretează informații și date din domeniul disciplinei
--------------------------------------	---

8. Metode de predare

Cursul este predat prin mijloace multimedia (prezentări în Power Point, însoțite de filme, animații, fotografii reprezentative, precum și prin efectuarea demonstrațiilor și desenarea unor scheme). Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.

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.

Studenții își pot lua notițe în timpul cursului, dar sunt încurajați să studieze și bibliografia prezentată.

Suportul de curs și bibliografia sunt puse la dispoziția studenților pe Platforma Moodle UPB <https://curs.upb.ro/>.

Cursul este interactiv, oferind posibilitatea studenților de a primi imediat răspuns, în timpul cursului, la neclaritățile legate de disciplină.

Suplimentar, atât cadrul didactic titular de curs, cât și cel de aplicații, au prevăzute ore de tutorat, în care se oferă consultații studenților în vederea evitării eventualelor rămânări în urmă. Orele de tutorat sunt postate în cadrul cursului, pe platforma Moodle.

În cadrul laboratorului, studenții lucrează în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.

Îndrumarul de laborator este disponibil online pe Platforma Moodle UPB <https://curs.upb.ro/>. Încercările experimentale sunt efectuate pe standurile din salile EB 109 și EB 105 (pentru Modulul 1. Măsurarea mărimilor electrice) și salile EH105 a, b (pentru Modulul 2. Măsurarea mărimilor neelectrice).

Datele măsurate sunt prelucrate în timpul orelor de laborator.

9. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
Modul 1. Măsurarea mărimilor electrice		



1.1.	Introducere. Concepte fundamentale în știința măsurării. 1.1.1. Scurt istoric al științei măsurării; plasarea în contextul ingineriei electrice și energetice; definiții. Unități și sisteme de măsurare. 1.1.2. Caracterizarea semnalelor prin indicatori sintetici (valori medii, efective, factor de vârf, factor de distorsiune) și nivel (dB) 1.1.3. Elementele unui sistem de măsurare; afișare și rata de raportare	
1.2.	Calitatea sistemelor de măsurare. 1.2.1. Structura și performanțele mijloacelor de măsurare pentru mărimi electrice; 1.2.2. Exactitatea de măsurare; Precizia de măsurare. Caracterizarea performanțelor în regim static și în regim dinamic. 1.2.3. Surse ale erorilor de măsurare. Incertitudini de măsurare; Evaluarea incertitudinilor de măsurare; Incertitudinea standard compusă 1.2.4. Elemente de prelucrare statistică a datelor din sistemele de măsurare	
1.3.	Aparate de măsurare analogice. 1.3.1. Instrumentul magnetoelectric. Extinderea domeniului de măsurare. Comportarea instrumentului magnetoelectric în sisteme alimentate la tensiuni alternative. Voltmetre de valori medii, de valori maxime, de valori efective. 1.3.2. Instrumente feromagnetice, electrostatice, electrodinamice. Wattmetre electrodinamice. 1.3.3. Contoare de energie electrică (cu inducție). 1.3.4. Măsurări în circuite trifazate. Definirea marimilor de interes în circuite trifazate – puteri, energii. Măsurarea puterii active cu ajutorul wattmetrelor. Măsurarea puterii reactive.	
1.4.	Circuite de intrare pentru mărimi electrice: 1.4.1. Traductoare pentru mărimi electrice: șunturi, transformatoare de măsurare, divizoare 1.4.2. Convertoare neconventionale în energetică: transformatoare optice; convertoare cu efect Hall; de inducție de tip Rogowski. 1.4.3. Circuite de amplificare. Amplificatoare de instrumentație 1.4.4. Osciloscopul analogic	
1.5.	Sisteme de măsurare numerice. 1.5.1. Semnale numerice. Teorema eșantionării. Măsurarea numerică a frecvenței și a intervalelor de timp. Măsurarea defazajelor 1.5.2. Convertoare analog-numerice și numeric-analogice.	
1.6.	Aparate de măsurare numerice. 1.6.1. Osciloscopul numeric. Analizatoare logice. Analizatoare spectrale 1.6.2. Bus-uri de comunicație. Și Sisteme de achiziție de date – principii, caracteristici, aplicații	
1.7.	Sisteme de măsurare sincronizate. 1.7.1. Unități de măsurare a fazorilor (PMU). Principiile măsurărilor pe arii extinse (WAMS) 1.7.2. Elemente de măsurare inteligentă a energiei (smart metering)	
Modul 2. Măsurarea mărimilor neelectrice		
2.1	Noțiuni de bază privind măsurarea mărimilor neelectrice	3
2.2	Măsurarea temperaturii	3



2.3	Măsurarea presiunii	3
2.4	Măsurarea nivelului	3
2.5	Măsurarea debitului	3
2.6	Măsurarea umidității și a concentrației de gaze	3
2.7	Tendențe în domeniul măsurării mărimilor neelectrice. Recapitulare	3
Total:		42

Bibliografie:

1. Golovanov, Carmen; Albu, Mihaela (coord): Probleme actuale de măsurare în electroenergetică, Ed. Tehnica 2002
2. Seritan, G, Cepișcă, C, Măsurări electrice și electronice, Ed. Politehnica Press, 2013
3. International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms, JCGM 200:2012, disponibil la <http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html>
4. Ioana Opriș, 2024, *Măsurarea mărimilor neelectrice. Facultatea de Energetică, UPB – Suport de curs; Suport de laborator*, online pe Platforma Moodle UPB <https://curs.upb.ro/>
5. Petre Blaga, Ioana Opriș, 2010, *Măsurarea mărimilor neelectrice. Indrumar de laborator*, Editura Politehnica Press, București
6. Ioana Opriș, 2006, *Măsurarea mărimilor neelectrice*, Editura Proxima, București
7. DOE Fundamentals Handbook, Instrumentation and Control, vol. 1, DOE-HDBK-1013/1-92, 1992
8. OMEGA, Transactions in measurement and control
9. Cataloage de firmă
10. Documentație disponibilă pe Internet

