FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

Facultatea	de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor
Departamentul	de Electrotehnică
Domeniul de studii	Ingineria autovehiculelor
Ciclul de studii	Licență, învățământ cu frecvență
Programul de studii	Echipamente și sisteme de comandă și control pentru autovehicule

2. Date despre disciplină

Denumirea disciplinei	**ELECTROTEHNICĂ ȘI MAȘINI ELECTRICE 2**				
Titularul activităților de curs	șef lucrări dr. ing. Elena-Daniela LUPU				
Titularul activităților aplicative	șef lucrări dr. ing. Elena-Daniela LUPU				
Anul de studiu	**II**	Semestrul	**4**	Tipul de evaluare	**Examen**
Regimul disciplinei	Categoria formativă a disciplinei DF - fundamentală, DS - de specializare, DC – complementară				**DF**
	Categoria de opționalitate a disciplinei: DOB – obligatorie, DOP – opțională, DFA - facultativă				**DOB**

3. Timpul total estimat (ore alocate activităților didactice)

I a) Număr de ore pe săptămână	5	Curs	2	Seminar		Laborator/ Lucrări practice	2	Proiect	1
I b) Totalul de ore pe semestru din planul de învățământ	70	Curs	28	Seminar		Laborator/ Lucrări practice	28	Proiect	14

Distribuția fondului de timp pe semestru	ore
II.a) Studiu individual	55
II.b) Tutoriat (pentru ID)	
III. Examinări	
IV. Alte activități (precizați):	

Total ore studiu individual (II.a+II.b+III)	55
Total ore pe semestru (I.b+II.a+II.b+III+IV)	125
Numărul de credite	5

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

Curriculum	• Parcurgerea disciplinei Electrotehnică și Mașini Electrice 1 și a disciplinelor fundamentale care asigură noțiunile de bază necesare studiului circuitelor electrice și al mașinilor electrice.
Competenţe	• Cunoștințe de bază privind mărimile și circuitele electrice și capacitatea de a utiliza relațiile fundamentale dintre mărimile electrice și mecanice, precum și noțiunile de putere, energie și randament.

5. Condiţii (acolo unde este cazul)

Desfășurare a cursului		Prezentări multimedia și materiale didactice disponibile pe platforma educațională; laptop și videoproiector
Desfășurare aplicaţii	Laborator	Laborator dotat cu standuri didactice și echipamente specifice motoarelor electrice dotate cu sisteme de achiziție și măsurare a mărimilor electrice și mecanice, precum și calculatoare cu aplicații software specifice pentru analiză, simulare și prelucrarea datelor experimentale.

6. Competențe specifice acumulate

Competențe transversale	CT.1 Lucrează în echipă CT.2 Își asumă responsabilitatea
Competențe profesionale	CP.2 Examinează principii tehnice CP.5 Operează echipamente de măsură de precizie CP.7 Analizează datele testelor CP.9 Descrie sistemul electric de acționare

