

**FIȘA DISCIPLINEI**
**1. Date despre program**

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

**2. Date despre disciplină**

Denumirea disciplinei		<b>TRACȚIUNE ELECTRICĂ ȘI HIBRIDĂ 2</b>			
Anul de studiu	<b>IV</b>	Semestrul	<b>7</b>	Tipul de evaluare	<b>Examen</b>
Regimul disciplinei	Categorია formativă a disciplinei DF - fundamentală, DS - de specializare, DC – complementară				<b>DS</b>
	Categorია de opționalitate a disciplinei: DOB – obligatorie(DI), DOP – opțională(DO), DFA - facultativă				<b>DOP</b>

**3. Timpul total estimat (ore alocate activităților didactice)**

I a) Număr de ore pe săptămână	3	Curs	2	Seminar	Laborator/ Lucrări practice	1	Proiect	
I b) Totalul de ore pe semestru din planul de învățământ	42	Curs	28	Seminar	Laborator/ Lucrări practice	14	Proiect	

Distribuția fondului de timp pe semestru	ore
II.a) Studiu individual	30
II.b) Tutoriat (pentru ID)	-
III. Examinări	3
IV. Alte activități (precizați):	

Total ore studiu individual (II.a+II.b+III)	33
Total ore pe semestru (I.b+II.a+II.b+III+IV)	75
Numărul de credite	3

**4. Competențe specifice acumulate**

Competențe profesionale/generale	<b>CP.1</b> Construcția automobilelor <b>CP.10</b> Controlează performanța autovehiculului <b>CP.23</b> Dezvolta soluții inovatoare de mobilitate
Competențe transversale	<b>CT.5.</b> Demonstrează abilități de rezolvare a problemelor

**5. Rezultatele învățării**

Cunoștințe	Aptitudini	Responsabilitate și autonomie
<p>La finalul disciplinei, studentul este capabil să:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>explice principiile de modelare energetică și dinamică aplicate autovehiculelor electrice și hibride;</li> <li>descrie metodele de dimensionare a componentelor principale ale sistemelor de propulsie electrică, inclusiv motorul electric, transmisia, sistemele de stocare a energiei, electronica de putere și subsistemele FCEV;</li> <li>explice strategiile moderne de management energetic și control aplicate sistemelor de propulsie electrică;</li> <li>descrie principiile managementului termic aplicat bateriilor, motoarelor electrice, electronicii de putere și sistemelor cu pilă de combustie;</li> <li>explice funcțiile avansate ale sistemelor de management al bateriei și metodele de estimare a parametrilor operaționali ai bateriei;</li> </ul>	<p>La finalul disciplinei, studentul este capabil să:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>analizeze performanțele energetice și dinamice ale autovehiculelor electrificate utilizând modele ingineresti adecvate;</li> <li>dimensioneze preliminar componentele principale ale unui sistem de propulsie electrică în funcție de cerințele de performanță și exploatare;</li> <li>compare și selecteze strategii de management energetic în funcție de arhitectura sistemului de propulsie și obiectivele de optimizare;</li> <li>evalueze impactul managementului termic asupra eficienței energetice, autonomiei și fiabilității sistemelor electrificate;</li> <li>analizeze performanțele și limitările sistemelor de management al bateriei și ale strategiilor de exploatare energetică;</li> </ul>	<p>La finalul disciplinei, studentul dovedește capacitatea de a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>abordeze autonom analiza tehnică a sistemelor de propulsie electrică utilizând metode ingineresti fundamentate;</li> <li>selecteze și argumenteze soluții tehnice pentru optimizarea performanțelor energetice și funcționale ale autovehiculelor electrificate;</li> <li>interpreteze critic rezultatele modelărilor și analizelor tehnice și să formuleze concluzii ingineresti argumentate;</li> <li>integreze cerințe privind eficiența energetică, fiabilitatea, siguranța și sustenabilitatea în evaluarea soluțiilor tehnologice;</li> <li>utilizeze responsabil modele, date experimentale și instrumente software în procesul de analiză și proiectare;</li> <li>colaboreze în cadrul activităților aplicative pentru evaluarea și optimizarea sistemelor de propulsie electrică;</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- descrie mecanismele de apariție a defectelor și principiile de diagnostic și protecție în sistemele electrificate;</li> <li>- explice fenomenele NVH și comportamentul vibroacustic specific sistemelor de propulsie electrificată;</li> <li>- descrie tehnologiile moderne de încărcare și integrarea energetică inteligentă a autovehiculelor electrificate;</li> <li>- explice principiile evaluării sustenabilității și ale ciclului de viață aplicate sistemelor de propulsie electrificată;</li> <li>- descrie tendințele și tehnologiile emergente din domeniul propulsiei electrificate auto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• identifice și interpreteze defecte funcționale în sistemele electrificate și să propună măsuri de protecție și mitigare;</li> <li>• evalueze influența fenomenelor vibroacustice asupra performanțelor funcționale și confortului autovehiculului;</li> <li>• analizeze procesele de încărcare și integrarea energetică a vehiculului în infrastructuri inteligente;</li> <li>• interpreteze comparativ indicatori de sustenabilitate și impact de mediu pentru diferite arhitecturi de propulsie electrificată;</li> <li>• utilizeze instrumente de modelare, simulare și analiză pentru evaluarea sistemelor de propulsie electrificată.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• își asume responsabilitatea profesională pentru alegerea și justificarea soluțiilor tehnice în contextul mobilității electrificate moderne.</li> </ul>
---	--	---

