

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	TRACȚIUNE ELECTRICĂ ȘI HIBRIDĂ 1				
Titularul activităților de curs	șef lucrări dr. ing. Elena-Daniela LUPU				
Titularul activităților aplicative	șef lucrări dr. ing. Elena-Daniela LUPU				
Anul de studiu	III	Semestrul	6	Tipul de evaluare	Examen
Regimul disciplinei	Categorია formativă a disciplinei DF - fundamentală, DS - de specializare, DC – complementară				DS
	Categorია de opționalitate a disciplinei: DOB – obligatorie(DI), DOP – opțională(DO), DFA - facultativă				DOB

3. Timpul total estimat (ore alocate activităților didactice)

I a) Număr de ore pe săptămână	4	Curs	2	Seminar		Laborator/ Lucrări practice	2	Proiect	
I b) Totalul de ore pe semestru din planul de învățământ	56	Curs	28	Seminar		Laborator/ Lucrări practice	28	Proiect	

Distribuția fondului de timp pe semestru	ore
II.a) Studiu individual	41
II.b) Tutoriat (pentru ID)	-
III. Examinări	3
IV. Alte activități (precizați):	

Total ore studiu individual (II.a+II.b+III)	44
Total ore pe semestru (I.b+II.a+II.b+III+IV)	100
Numărul de credite	4

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> Parcurgerea disciplinelor fundamentale și de domeniu care asigură noțiuni de bază de electrotehnică și mașini electrice, mecanică și dinamica autovehiculelor.
Competențe	<ul style="list-style-type: none"> Cunoștințe de bază privind mărimile și circuitele electrice, conversia electromecanică a energiei, caracteristicile de funcționare ale motoarelor electrice și sursele de energie electrică; capacitatea de a utiliza relațiile dintre forță, moment, putere, energie și randament

5. Condiții (acolo unde este cazul)

Desfășurare a cursului	Resurse materiale curs: <ul style="list-style-type: none"> prezentări multimedia și materiale didactice disponibile pe platforma educațională; laptop și videoproiector; modele, scheme și animații ale sistemelor de propulsie electrice și hibride; documentație tehnică și documentație OEM pentru componente și sisteme automotiv; articole științifice, standarde și documentație tehnică de specialitate; 	
Desfășurare aplicații	Laborator	Laborator dotat cu standuri didactice și echipamente specifice sistemelor de propulsie electrificate, subsistemelor electrice și electronice ale acestora, 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.3 Utilizează cu precizie echipamente, instrumente sau echipamente tehnologice
Competențe profesionale	CP.2 Examinează principii tehnice CP.9 Descrie sistemul electric de acționare CP.14 Compară vehicule alternative CP.20 Evaluează grupul motopropulsor