	CP.22 Testează sisteme electromecanice

7. Rezultatele învățării

Cunoștințe	Aptitudini	Responsabilitate și autonomie
La finalul disciplinei, studentul: • Cunoaște și explică principiile de funcționare, elementele constructive, regimurile de funcționare și domeniile de utilizare ale mașinii asincrone, mașinii de curent continuu și mașinii sincrone. • Descrie și explică ecuațiile fundamentale, schemele echivalente, diagramele fazoriale, producerea cuplului electromagnetic, bilanțurile de puteri, pierderile și randamentul principalelor tipuri de mașini electrice studiate. • Cunoaște caracteristicile de funcționare, metodele de pornire, reglare a vitezei și funcționarea în regim motor, generator și frânare electrică/regenerativă. • Explică particularitățile constructive și funcționale ale mașinilor sincrone cu magneți permanenți (PMSM), inclusiv configurațiile SPM/IPM și producerea cuplului electromagnetic și de reluctanță. • Cunoaște rolul și particularitățile mașinilor electrice utilizate în sistemele de propulsie ale autovehiculelor electrice și hibride, precum și cerințele specifice privind cuplul, viteza, puterea, randamentul și domeniul de funcționare. • Cunoaște criteriile de comparare și selecție a diferitelor soluții de mașini electrice pentru tracțiunea autovehiculelor din perspectiva caracteristicilor cuplu–viteză, randamentului, densității de putere, domeniului de turație, controlului și posibilității de recuperare a energiei. • Cunoaște principiile și etapele fundamentale de dimensionare electromagnetică a unui motor asincron trifazat cu rotor în colivie, precum și relația dintre parametrii constructivi, solicitările electromagnetice și performanțele motorului.	*La finalul disciplinei, studentul va fi capabil să:* • Aplice ecuațiile și modelele specifice pentru analiza regimurilor de funcționare ale mașinilor asincrone, de curent continuu și sincrone. • Realizeze și verifice montaje experimentale, să efectueze măsurări și să utilizeze instrumentația reală și virtuală pentru investigarea funcționării mașinilor electrice. • Determine, prelucreze și interpreteze experimental parametrii și caracteristicile de funcționare ale mașinilor electrice în diferite regimuri de sarcină. • Analizeze caracteristicile cuplu–viteză, caracteristicile de sarcină și performanțele energetice ale mașinilor electrice și să coreleze rezultatele cu regimul de funcționare și aplicația. • Utilizeze sistemele didactice Lucas-Nülle și platforma multimedia LabSoft pentru realizarea experimentelor, achiziția, prelucrarea și interpretarea datelor experimentale. • Identifice și analizeze regimurile anormale și principalele defecte electrice ale motoarelor și să interpreteze indicatorii utilizați pentru diagnosticarea acestora. • Compare motorul asincron, PMSM și alte soluții de mașini electrice din perspectiva cerințelor specifice sistemelor de propulsie ale autovehiculelor și să argumenteze tehnic alegerea unei soluții pentru o aplicație dată. • Dimensioneze principalele componente electromagnetice ale unui motor asincron trifazat cu rotor în colivie, incluzând dimensiunile principale, întrefierul, înfășurarea statorică, colivia rotorică și circuitul magnetic. • Determine parametrii schemei echivalente și să calculeze performanțele și caracteristicile de funcționare ale motorului asincron proiectat, verificând concordanța acestora cu cerințele impuse prin tema de proiect.	*La finalul disciplinei, studentul va fi capabil să:* • Realizeze în condiții de siguranță și cu responsabilitate activități experimentale asupra mașinilor electrice, respectând procedurile de lucru și normele specifice laboratorului. • Organizeze și desfășoare cu un grad adecvat de autonomie activități de măsurare, achiziție și prelucrare a datelor și să evalueze critic validitatea rezultatelor obținute. • Selecteze și argumenteze tehnic soluții privind utilizarea mașinilor electrice în funcție de cerințele aplicației, performanțele energetice și condițiile de funcționare. • Elaboreze cu autonomie documentația tehnică aferentă proiectării unui motor asincron, justificând ipotezele, parametrii și soluțiile constructive adoptate. • Evalueze critic rezultatele proiectării și ale investigațiilor experimentale, identificând eventualele neconcordanțe și fundamentând soluțiile de corectare. • Prezinte și susțină argumentat rezultatele unei activități de proiectare sau investigare experimentală, utilizând terminologia tehnică specifică și documentația de specialitate.

8. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

Obiectivul general al disciplinei	Formarea cunoștințelor și abilităților necesare pentru înțelegerea, analiza și evaluarea funcționării mașinilor electrice utilizate în sistemele de propulsie și în echipamentele auxiliare ale autovehiculelor, prin corelarea principiilor de funcționare și a caracteristicilor electromecanice și energetice cu cerințele aplicației. Disciplina

	urmărește dezvoltarea competențelor practice privind investigarea experimentală și diagnosticarea mașinilor electrice, precum și dobândirea capacității de dimensionare și proiectare a unui motor asincron trifazat în raport cu cerințele unei aplicații de propulsie electrică.

