



FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea din Craiova
1.2. Facultatea	Inginerie Electrică
1.3. Departamentul	Inginerie Electrică, Energetică și Aerospațială
1.4. Domeniul de studii	Inginerie Energetică
1.5. Ciclul de studii universitare	Licență
1.6. Forma de organizare	Învățământ cu frecvență
1.7. Programul de studii	Ingineria sistemelor electroenergetice / L20202011010

2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	Calitatea energiei electrice						
2.2. Titularul activităților de curs	Conf. dr. ing. Denisa Rușinaru						
2.3. Titularul activităților de seminar/laborator	Conf. dr. ing. Denisa Rușinaru						
2.4. Anul de studiu	IV	2.5. Semestrul	2	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7. Regimul disciplinei	DOB

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

3.1. Numărul de ore pe săptămână	3	din care: 3.2 curs	2	3.3. seminar/laborator/proiect	0/1/0
3.4. Total ore din planul de învățământ	42	din care: 3.5 curs	28	3.6. seminar/laborator/proiect	0/14/0
Distribuția fondului de timp					ore/sapt.
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					20
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					5
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					5
Tutoriat					-
Examinări					2
Alte activități: consultații					1
3.7. Total ore studiu individual					33
3.8. Total ore pe semestru					75
3.9. Numărul de credite					3

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1. de curriculum	Cunoștințe de specialitate la următoarele discipline: Analiză matematică, Matematici speciale, Bazele electrotehnicii, Introducere în ingineria energetică, Rețele electrice.
4.2. de competențe	Nu sunt necesare

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Prelegere cu prezentări de studii de caz, exemple aplicative și discuții, cu participarea activă a studenților. Sala de curs este dotată cu laptop, videoproiector și software adecvat. Se asigură suport de curs în format electronic și acces la repere bibliografice existente în biblioteca universității. Materialele necesare sunt puse la dispoziția studenților în format
--------------------------------	--

	electronic atât pe Google Classroom, clasa <i>Calitatea energiei electrice</i>, cât și pe Evidența studenților. Procesul de predare are următoarea structură: ▪ 80% prezentare teoretică, pe baza suportului de curs (slide-uri și expuneri orale) ▪ 20% activitate interactivă (discuții cu studenții)
5.2. de desfășurare a seminarului/laboratorului/proiectului	Studenții au la dispoziție un îndrumar de laborator ca suport pentru realizarea lucrărilor practice. Activitățile de laborator se desfășoară în două componente complementare: 1.Componenta experimentală, realizată pe platforme didactice la joasă tensiune, care presupune efectuarea de montaje, punerea acestora sub tensiune și înregistrarea de observații în diferite condiții de funcționare. Activitățile se desfășoară cu respectarea strictă a normelor de protecție a muncii și de prevenire a incendiilor. 2.Componenta asistată pe calculator, realizată cu software dedicat analizei calității energiei electrice (ETAP / alte aplicații specializate), utilizată pentru modelarea rețelelor, analiza numerică a perturbațiilor, interpretarea indicatorilor CEE și verificarea scenariilor de funcționare. Materialele necesare sunt puse la dispoziția studenților în format electronic atât pe Google Classroom, clasa <i>Calitatea energiei electrice</i>, cât și pe Evidența studenților.

6. Obiectivele disciplinei - rezultate așteptate ale învățării la formarea cărora contribuie parcurgerea și promovarea disciplinei

Cunoștințe	Studentul: identifică, descrie, evaluează și analizează critic procesele și structura sistemelor electroenergetice și riscurile asociate acestora.
Aptitudini (Abilități)	Studentul: efectuează analize tehnice, economice și financiare ale proiectelor energetice, interpretează corect rezultatele și prezintă măsurile necesare, luând în considerare cerințele și constrângerile; analizează documentații de funcționare, date de proiect și buletine de măsurători și adoptă măsuri pentru menținerea unui sistem electroenergetic în parametri optimi de funcționare; evaluează concepte și tehnologii pentru adaptarea la provocări din mediu academic și industrial.
Responsabilitate și autonomie	Studentul: efectuează căutări bibliografice în literatura de specialitate, consultă și folosește bazele de date științifice și alte surse de informare din do-meniul ingineriei electroenergetice; aplică strategiile de învățare și metodele cele mai potrivite în învățarea independentă pe tot parcursul vieții și în urmărirea evoluției științei și tehnologiei în domeniul ingineriei energetice.