7. Rezultatele învățării

Cunoștințe	Aptitudini	Responsabilitate și autonomie
<p><i>La finalul disciplinei, studentul:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Descrie și diferențiază arhitecturile sistemelor de propulsie BEV, MHEV, HEV, PHEV și FCEV și explică fluxurile energetice specifice acestora. 2. Explică particularitățile tracțiunii electrice și hibride și corelarea cerințelor dinamice ale autovehiculului cu cerințele de cuplu, putere și energie ale sistemului de propulsie. 3. Cunoaște caracteristicile bateriilor de tracțiune, arhitectura acestora, parametrul SOC, SOH și SOP și rolul BMS și al managementului termic. 4. Explică rolul și integrarea mașinii electrice, inverterului, convertorului DC-DC și a componentelor sistemului de înaltă tensiune în lanțul de propulsie. 5. Descrie cerințele și caracteristicile specifice mașinilor electrice de tracțiune, inclusiv zonele de cuplu și putere constantă, hărțile de randament și regimurile motor/generator. 6. Explică principiile frânării regenerative, limitările recuperării energiei și integrarea acesteia cu sistemul mecanic de frânare. 7. Descrie principiile încărcării autovehiculelor electrificate și rolul sistemelor de încărcare AC/DC și al funcțiilor de încărcare bidirecțională. 	<p><i>La finalul disciplinei, studentul este capabil să:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analizeze și compare arhitecturi de propulsie electrică și hibridă în funcție de cerințele aplicației și de performanțele energetice urmărite. 2. ☐ Determine și interpreteze cerințele de cuplu, putere și energie ale unui autovehicul electrificat în diferite regimuri de deplasare. 3. Analizeze parametrii unei baterii de tracțiune și să evalueze influența SOC, SOH, temperaturii și limitelor de putere asupra funcționării sistemului de propulsie. 4. Interpreteze caracteristicile cuplu-viteză, putere-viteză și hărțile de randament ale mașinilor electrice de tracțiune și să compare diferite soluții constructive. 5. Coreleze caracteristicile mașinii electrice cu transmisia și cerințele autovehiculului, în vederea evaluării adecvării soluției de propulsie. 6. ☐ Analizeze fluxurile de putere și energie în regim de tracțiune și frânare regenerativă și să determine energia recuperabilă/recuperată. 7. ☐ Utilizeze date experimentale, modele și simulări numerice, documentație tehnică și OEM pentru caracterizarea și evaluarea sistemelor de propulsie electrificate. 8. ☐ Realizeze analiza integrată a unui autovehicul electrificat, corelând caracteristicile bateriei, mașinii electrice, electronicii de putere și transmisiei cu performanțele autovehiculului. 	<p><i>La finalul disciplinei, studentul va fi capabil să:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desfășoare în condiții de siguranță și cu autonomie activități de investigare și analiză a sistemelor de propulsie electrică și hibridă. 2. Selecteze și utilizeze critic informații tehnice provenite din documentație de specialitate, standarde și documentație OEM. 3. Analizeze critic rezultatele experimentale și de simulare și să identifice eventualele neconcordanțe între rezultate și comportarea așteptată a sistemului. 4. Argumenteze tehnic alegerea unei arhitecturi sau soluții de propulsie electrificată, în raport cu cerințele autovehiculului, performanța energetică și condițiile de exploatare. 5. Colaboreze în cadrul echipei pentru realizarea activităților experimentale și a studiilor comparative și să comunice argumentat rezultatele analizei.

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

Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea capacității studenților de a înțelege, analiza și evalua sistemele de propulsie electrică și hibridă ale autovehiculelor, prin corelarea arhitecturii sistemului de propulsie, a cerințelor de tracțiune și a caracteristicilor funcționale și energetice ale principalelor componente – bateria de tracțiune, mașina electrică, electronica de putere și transmisia – în vederea analizei performanțelor, fluxurilor energetice, consumului de energie și recuperării energiei, în diferite regimuri de funcționare și exploatare.
-----------------------------------	---

9. Conținutul predării și învățării

Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
<p>1. Evoluția și tendințele actuale ale sistemelor de propulsie electrică și hibridă</p> <p>1.1. Evoluția electrificării sistemelor de propulsie ale autovehiculelor rutiere</p>	1h	<p><i>Resurse procedurale curs:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • metode de predare – prelegere interactivă, explicație, 	