9. Conținutul predării și învățării

Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observaţii
Introducere în mașini electrice. Rolul mașinilor electrice în sistemele de propulsie ale autovehiculelor electrice și hibride. Principalele tipuri de mașini electrice utilizate în aplicații din domeniul autovehiculelor. Regim motor și generator. Cerințe specifice mașinilor electrice de tracțiune.	2h	Prelegerea interactivă, explicația și problematizarea; conversația euristică; demonstrația; studiul de caz și analiza comparativă a soluțiilor tehnice; analiza caracteristicilor și a hărților de eficiență ale mașinilor electrice; utilizarea prezentărilor multimedia, animațiilor, documentației tehnice și exemplelor din sistemele de propulsie ale autovehiculelor electrice și hibride.	
1. *Maşina asincronă:*			
1.1. Principiul de funcționare. Câmpul magnetic învârtitor. Alunecarea. Elemente constructive, tipuri constructive, regimuri de funcționare și domenii de utilizare	2h		
1.2. Ecuaţii de funcţionare, scheme echivalente, diagrame fazoriale	1h		
1.3. Cuplu electromagnetic. Caracteristica mecanic M=f(s). Regimurile motor și generator	1h		
1.4. Bilanțul puterilor, pierderi, randament și caracteristici de funcționare	1h		
1.5. Pornirea și reglarea vitezei motoarelor asincrone. Alimentarea la frecvență variabilă	1h		
1.6. Mașina asincronă în sisteme de propulsie electrificată. Regim motor, generator și frânare regenerativă	1h		
1.7. Defecte și regimuri anormale de funcționare. Elemente de diagnostic	1h		
2. *Maşina de curent continuu:*			
2.1. Principiul de funcționare, construcție, ecuații fundamentale, cuplu electromagnetic și regimuri de funcționare	2h		
2.2. Motorul de curent continuu. Caracteristici mecanice, pornire și reglarea vitezei	2h		
2.3. Regimul de generator și frânarea electrică. Bilanț energetic	1h		
2.4. Mașini de c.c. în aplicații pentru autovehicule: sisteme auxiliare, actuatoare și particularități de exploatare	1h		
3. *Maşina sincronă*			
3.1. Principiul de funcţionare, elemente constructive de bază, regimuri de funcţionare, tipuri constructive, domenii de utilizare, simbolizare	1h		
3.2. Mașina sincronă cu excitație electromagnetică și mașina sincronă cu magneți permanenți (PMSM). Particularități constructive	1h		
3.3. Ecuațiile de funcționare și diagramele fazoriale ale mașinii sincrone	1h		
3.4. Producerea cuplului electromagnetic. Mașini PMSM cu magneți superficiali și interiori (SPM/IPM). Cuplul electromagnetic și cuplul de reluctanță	3h		
3.5. Caracteristicile mecanice și energetice. Pierderi, randament și bilanț energetic	1h		
3.6. Alimentarea și controlul motorului sincron. Noțiuni generale privind invertorul și reglarea vitezei	1h		
3.7. Funcționarea în regim motor și generator. Frânarea regenerativă	1h		
3.8. Mașina sincronă cu magneți permanenți în sistemele de propulsie BEV/HEV. Cerințe de cuplu, viteză, putere și randament	1h		
4. *Maşini electrice pentru tracţiunea autovehiculelor* Compararea mașinilor asincrone, PMSM și a altor soluții de	2h		

tracțiune din perspectiva caracteristicilor cuplu–viteză, randamentului, densității de putere, domeniului de turație, controlului, regenerării, costului și aplicațiilor în sistemele de propulsie ale autovehiculelor.			

Bibliografie minimală recomandată

[1]. I. Boldea and L. N. Tutelea, *Electric Machines: Steady State and Performance with MATLAB*, 2nd ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2022, doi: 10.1201/9781003214519.

[2]. R. K. Srivastava, *Electrical Machines*, 3rd ed. Singapore: Springer Nature Singapore, 2025, doi: 10.1007/978-981-96-5039-2.

[3]. A. Simion, *Mașina asincronă*, vol. III. Iași, România: Editura PIM, 2012.

[4]. N. Galan, *Mașini electrice*. București, România: Editura Academiei Române, 2011, ISBN 978-973-27-2077-6.