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
Măsurarea mărimilor electrice		3
1.	Prezentare laborator, echipamente, protecția muncii, Cunoasterea aparatelor de masurare si instalatiilor de masurare din laborator.	3
2.	Metode directe de măsurare pentru mărimi electrice – utilizare aparate de masurare	3
3	Măsurarea puterii electrice în circuite monofazate și trifazate; Măsurarea energiei electrice, puterii cu aparate analogice si numerice (contor inteligent)	3
4	Studiul convertoarelor analog-numerice si numeric -analogice.	3
5	Măsurarea parametrilor circuitelor magnetice	3
6	Sisteme de masurare sincronizata. Utilizarea echipamentelor tip Phasor Measurement Unit	3
7.	Test laborator	3
Măsurarea mărimilor neelectrice		
1.	Prezentarea laboratorului și a lucrărilor de laborator, protecția muncii, organizarea activității și specificarea cerințelor	3
2.	Verificarea termometrelor electrice (termorezistența, termistorul, termocuplul) și a termometrelor mecanice (termometru de sticlă cu mercur, manotermometru, termometru bimetalic).	1.5
3.	Inerția termică a termometrelor (termorezistența și termocuplul)	1.5
	Verificarea unui traductor de presiune. Trasarea caracteristicii traductorului de presiune	1.5
5.	Studiul pierderilor locale de presiune pentru diferite configurații și debite de fluid	1.5
6.	Studiul pierderilor lineare de presiune pentru diferite configurații și debite de fluid	1.5



7.	Măsurarea debitelor cu ajutorul rotametrului, diafragmei, tubului Venturi. Verificarea debitmetrelor.	1.5
8.	Recuperări/refaceri lucrări laborator	3
9.	Finalizare și predare referate de laborator	3
11.	Colocviu laborator	3
Total:		42

Bibliografie:

1. Lucrarile de laborator disponibile pe moodle
2. Seritan, G. C., Enache, B. A., Vilciu, I., Voicila, T. I. (2024). Electrical Experiments – From fundamentals to advanced measurements Vol. 1. Editura POLITEHNICA Press, 95 pag., ISBN 978-630-339-001-7
3. Seritan, G. C., Enache, B. A., Vilciu, I., Voicila, T. I. (2025). Electrical Experiments – From fundamentals to advanced measurements Vol. 2. Editura POLITEHNICA Press, 91 pag., ISBN 978-630-339-006-2
4. Seritan G.C., Cepisca C., Argatu F., Adochiei F., Ancuta F.- Masurarea marimilor electrice in energetica Indrumar Energetica- 2015, 120 pag, Ed. Politehnica Press, ISBN 978-606-515-629-6
5. Ioana Opriș, 2022, *Măsurarea mărimilor neelectrice. Facultatea de Energetică, UPB – Suport de laborator*, online pe Platforma Moodle UPB <https://curs.upb.ro/>
6. Petre Blaga, Ioana Opriș, 2010, *Măsurarea mărimilor neelectrice. Indrumar de laborator*, Editura Politehnica Press, București
7. Cataloage de firmă
8. Documentație disponibilă pe Internet

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale privind tehnologiile de măsurare a: - mărimilor electrice (Modul 1) - mărimilor neelectrice (Modul2)	Examen.	25% 25%
10.5 Laborator	Cunoașterea modului de funcționare a instalațiilor experimentate, a modulului de determinare a diferiților parametrii, analiza rezultatelor experimentale și formularea concluziilor/ observațiilor personale. - Măsurarea mărimilor electrice (Modul 1) - Măsurarea mărimilor neelectrice (Modul 2)	- test - test	15% 15%
	Corectitudinea rezultatelor din referatele de laborator	Evaluarea conținutului referatelor de laborator	



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie
Politehnica București
Facultatea de Energetică



	- Măsurarea mărimilor electrice (Modul 1)		10%
	- Măsurarea mărimilor neelectrice (Modul 2)		10%

10.6 Condiții de promovare

Modul 1. Măsurarea mărimilor electrice:

- îndeplinirea obligațiilor caracteristice activității de laborator: efectuarea tuturor lucrărilor de laborator; realizarea unui referat complet pentru fiecare lucrare de laborator; predarea referatelor de laborator; susținerea colocviului;

Modul 2. Măsurarea mărimilor neelectrice:

- îndeplinirea obligațiilor caracteristice activității de laborator: efectuarea tuturor lucrărilor de laborator; realizarea unui referat complet pentru fiecare lucrare de laborator; predarea referatelor de laborator; susținerea colocviului;

Data
completării

Titulari de curs

Titular(ii) de aplicații

Modul 1. Măsurarea mărimilor electrice:

Modul 2. Măsurarea mărimilor neelectrice:

Data avizării în
departament

Director de Departament Măsurări, Aparate electrice și Convertoare statice
Prof. dr. ing. Cristina Gabriela Sărăcin

Director de Departament Producerea și Utilizarea Energiei
Conf. dr. ing. Victor-Eduard Cenușă



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie
Politehnica București
Facultatea de Energetică



Data aprobării
în Consiliul
Facultății

Decan
Prof. dr. ing. Laurențiu Marius Dumitran

Decan
Prof.dr.ing. Lăcrămioara Diana Robescu