1.2. Contextul actual al mobilității electrificate și direcții de dezvoltare 1.3. Avantaje, limitări și provocări tehnice ale sistemelor de propulsie electrică și hibridă 1.4. Cerințe actuale privind eficiența energetică, performanța, autonomia și impactul asupra mediului		conversație euristică, problematizare, demonstrație, studiu de caz, analiză comparativă; • metode aplicative: modelare și simulare numerică, analiza și interpretarea diagramelor, caracteristicilor și fluxurilor energetice, analiza documentației tehnice și a studiilor de caz specifice autovehiculelor electrice și hibride;	
2. Evaluarea performanțelor energetice și funcționale ale autovehiculelor electrice și hibride 2.1. Indicatori de performanță energetică 2.2. Indicatori de performanță dinamică 2.3. Cicluri de conducere utilizate pentru evaluarea autovehiculelor electrificate. 2.4. Utilizarea ciclurilor de conducere pentru evaluarea consumului energetic, autonomiei și performanțelor sistemului de propulsie	2 h		
3. Clasificarea multidimensională a sistemelor moderne de propulsie pentru autovehicule rutiere 3.1. Clasificarea după natura sursei primare de energie 3.2. Clasificarea după mecanismul de conversie energetică 3.3. Clasificarea după arhitectura cinematică 3.4. Clasificarea după gradul de electrificare 3.5. Clasificarea după performanța energetică globală	1h	• procedee didactice: exemplificare, comparație, analiză și sinteză, descoperire inductivă, corelarea cunoștințelor teoretice cu aplicații automotive;	
4. Cerințe de tracțiune și particularități ale dinamicii longitudinale a autovehiculelor electrice și hibride 4.1. Determinarea cerințelor de forță, cuplu și putere la roată în regimurile caracteristice de deplasare 4.2. Corelarea cerințelor de tracțiune cu caracteristica cuplu-viteză a mașinii electrice 4.3. Influența raportului de transmisie asupra performanțelor sistemului de propulsie 4.4. Limitarea performanțelor de tracțiune de către mașina electrică, inverter și sursa de energie 4.5. Particularități ale fluxului de putere în regim de tracțiune și decelerare regenerativă	2h	• tehnici de instruire: utilizarea mijloacelor multimedia, analiza documentației tehnice/OEM, interpretarea rezultatelor obținute prin simulare și rezolvarea unor situații-problemă;	
5. Sisteme de propulsie electrică 5.1. Arhitectura sistemului de propulsie al autovehiculului electric cu baterii (BEV) 5.2. Autovehicule electrice cu pilă de combustie (FCEV)	4h		
6. Sisteme de propulsie hibridă 6.1. Principii și arhitecturi ale sistemelor de propulsie hibridă 6.2. Configurații ale sistemelor hibride în funcție de poziționarea mașinii electrice (P0, P1, P2, P3 și P4)	2h		
6.3. Sisteme mild-hybrid (MHEV) • arhitectură și particularități funcționale; • sisteme 48 V; • funcții start-stop, recuperare, torque assist/boost și sailing/coasting.	1h		
6.4. Sisteme full-hybrid (HEV) • moduri de funcționare: tracțiune electrică, tracțiune termică, funcționare combinată și regenerare; • repartizarea puterii între motorul termic și mașina electrică; • particularități ale arhitecturilor power-split.	1h		
6.5. Sisteme plug-in hybrid (PHEV) • arhitectură și particularități față de HEV; • modulele charge-depleting și charge-sustaining; • influența capacității bateriei și a strategiei de utilizare asupra consumului energetic și autonomiei electrice.	1h		
7. Bateria de tracțiune și integrarea acesteia în sistemul de propulsie 7.1. Caracteristicile bateriilor Li-ion utilizate în aplicații de	2h	Resurse materiale curs: • prezentări multimedia și materiale didactice disponibile pe platforma educațională; • laptop și videoproiector; • modele, scheme și animații ale sistemelor de propulsie electrice și hibride; • documentație tehnică și documentație OEM pentru componente și sisteme automotive; • articole științifice, standarde și documentație tehnică de specialitate;	