[5]. I.-A. Viorel and R. Ciorbă, *Mașini electrice în sisteme de acționare*. Cluj-Napoca, România: Editura UT Press, 2002

[6]. E.-D. Lupu and Ș. L. Tabacu, "System-Level Comparative Assessment of PMSM Rotor Topologies in Battery Electric Vehicles Under the WLTP Driving Cycle," *Vehicles*, vol. 8, no. 3, Art. no. 66, 2026, doi: 10.3390/vehicles8030066.

[7]. L. R. Devi, S. Sreekumar, and R. Bhakar, "A comprehensive review of electric motors for electric vehicles: Comparing traditional and emerging technologies," *Progress in Engineering Science*, vol. 3, no. 1, Art. no. 100197, 2026, doi: 10.1016/j.pes.2025.100197.

[8]. L. R. Devi, S. Sreekumar, R. Bhakar, D. G., and S. Padmanaban, "Electric motor modeling, analysis, and design for E-mobility applications: A state of the art," *e-Prime – Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, vol. 12, Art. no. 100985, 2025, doi: 10.1016/j.prime.2025.100985.

[9]. M. Gobbi, A. Sattar, R. Palazzetti, and G. Mastinu, "Traction motors for electric vehicles: Maximization of mechanical efficiency—A review," *Applied Energy*, vol. 357, Art. no. 122496, 2024, doi: 10.1016/j.apenergy.2023.122496.

Aplicații (Seminar/**laborator**/**lucrări practice**/ proiect)	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Şedinţă introductivă: NPM şi PSI în Laboratorul de Maşini Electrice. Probleme fundamentale în maşini electrice	1h	Experimentul didactic și demonstrația experimentală; învățarea prin descoperire și problematizare; realizarea montajelor și efectuarea măsurărilor; experimentare asistată de calculator utilizând sistemele didactice Lucas-Nülle și platforma multimedia LabSoft; achiziția, prelucrarea și analiza datelor experimentale; interpretarea caracteristicilor de funcționare; analiza comparativă și diagnosticarea regimurilor de funcționare și a defectelor.	Activitățile experimentale se desfășoară utilizând echipamentele didactice Lucas-Nülle și platforma multimedia LabSoft, care asigură ghidarea interactivă a lucrărilor, instrumentația virtuală, achiziția și analiza datelor experimentale și documentarea rezultatelor.
2. Studiul elementelor constructive ale mașinii asincrone. Identificarea înfășurărilor, bornelor, conexiunilor și a mărimilor nominale.	1h		
3. Conectarea și pornirea motorului asincron trifazat. Conexiunile stea și triunghi, pornirea stea–triunghi și inversarea sensului de rotație.	2h		
4. Studiul experimental al motorului asincron trifazat în sarcină. Determinarea caracteristicilor de funcționare	2h		
5. Reglarea turației motoarelor asincrone prin modificarea numărului de poli. Studiul motorului cu conexiune Dahlander și al motorului cu înfășurări statorice separate	2h		
6. Identificarea și diagnosticarea defectelor electrice ale motorului asincron. Analiza regimurilor anormale de funcționare	2h		
7. Studiul experimental al motorului de curent continuu. Conectare, pornire, inversarea sensului de rotație și determinarea caracteristicilor de funcționare.	2h		
8. Reglarea vitezei motorului de curent continuu cu excitație separată prin modificarea tensiunii indusului și a fluxului de excitație.	2h		
9. Studiul comparativ al motoarelor de curent continuu cu diferite tipuri de excitație. Determinarea și compararea caracteristicilor de sarcină	2h		
10. Studiul experimental al motorului sincron. Conectare, pornire și funcționare. Determinarea caracteristicii în V și analiza influenței excitației	2h		
11. Studiul servomotorului sincron cu magneți permanenți (PMSM). Identificarea sistemului de acționare și determinarea caracteristicilor de funcționare.	2h		

12. Studiul PMSM în regimuri specifice tracțiunii electrice. Analiza caracteristicilor cuplu–viteză, a punctelor de funcționare și a regimurilor motor/generator.	2h		
13. Studiul motorului sincron cu reluctanță. Conectarea, pornirea și determinarea caracteristicilor de sarcină.	2h		
14. Analiza experimentală comparativă a mașinilor electrice pentru tracțiune. Compararea motorului asincron, PMSM și motorului sincron cu reluctanță pe baza caracteristicilor de funcționare și a performanțelor energetice.	2h		
15. Recapitularea și evaluarea competențelor practice dobândite în cadrul activităților de laborator	2h		