7. Conținuturi

7.1. CURS	Modalitatea de desfășurare	Metode de predare	Fond de timp alocat (ore)
1. Perturbații electromagnetice în rețelele electrice. Tipuri de perturbații. Cauze și efecte. Mijloace de detectare și măsuri.	față în față (săptămâna 1)	Expunere teoretică structurată; discuție interactivă pe exemple reale din SEN și alte sisteme europene; analiză de scenarii din distribuție	2

		și din mediul industrial; studii de caz privind perturbații frecvente.	
2. Indicatori ce definesc calitatea energiei electrice. Abateri de frecvență. Supratensiuni. Variații lente de tensiune. Goluri de tensiune. Întreruperi de scurtă și lungă durată. Armonici. Fluctuații de tensiune. Nesimetrii.	față în față (săptămâna 2, 3)	Prezentare schematică și modelare conceptuală a indicatorilor primari de calitate a energiei electrice; analiză comparativă a fenomenelor și impactului în rețele de tip radial/inelar/meshed; discuții interactive și interpretarea exemplelor numerice.	4
3. Reglementări privind calitatea energiei electrice în sistemele electroenergetice. Standardul European EN 50160. Norma UNIPED. Norme CEI. Norme și prevederi naționale privind calitatea energiei electrice.	față în față (săptămâna 4)	Prezentare comparativă a standardelor europene și internaționale; interpretarea cerințelor normative; lucru colaborativ pe extrase din reglementări; mini-studiu de caz pe date reale în raport cu limitele EN 50160.	2
4. Armonici și interarmonici. Surse de perturbații de tip armonici. Efecte ale regimurilor nesinusoidale în rețele electrice. Indicatori ai regimului nesinusoidal. Sisteme de măsurare a nivelului perturbațiilor armonice. Mijloace de limitare a armonicelor. Alocarea nivelului de perturbații. Impedanța armonică.	față în față (săptămâna 5-7)	Modelare schematică a fenomenelor nesinusoidale; simulări în software specializat (ETAP) pentru vizualizarea spectrelor de armonici; rezolvare de probleme privind impedanța armonică, THD și indicatorii relevanți; studiu de caz privind filtrarea armonicelor.	6
5. Regimuri nesimetrice ale rețelelor electrice. Cauze ale nesimetriilor de tensiune în rețelele electrice. Efecte ale regimurilor nesimetrice în rețele electrice. Indicatori privind nesimetria de tensiune și de curent electric. Măsurarea indicatorilor de nesimetrie. Modele echivalente în componente simetrice ale elementelor de rețea. Determinarea experimentală a parametrilor corespunzători secvențelor simetrice pentru o rețea electrică. Mijloace pentru limitarea nesimetriei. Echipamente de simetrizare a sarcinii.	față în față (săptămâna 8, 9)	Modelarea rețelelor în componente simetrice; exerciții aplicative pe structuri de rețea și matricea componentelor de secvență; rezolvare asistată cu software pentru calculul indicatorilor de nesimetrie; interpretarea rezultatelor pe studii reale de nesimetrie.	4
6. Variații ale tensiunii de	față în față	Prelegere cu exemple de	2