<p>tracțiune</p> <p>7.2. Arhitectura bateriei de tracțiune.</p> <p>7.3. Parametri de stare și limite de funcționare: SOC, SOH, SOP, limite de curent și putere</p> <p>7.4. Sistemul de management al bateriei (BMS). Funcții de monitorizare, estimare, echilibrare și protecție</p> <p>7.5. Managementul termic al bateriei. Influența temperaturii asupra performanțelor și funcționării</p> <p>7.6. Influența bateriei asupra performanțelor sistemului de propulsie și asupra recuperării energiei</p>		<p>• aplicații software pentru modelarea și simularea sistemelor de propulsie și a fluxurilor energetice.</p>	
<p>8. Integrarea electronicii de putere și arhitectura sistemului de înaltă tensiune în autovehiculele electrificate</p> <p>8.1. Arhitectura electrică de înaltă tensiune a autovehiculului electrificat</p> <p>8.2. Invertorul de tracțiune în lanțul de propulsie</p> <p>8.3. Convertorul DC–DC și alimentarea rețelei de joasă tensiune</p> <p>8.4. Elemente de conectare, protecție și siguranță ale sistemului HV.</p> <p>8.5. Influența electronicii de putere asupra performanțelor sistemului de propulsie</p>	1h		
<p>9. Mașina electrică de tracțiune: cerințe, performanțe și integrare în sistemul de propulsie.</p> <p>9.1. Cerințe specifice mașinilor electrice de tracțiune</p> <p>9.2. Caracteristica cuplu–viteză a mașinii electrice de tracțiune</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zona de cuplu constant și zona de putere constantă. • Turația de bază. Domeniul de slăbire a câmpului (<i>field weakening</i>). • Capacitatea de suprasarcină. <p>9.3. Caracteristicile energetice ale mașinii electrice de tracțiune. Hărți de randament.</p> <p>9.4. Selecția tipului de mașină electrică pentru tracțiune</p> <p>9.5. Corelarea mașinii electrice cu transmisia și cerințele autovehiculului</p> <p>9.6. Regimurile specifice aplicațiilor de tracțiune</p> <p>Funcționarea în regim motor și generator, funcționarea în cele patru cadrane, regenerarea și limitele de cuplu/putere impuse de motor, invertor și baterie.</p> <p>9.7 Integrarea constructivă și termică a mașinii electrice de tracțiune. Configurații <i>central drive</i>, <i>e-axle</i>, motoare integrate și sisteme multi-motor. Răcirea și influența limitelor termice asupra performanțelor.</p>	4h		
<p>10. Controlul tracțiunii și managementul frânării regenerative</p> <p>10.1. Controlul cuplului de tracțiune la nivelul autovehiculului</p> <p>10.2. Frânarea regenerativă și recuperarea energiei</p> <p>10.3. Integrarea frânării regenerative cu sistemul mecanic de frânare</p> <ul style="list-style-type: none"> • blended braking; • repartizarea cuplului de frânare între frânarea regenerativă și frânarea prin frecare; • continuitatea și predictibilitatea decelerației; • interacțiunea cu ABS/ESC și condițiile de aderență. <p>10.4. Limitările frânării regenerative</p> <p>10.5. Strategii specifice de exploatare a frânării regenerative</p> <ul style="list-style-type: none"> • niveluri de regenerare; • coasting și regenerare la eliberarea accelerației; • one-pedal driving; • influența strategiei de regenerare asupra consumului energetic și autonomiei. 	4h		
<p>11. Încărcarea și integrarea energetică a autovehiculelor electrificate</p> <p>11.1. Arhitectura sistemului de încărcare al BEV/PHEV. Încărcare AC și DC. Rolul OBC și traseul fluxului de energie</p> <p>11.2. Puterea și curbele de încărcare. Influența SOC,</p>	2h		