Bibliografie minimală

[1] E.-D. Lupu, *Mașini electrice – fișe de laborator*. Suceava: Universitatea „Ștefan cel Mare" din Suceava, material didactic.
[2] M. Cojan, A. Simion, L. Livadaru ș.a., *Mașini electrice: aplicații practice*. Iași: Shakti, 1998.
[3] Lucas-Nülle GmbH, *EEM 4.3-1 – Asynchronous (Induction) Motors with Separate Windings*, LabSoft Courseware, Lucas-Nülle, Germany.
[4] Lucas-Nülle GmbH, *EEM 4.5-1 – Troubleshooting Electrical Machines*, LabSoft Courseware, Lucas-Nülle, Germany.
[5] Lucas-Nülle GmbH, *EEM 5.1-1 – Synchronous Machines*, LabSoft Courseware, Lucas-Nülle, Germany.
[6] Lucas-Nülle GmbH, *DC Machines / Direct Current Motors*, LabSoft Courseware, Lucas-Nülle, Germany.
[7] Lucas-Nülle GmbH, *ActiveServo – Servo Machine Test System*, technical and training documentation, Lucas-Nülle, Germany.

Aplicaţii (Seminar/laborator/lucrări practice/**proiect**) Conținutul proiectului: *Proiectarea unui motor asincron trifazat cu rotor în colivie destinat sistemului de propulsie al unui autovehicul electric.*	Nr. ore	Metode de predare	Observaţii
1. Prezentarea temei și a datelor de proiect. Stabilirea cerințelor și a mărimilor nominale ale motorului asincron trifazat cu rotor în colivie	1h	învăţarea bazată pe proiect utilizand un indrumar de proiectare	
2. Determinarea mărimilor de calcul ale motorului asincron trifazat	2h		
3. Determinarea dimensiunilor principale ale motorului	1h		
4. Dimensionarea întrefierului	0.5h		
5. Stabilirea solicitărilor electromagnetice ale motorului asincron	0.5h		
6. Dimensionarea înfășurării și a crestăturilor statorului	1h		
7. Dimensionarea coliviei și a crestăturilor rotorului	1h		
8. Calculul circuitului magnetic și determinarea curentului de magnetizare.	1h		
9. Determinarea parametrilor înfășurărilor și a schemei echivalente a motorului asincron	2h		
10. Calculul performanțelor și al caracteristicilor de funcționare ale motorului asincron utilizând modelul cu parametri constanți	2h		
11. Finalizarea documentației tehnice. Prezentarea și susținerea proiectului	2h		

Bibliografie minimală recomandată

[1]. LUPU E.D - E*tapele proiectarii şi optimizării MAS* - http://eed.usv.ro/~elenao/my%20teaching%20page.html
[2]. I. Boldea, *Induction Machines Handbook: Transients, Control Principles, Design and Testing*, 3rd ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2020
[3]. Siemens AG, *SIMOTICS Low-Voltage Motors, Catalog D 81.1*, ed. 12/2022. Nuremberg, Germany: Siemens AG, 2022. https://cache.industry.siemens.com/dl/files/197/109749197/att_1122986/v1/Motors-D81-1-complete-English-12-2022.pdf?utm
[4]. ABB, *Low Voltage Motors – Motor Guide*, Rev. D. ABB, Jul. 2019. https://library.e.abb.com/public/e555e5106a3c44e882f48b75a44f6807/Technical_guide_No_7_3AFE64362569_RevD_EN lowres.pdf?x-sign=upe%2B06qxY34LLygiESZj9kKV8e1ldSMTiD8i6KFFB9KsG0fmw6tpPWOLLoJycVbU&utm

10. Evaluare

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere
Evaluare finală	Cunoașterea și înțelegerea principiilor de funcționare, construcției, parametrilor și caracteristicilor mașinilor electrice studiate. Capacitatea de analiză a regimurilor de funcționare, a fenomenelor electromagnetice și a performanțelor energetice. Capacitatea de comparare și evaluare a mașinilor electrice utilizate în aplicații pentru autovehicule.	Evaluare sumativă: examen programat în sesiune, constând într-o probă scrisă, urmată de verificarea orală a modului de rezolvare și a gradului de îndeplinire a cerințelor.	50%