alimentare. Măsurarea tensiunii. Reglarea tensiunii în rețele electrice. Limite admise ale variațiilor de tensiune. Variația sarcinii electrice cu tensiunea de alimentare.	(săptămâna 10)	calcul pe modele trifazate; demonstrații privind metodele de reglare a tensiunii; analiză a influenței tensiunii asupra consumului și stabilității rețelei.	
7. Goluri și întreruperi. Creșteri de tensiune. Indicatori de evaluare a golurilor de tensiune/întreruperilor/creșteri de tensiune. Mijloace de limitare a golurilor de tensiune și a întreruperilor de scurtă durată. Indicatori pentru evaluarea întreruperilor de lungă durată. Mijloace pentru limitarea daunelor datorate întreruperilor de lungă durată. Utilizarea curbelor speciale (CBEMA, ITIC).	față în față (săptămâna 11)	Utilizare software (ETAP) pentru modelarea regimurilor; analiză numerică a variațiilor de parametri; interpretarea curbelor CBEMA/ITIC și studii aplicative privind sensibilitatea echipamentelor.	2
9. Fluctuații de tensiune (flicker). Indicatori. Evaluarea nivelului de flicker. Soluții pentru limitarea efectului de flicker.	față în față (săptămâna 12)	Studiu aplicativ privind cauzele flickerului în rețele; analiza impactului sarcinilor oscilante; optimizare de parametri, aplicații reducere a nivelului de flicker.	2
10. Sisteme și echipamente pentru monitorizarea calității energiei electrice. Standard CEI 61000-4. Standard IEEE 1159.3 PQDIF. Echipamente de monitorizare. Analiza datelor măsurate.	față în față (săptămâna 13, 14)	Analiză și interpretare a standardelor CEI și IEEE; studiu aplicativ cu seturi reale de date CEE; discuție privind digitalizarea rețelelor și integrarea monitorizării CEE în Smart Grids; evaluarea tendințelor actuale privind echipamentele CEE, VPP/DER și interoperabilitatea datelor.	4

Bibliografie:

1. Rușinaru, D. – Calitatea energiei electrice – Note de curs (material intern), accesibil la evidenta studentilor - <https://cis01.central.ucv.ro/evstud/cadru/fisa.php> și google classroom Calitatea energiei electrice 2025/2026
2. Grainger, J.J., Stevenson, W.D. – Power System Analysis, McGraw-Hill, Singapore, 1994.
3. Arrillaga, J.; Watson, N.R. – Power System Harmonics, 3rd Edition, Wiley, 2018.
4. Rușinaru, D. – Regimul permanent dezechilibrat al rețelelor electrice, Editura Universitaria, Craiova, 2005.
5. Vatră, F.; Postolache, P.; Poida, A. – Calitatea energiei electrice. Manual pentru profesioniști, Ed. SIER, București, 2013.
6. C. Ionescu Golovanov, Măsurarea mărimilor electrice în sistemul electroenergetic, Ed. Academiei Române – Ed. AGIR, București 2009
7. Rusinaru, D.; Mănescu, L.G. et al. – *Grid Integration of Small Generation Units in LV Distribution Networks*, Proceedings of ICATE 2018, IEEE, DOI: 10.1109/ICATE.2018.8551370.
8. ANRE, Standard de performanță pentru serviciul de distribuție a energiei electrice, **actualizat 2022.**
9. IEEE Std 1547-2018, *Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems*, IEEE Standards Association, 2018.

10. Rușinaru, D.; Mănescu, L.G.; Ciontu, M.; Cojoacă, A.; Alba, M. – Web-based Application for Mapping of the Power Quality Level in the Power Distribution Grids, International Journal of Energy and Environment, vol. 11, 2017, pp. 69–74, ISSN 2308-1007.