temperaturii și limitelor bateriei/BMS asupra procesului de încărcare			
11.3. Interfața vehicul–stație de încărcare. Funcții de comunicare, protecție și siguranță			
11.4. Încărcarea bidirecțională și integrarea energetică: V2L, V2H și V2G			
11.5. Influența procesului de încărcare asupra exploataării, autonomiei și managementului energetic al autovehiculului			
Bibliografie recomandată			
[1]. E.-D. Lupu, <i>Tracțiune electrică și hibridă – Note de curs și materiale didactice</i> , Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, materiale disponibile pe platforma educațională, 2026. [2]. I. Husain, <i>Electric and Hybrid Vehicles: Design Fundamentals</i> , 3rd ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2021. [3]. Robert Bosch GmbH, <i>Automotive Handbook</i> , 11th ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2022, 2048 p., ISBN 978-1-119-91190-6. [4]. J. G. Hayes and G. A. Goodarzi, <i>Electric Powertrain: Energy Systems, Power Electronics and Drives for Hybrid, Electric and Fuel Cell Vehicles</i> . Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2018, doi: 10.1002/9781119063681. [5]. M. Ehsani, Y. Gao, S. Longo, and K. Ebrahimi, <i>Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles</i> , 3rd ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2018. [6]. G.-M. Erdodi, E. Muncuț, and M. Băbescu, <i>Autovehicule electrice și hibride</i> , ed. a II-a revizuită și adăugită. Timișoara, România: Editura Politehnica, 2019. [7]. G. L. Plett, <i>Battery Management Systems, Volume I: Battery Modeling</i> . Norwood, MA, USA: Artech House, 2015. [8]. G. L. Plett, <i>Battery Management Systems, Volume II: Equivalent-Circuit Methods</i> . Norwood, MA, USA: Artech House, 2015, ISBN 978-1-63081-027-6. [9]. M. Gobbi, A. Sattar, R. Palazzetti, and G. Mastinu, “Traction motors for electric vehicles: Maximization of mechanical efficiency—A review,” <i>Applied Energy</i> , vol. 357, Art. no. 122496, 2024, doi: 10.1016/j.apenergy.2023.122496. [10]. 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,” <i>e-Prime – Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy</i> , vol. 12, Art. no. 100985, 2025, doi: 10.1016/j.prime.2025.100985. [11]. E.-D. Lupu and Ș.-L. Tabacu, “System-Level Comparative Assessment of PMSM Rotor Topologies in Battery Electric Vehicles Under the WLTP Driving Cycle,” <i>Vehicles</i> , vol. 8, no. 3, Art. no. 66, 2026, doi: 10.3390/vehicles8030066. [12]. Robert Bosch GmbH, <i>Bosch Mobility – Electric Drive Systems: Technical Product Documentation</i> , Bosch Mobility, documentație tehnică OEM, ediție online actualizată. [13]. ISO 6469-3:2021, <i>Electrically propelled road vehicles — Safety specifications — Part 3: Electrical safety</i> . Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 2021. [14]. IEC 61851-1:2017, <i>Electric vehicle conductive charging system — Part 1: General requirements</i> . Geneva, Switzerland: International Electrotechnical Commission, 2017. [15]. ISO 15118-20:2022, <i>Road vehicles — Vehicle to grid communication interface — Part 20: 2nd generation network layer and application layer requirements</i> . Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 2022.			

Aplicații (seminar / laborator / lucrări practice / proiect)	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Securitatea și sănătatea în muncă. Prezentarea laboratorului și a echipamentelor utilizate pentru studiul sistemelor de tracțiune electrică și hibridă	2h	Expunere interactivă, demonstrație practică, discuție dirijată	
2. Identificarea componentelor sistemului de propulsie electrificat și reconstituirea fluxurilor de putere și energie între componente	2h	Observație directă, analiză comparativă, lucru în echipă	Se recomandă utilizarea fișelor tehnice oficiale și a platformelor OEM
3. Analiza comparativă a arhitecturilor BEV, MHEV, HEV, PHEV și FCEV pe baza documentației tehnice a unor autovehicule comerciale.	4h	Observație directă, analiză comparativă, lucru în echipă	Se recomandă utilizarea fișelor tehnice oficiale și a platformelor OEM
4. Studiul configurației și analiza parametrilor unei baterii de tracțiune.	2h	Observație directă, analiză comparativă, lucru în echipă	Se recomandă utilizarea fișelor tehnice oficiale și a platformelor OEM
5. Evaluarea stării bateriei de tracțiune pe baza parametrilor SOC, SOH și a datelor de exploatare	2h	Observație directă, analiză comparativă, lucru în echipă	Se recomandă utilizarea fișelor tehnice oficiale și a platformelor OEM
6. Analiza comparativă a mașinilor electrice de tracțiune IM, PMSM și SynRM pe baza caracteristicilor funcționale și energetice	2h	Observație directă, analiză comparativă, lucru în echipă	Se recomandă utilizarea fișelor tehnice oficiale și a platformelor OEM
7. Determinarea și interpretarea caracteristicilor cuplu-viteză, putere-viteză și a hărților de randament ale unei mașini electrice de tracțiune	2h	Experiment de laborator, achiziție de date, interpretare grafică	Măsurători pe banc didactic / stand experimental
8. Modelarea și analiza energetică a frânării regenerative. Determinarea energiei disponibile și a energiei recuperabile în diferite condiții de funcționare	2h	Modelare și simulare numerică, rezolvare de problemă	Se recomandă utilizarea fișelor tehnice oficiale și a platformelor OEM