Evaluare pe parcurs	Însușirea progresivă a cunoștințelor teoretice. Utilizarea corectă a terminologiei, ecuațiilor și parametrilor specifici mașinilor electrice. Capacitatea de analiză și comparare a principalelor tipuri de mașini electrice și a regimurilor acestora de funcționare.	Evaluare continuă – curs: două teste susținute în scris și/sau prin intermediul platformei educaționale, pe parcursul semestrului.	10%
	Capacitatea de identificare și conectare corectă a mașinilor electrice și de realizare a montajelor experimentale. Utilizarea adecvată a echipamentelor și instrumentației de măsurare. Determinarea, prelucrarea și interpretarea parametrilor și caracteristicilor de funcționare. Capacitatea de analiză comparativă și de identificare a regimurilor anormale/defectelor.	Evaluare continuă a activității de laborator: realizarea lucrărilor și a montajelor experimentale, efectuarea măsurărilor, prelucrarea și interpretarea rezultatelor, rezolvarea temelor practice și întocmirea referatelor de laborator.	20%
	Corectitudinea etapelor de dimensionare și proiectare a motorului asincron trifazat. Aplicarea corectă a relațiilor de calcul și justificarea parametrilor și soluțiilor constructive adoptate. Corectitudinea rezultatelor și calitatea documentației tehnice. Capacitatea de prezentare și argumentare tehnică a soluției proiectate.	Evaluare continuă și sumativă – proiect: verificarea etapelor de calcul și a progresului proiectului pe parcursul semestrului; evaluarea documentației finale și prezentarea și susținerea proiectului.	20%

Standard minim de performanță

Standarde minime de performanță pentru evaluarea finală

- Identifică principalele componente și explică, la nivel fundamental, principiul de funcționare și rolul acestora.
- Identifică regimul analizat, utilizează corect relațiile fundamentale și interpretează principalele mărimi și caracteristici.
- Identifică diferențele funcționale esențiale și justifică alegerea unei soluții pe baza a cel puțin unor criterii tehnice relevante.

Standarde minim de performanță pentru evaluarea activitatii pe parcurs

- Identifică schema de lucru și principalele mărimi măsurate și realizează corect conexiunile necesare determinării experimentale, cu respectarea cerințelor de securitate.
- Efectuează măsurările de bază, prelucrează datele experimentale și reprezintă corect caracteristica funcțională solicitată.
- Utilizeaza corect etapele de dimensionare si proiectare a unui motor si interpreteaza datele din proiectare
- Interpretează rezultatele experimentale și identifică regimul de funcționare al mașinii electrice pe baza mărimilor măsurate și calculate.

Pentru studenții cu dizabilități și/sau nevoi educaționale speciale, activitățile didactice și de evaluare pot fi adaptate în funcție de nevoile individuale, prin utilizarea infrastructurii accesibilizate a USV, asigurarea materialelor didactice în formate accesibile și adaptarea modalităților de desfășurare a activităților și de evaluare, cu menținerea rezultatelor învățării și a cerințelor academice aferente disciplinei, în conformitate cu reglementările USV în vigoare.

Data completării	Grad didactic, nume, prenume, semnătura titularului de curs	Grad didactic, nume, prenume, semnătura titularului de aplicație
22.09.2025	șef lucrări dr. ing. Elena-Daniela LUPU	șef lucrări dr. ing. Elena-Daniela LUPU

Data avizării	Grad didactic, nume, prenume, semnătura responsabilului de program
23.09.2025	șef lucrări dr. ing. Elena-Daniela LUPU

Data avizării în departament	Grad didactic, nume, prenume, semnătura directorului de departament
23.09.2025	conf. univ. dr. ing. Daniela IRIMIA

Data aprobării în consiliul facultății	Grad didactic, nume, prenume, semnătura decanului
24.09.2025	Prof. dr. ing. Laurentiu- Dan MILICI