11. Bollen, M.H.J.; Hassan, F. – Integration of Distributed Generation in the Power System, Wiley-IEEE Press, 2019.

12. B. Mazza, T. et al. – Power Quality: Mitigation Technologies in a Distributed Environment, Wiley, 2021.

13. Bollen, M. – Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions, Wiley-IEEE Press, 2019 (revised).

7.2. Laborator	Modalitatea de desfășurare	Metode de predare	Fond de timp alocat (ore)
1. Protecția muncii și prezentarea lucrărilor de laborator. Prezentarea platformei de laborator și pachetelor de programe software specializate (ETAP).	față în față (săptămâna 1)	Prezentare interactivă a normelor de securitate și a regulilor de lucru în laborator; Demonstrație privind utilizarea corectă a platformei Leybold și a analizorului de rețea / sistemului de monitorizare (conectare, configurare, scheme tipice de conexiune); Instruire practică ghidată pentru familiarizarea studenților cu echipamentele, instrumentele de măsură și interfața software a analizorului de rețea.	2
2. Analiza armonicilor introduse în rețea de diverse tipuri de consumatori (echipamente casnice, echipamente de birotică, sisteme de iluminat, invertoare).	față în față (săptămâna 3)	Demonstrații experimentale cu platforma Leybold și cu analizoare de rețea pentru măsurarea spectrului de armonici; Realizarea de măsurători efective de către studenți (tensiuni, curenți, THD, armonici individuale) sub supraveghere directă; Analiză comparativă a regimurilor (gol, sarcină, scurtcircuit) pe baza valorilor înregistrate de analizorul de rețea; Interpretarea rezultatelor și discuții aplicative, cu raportare la limitele admise în standarde de calitate a energiei.	2
3. Studiul influenței echipamentelor de simetrizare a curenților de sarcină asupra funcționării rețelelor electrice.	față în față (săptămâna 5)	Realizarea montajelor experimentale pe platforma Leybold; Măsurători asistate cu analizorul de rețea pentru urmărirea tensiunilor, curenților, dezechilibrelor și distorsiunii armonice; Observarea impactului echipamentelor de simetrizare asupra curenților și tensiunilor; Evaluarea diferențelor între diverse conexiuni/soluții de simetrizare și interpretarea rezultatelor din punct de	2

		vedere al funcționării rețelei.	
4. Analiza propagării armonicilor într-o rețea modelată cu ajutorul programului software ETAP.	față în față (săptămâna 7)	Instruire demonstrativă în utilizarea Paladin ETAP pentru modelarea rețelelor și introducerea parametrilor; Simularea propagării armonicilor în diverse scenarii de funcționare; Compararea rezultatelor simulării cu date măsurate cu analizorul de rețea în laborator (acolo unde este posibilă o rețea/mașină echivalentă); Discuții comparative între comportamentul modelului software și cel experimental, evidențiind limitele și avantajele fiecărei abordări (simulare vs. măsurare).	2
5. Analiza funcționării rețelelor electrice în regim nesimetric	față în față (săptămâna 9)	Utilizarea analizorului de rețea pentru a măsura dezechilibrele de tensiune și curent într-un montaj experimental simplu (de exemplu sarcini monofazate inegale pe faze); Analiză aplicativă și comparativă între rezultatele teoretice (MATLAB/Mathcad) și cele experimentale (analizor de rețea); Verificare și interpretare asistată digital, punând accent pe corelarea modelului matematic cu comportarea reală a rețelei.	2
6. Proiectarea filtrelor de armonici asistată de modulele programului software ETAP	față în față (săptămâna 11)	Prezentare demonstrativă a principiilor de proiectare a filtrelor de armonici (pasive/active) și a impactului lor asupra spectrului de tensiune și curent; Utilizarea modulelor ETAP pentru dimensionarea și optimizarea filtrelor; Simularea efectului filtrelor proiectate asupra nivelului de armonici și verificarea conceptului printr-un montaj simplificat în laborator, cu măsurare prin analizor de rețea (acolo unde este posibil); Discuții asupra rezultatelor, criteriilor de optimizare și a diferențelor între rezultatele teoretice și cele experimentale.	
7. Colocviu de laborator.	față în față (săptămâna 13)	Evaluare orală și practică a competențelor dobândite, incluzând: utilizarea corectă a echipamentelor de laborator, inclusiv a analizorului de rețea,	2

		interpretarea rezultatelor de măsurare și simulare; Discuții tehnice asupra modului de analiză a armonicilor, nesimetriilor și efectului filtrelor; Feedback individual privind modul de aplicare a metodelor și instrumentelor utilizate în laborator (platformă Leybold, analizor de rețea, software de simulare).	
Bibliografie:			
1. Indrumar de laborator <i>Rețele electrice I</i> (material intern), accesibil la evidenta studentilor - https://cis01.central.ucv.ro/evstud/cadru/fisa.php și google classroom <i>Rețele electrice I 2025/2026</i>			
2. ETAP v15. User Guide			

8. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

Disciplina este aliniată cerințelor actuale ale învățământului tehnic și ale mediului profesional din ingineria sistemelor electroenergetice, răspunzând nevoilor de formare exprimate de operatori și companii din sectorul energetic. Conținuturile au fost stabilite în consultare cu titularii disciplinelor de specialitate și cu reprezentanți ai unor angajatori relevanți (Distribuție Oltenia, Transelectrica, ICMET Craiova), asigurând dezvoltarea competențelor cerute pentru proiectarea, analiza și operarea rețelelor electrice moderne. Prin utilizarea MATLAB/Mathcad, ETAP, disciplina oferă o pregătire tehnică adecvată inserției rapide pe piața muncii și continuării studiilor în programe avansate.

9. Evaluare

Tip activitate	9.1. Criterii de evaluare	9.2. Metode de evaluare	9.3. Pondere din nota finală
9.4. Curs	- Înțelegerea conceptelor fundamentale de calitate a energiei electrice; - Capacitatea de interpretare a indicatorilor de calitate în raport cu standardele EN 50160, CEI și IEEE; - Aplicarea corectă a metodologiilor de analiză și a relațiilor teoretice; - Rigoarea și corectitudinea în rezolvarea problemelor teoretice și a exercițiilor numerice; - Capacitatea de analiză critică și interpretare a fenomenelor CEE pe seturi de date măsurate sau simulate; - Gradul de integrare a cunoștințelor din teorie cu situații reale din rețele electrice.	- Verificare periodică în cadrul cursului (întrebări aplicative, discuții orientate pe studii de caz, mini-verificări conceptuale); - Verificare finală, incluzând: - probleme aplicative de analiză a calității energiei electrice; - întrebări teoretice privind concepte, norme și indicatori CEE; - exerciții de calcul - interpretarea unor grafice sau seturi de rezultate.	20 % 40%
9.5. Laborator	L: - respectare proceduri experimentale și norme de protecția muncii; - efectuarea corectă a măsurărilor pe platforma Leybold; - interpretarea datelor	- Fișe de laborator (evaluare continuă); - Colocviu de laborator (verificarea cunoștințelor experimentale și software).	40%

	experimentale; • capacitatea de a utiliza ETAP pentru modelare; • prezentare concluzii în mod coerent.		
9.6. Standard minim de performanță Studentul trebuie să demonstreze că stăpânește conceptele fundamentale privind calitatea energiei electrice, inclusiv tipurile de perturbații, indicatorii principali și cerințele de bază ale standardelor. Studentul trebuie să fie capabil să efectueze calcule elementare asociate regimurilor nesinusoidale și nesimetrice, să identifice corect fenomenele caracteristice ale rețelelor electrice moderne și să rezolve un set minim de probleme reprezentative pentru fiecare tip de perturbație. La laborator, studentul trebuie să finalizeze lucrările obligatorii, să respecte procedurile experimentale și normele de securitate și să obțină calificativ de trecere la colocviu. Pentru promovare, este necesară acumularea pragului minim de 50% din punctajul total. Calculul notei finale se face prin rotunjirea la notă întreagă a punctajului final.			

Data completării
01.10.2025

Titular de disciplină,
Conf.dr.ing. Denisa RUȘINARU

Semnătura titularului

Data avizării în departament
01.10.2025

Director de departament,
Ș.l.dr.ing. Radu – Cristian DINU

Semnătura directorului de departament,