9.	Studiul experimental al frânării regenerative. Determinarea puterii și energiei recuperate și analiza factorilor care limitează regenerarea	2h	Demonstrație practică, simulare, analiză de date	Măsurători pe banc didactic / stand experimental
10.	Analiza sistemelor de încărcare și a infrastructurii de alimentare pentru autovehicule electrice	2h	Demonstrație practică, simulare, analiză de date	Măsurători pe banc didactic / stand experimental
11.	Analiza performanțelor energetice a unui autovehicul electric cu baterii (BEV) prin modelare numerică	2h	Modelare și simulare numerică, rezolvare de problemă	Se recomandă utilizarea Matlab
12.	Analiza integrată a sistemului de propulsie al unui autovehicul electric comercial. Corelarea caracteristicilor bateriei, mașinii electrice, transmisiei și performanțelor autovehiculului	4h	Observație directă, analiză critică	Se recomandă utilizarea fișelor tehnice oficiale și a platformelor OEM
Bibliografie minimală recomandată				
<p>[1.] E.-D. Lupu, <i>Tracțiune electrică și hibridă – Referate și fișe de laborator</i>. Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, materiale didactice disponibile pe platforma educațională, 2026.</p> <p>[2.] I. Husain, <i>Electric and Hybrid Vehicles: Design Fundamentals</i>, 3rd ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2021.</p> <p>[3.] G. L. Plett, <i>Battery Management Systems, Volume II: Equivalent-Circuit Methods</i>. Norwood, MA, USA: Artech House, 2015, ISBN 978-1-63081-027-6.</p> <p>[4.] M. Gobbi, A. Sattar, R. Palazzetti, and G. Mastinu, “Traction motors for electric vehicles: Maximization of mechanical efficiency—A review,” <i>Applied Energy</i>, vol. 357, Art. no. 122496, 2024, doi: 10.1016/j.apenergy.2023.122496.</p> <p>[5.] E.-D. Lupu and Ș.-L. Tabacu, “System-Level Comparative Assessment of PMSM Rotor Topologies in Battery Electric Vehicles Under the WLTP Driving Cycle,” <i>Vehicles</i>, vol. 8, no. 3, Art. no. 66, 2026, doi: 10.3390/vehicles8030066.</p> <p>[6.] Robert Bosch GmbH, <i>Automotive Handbook</i>, 11th ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2022, ISBN 978-1-119-91190-6.</p> <p>[7.] Documentație tehnică OEM și Tier 1 pentru autovehicule electrice și hibride și componentele sistemelor de propulsie: specificații tehnice, manuale, fișe de produs, scheme funcționale și date de performanță furnizate de producători.</p> <p>[8.] ISO 6469-3:2021, <i>Electrically propelled road vehicles — Safety specifications — Part 3: Electrical safety</i>. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 2021.</p> <p>[9.] IEC 61851-1:2017, <i>Electric vehicle conductive charging system — Part 1: General requirements</i>. Geneva, Switzerland: International Electrotechnical Commission, 2017.</p> <p>[10.] ISO 15118-20:2022, <i>Road vehicles — Vehicle to grid communication interface — Part 20: 2nd generation network layer and application layer requirements</i>. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 2022.</p>				

10. Evaluare

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere
Evaluare finală	<p>Cunoașterea și înțelegerea principiilor de funcționare și a arhitecturilor sistemelor de propulsie electrică și hibridă. Capacitatea de analiză și comparare a soluțiilor BEV, MHEV, HEV, PHEV și FCEV.</p> <p>Capacitatea de corelare a cerințelor de tracțiune cu caracteristicile bateriei, mașinii electrice, electronicii de putere și transmisiei.</p> <p>Capacitatea de analiză a fluxurilor energetice, a performanțelor sistemului de propulsie și a procesului de recuperare a energiei.</p>	Evaluare sumativă – examen programat: probă finală orală, cu acordarea unui timp de pregătire a răspunsurilor la subiectele de examen.	40%
Evaluare pe parcurs	<p><i>Curs:</i> Însușirea progresivă a conceptelor și principiilor teoretice. Utilizarea corectă a terminologiei de specialitate. Aplicarea relațiilor și modelelor în rezolvarea problemelor specifice tracțiunii electrice și hibride. Capacitatea de analiză, interpretare și comparare a soluțiilor tehnice și argumentarea răspunsurilor.</p>	Două teste de evaluare pe parcurs, susținute în scris și/sau prin intermediul platformei educaționale, din conținuturile teoretice parcurse.	20%
	<p><i>Laborator:</i> Identificarea și analiza componentelor și arhitecturilor sistemelor de propulsie electrificate.</p> <p>Capacitatea de analiza a parametrilor bateriei și a caracteristicilor mașinilor electrice de tracțiune. Interpretarea caracteristicilor cuplu–viteză, putere–viteză și</p>	Evaluare continuă a activității de laborator, pe baza realizării lucrărilor, prelucrării și interpretării rezultatelor, rezolvării sarcinilor practice și a referatelor/temelor aferente.	25%

	<p>a hărților de randament.</p> <p>Capacitatea de analiză și interpretare a datelor experimentale și/sau rezultate din simulare. Evaluarea fluxurilor energetice și a frânării regenerative.</p> <p>Capacitatea de utilizarea adecvată a documentației tehnice/OEM și argumentarea concluziilor tehnice.</p>	Evaluare practică individuală și/sau studiu de caz integrator privind analiza unui sistem de propulsie electricizat.	15%
--	--	--	-----

Standard minim de performanță
<p>Standarde minime de performanță pentru evaluarea finală</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifică și descrie principalele tipuri de autovehicule electrice și hibride și componentele fundamentale ale sistemelor de propulsie. • Identifică principalele arhitecturi de propulsie electrică și hibridă și explică, la nivel fundamental, fluxurile de putere și energie specifice acestora. • Explică principiul de funcționare și rolul principalelor componente ale sistemului de propulsie: mașina electrică de tracțiune, convertorul electronic de putere, sistemul de stocare a energiei și transmisia. • Corelează, la nivel fundamental, cerințele de tracțiune cu caracteristicile principalelor componente ale sistemului de propulsie și interpretează influența acestora asupra performanțelor energetice ale autovehiculului. <p>Standard minim de performanță pentru evaluarea la activitatea pe parcurs</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizează corect terminologia fundamentală specifică sistemelor de propulsie electrică și hibridă. • Aplică relațiile și modelele fundamentale pentru determinarea unor mărimi caracteristice sistemului de propulsie, precum forța de tracțiune, momentul, puterea, energia, consumul energetic și autonomia. • Analizează și compară, la nivel de bază, soluții de propulsie electrică și hibridă, pe baza caracteristicilor funcționale și energetice principale. • Identifică principalele componente ale sistemului de propulsie electrică sau hibridă și precizează rolul funcțional al acestora. • Determină și interpretează parametri și caracteristicile funcționale de bază, inclusiv caracteristicile cuplu-viteză, putere-viteză și hărțile de randament. • Prelucreează și interpretează date experimentale și/sau rezultate din simulare și formulează concluzii tehnice coerente. • Analizează, la nivel de bază, fluxurile energetice și procesul de recuperare a energiei într-un sistem de propulsie electricizat. • Realizează o activitate experimentală de bază, utilizând corect standurile, echipamentele și documentația tehnică disponibilă și respectând cerințele de securitate

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