#### 6. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

Obiectivul general al disciplinei	Obiectivul general al disciplinei constă în aprofundarea cunoștințelor și dezvoltarea competențelor privind analiza, modelarea, dimensionarea și optimizarea sistemelor moderne de propulsie electrică și hibridă, prin evaluarea performanțelor energetice, funcționale și de sustenabilitate ale autovehiculelor electrificate.
-----------------------------------	---

#### 7. Conținutul predării și învățării

Curs – scop : modelare, proiectare, control și optimizarea sistemelor de propulsie electrificată	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Modelarea energetică și performanțele dinamice ale autovehiculelor electrificate 1.1. Recapitulare cerințe de tracțiune 1.2. Modele longitudinale forward/backward 1.3. Flux energetic în BEV/HEV/PHEV/FCEV 1.4. Influența parametrilor autovehiculului asupra consumului 1.5. Autonomie și consum energetic	2h		
2. Dimensionarea sistemelor de propulsie electrificată 2.1. Cerințe funcționale și specificații de proiectare 2.2. Dimensionarea motorului electric de tracțiune 2.3. Alegerea transmisiei și a raportului de reducere 2.4. Dimensionarea bateriei de tracțiune 2.5. Dimensionarea inverterului și a convertizoarelor 2.6. Dimensionarea sistemelor FCEV	2h		
3. Strategii de management energetic și control în autovehicule electrificate 3.1. Concepte fundamentale de management energetic 3.2. Strategii specifice pentru autovehicule hibride - Strategia Charge Sustaining (CS) - Strategia Charge Depleting (CD) - Strategii de distribuție a puterii (Power Split) - Strategii de distribuție a cuplului (Torque Split) - Strategii Start–Stop pentru motorul termic 3.3. Strategii de control bazate pe reguli (Rule-Based Control) 3.4. Strategii de control bazate pe logică fuzzy 3.5. Strategii de management energetic bazate pe minimizarea consumului echivalent- ECMS 3.6. Control predictiv aplicat autovehiculelor electrificate 3.7. Introducere în controlul predictiv bazat pe model – MPC 3.8. Strategii de eco-driving și optimizarea stilului de conducere 3.9. Analiză comparativă a strategiilor de control energetic	4 h	- expunere interactivă; - prelegere asistată de suport multimedia și exemple tehnice; - studiu de caz;	
4. Management termic al sistemelor de propulsie electrificată 4.1. Principii generale ale managementului termic 4.2. Managementul termic al bateriei de tracțiune 4.3. Fenomenul de thermal runaway și siguranța termică 4.4. Managementul termic al motorului electric de tracțiune 4.5. Managementul termic al inverterului 4.6. Managementul termic al sistemelor FCEV 4.7. Impactul managementului termic asupra performanțelor energetice 4.8. Impactul sistemelor HVAC asupra autonomiei	4h		
5. Sisteme avansate de management al bateriei (Battery Management Systems – BMS) 5.1. Rolul și arhitectura sistemelor BMS 5.2. Modelarea bateriei pentru management și control	4h		

5.3. Estimarea stării de încărcare (SOC) 5.4. Estimarea stării de sănătate (SOH) 5.5. Estimarea puterii disponibile (SOP) 5.6. Echilibrarea celulelor (Cell Balancing) 5.7. Diagnosticarea defectelor bateriei 5.8. Îmbătrânirea și degradarea bateriilor 5.9. Impactul încărcării rapide asupra bateriei 5.10. Integrarea BMS în sistemul energetic			
6. Diagnostic, siguranță funcțională și toleranță la defecte 6.1. Diagnosticarea defectelor în sistemele electrificate: defecte inverter; open phase; scurtcircuit; defecte senzori; demagnetizare; defecte BMS. 6.2. Defecte ale sistemelor HV: izolație; contactori; HVIL; pre-charge. 6.3. Siguranță funcțională:concepte ISO 26262; fault tolerant operation; safe state; derating. 6.4. Protecția termică și electrică: supracurent; supratensiune; temperaturi critice.	2h		
7. NVH și comportamentul vibroacustic al sistemelor de propulsie electrificate 7.1. Introducere în NVH pentru autovehicule electrificate 7.2. Surse electromagnetice de zgomot și vibrații 7.3. Ondulațiile de cuplu (Torque Ripple) și efectele vibroacustice 7.4. Comportamentul vibroacustic al electronicii de putere 7.5 Surse mecanice de zgomot și vibrații 7.6. Vibrații structurale și transmiterea zgomotului 7.7. Percepția acustică și confortul pasagerilor 7.8. Metode de reducere și control al NVH	4h		
8. Încărcare avansată și integrare energetică inteligentă 8.1. Încărcare rapidă și ultra-rapidă 8.2. Wireless charging 8.3. Megawatt charging 8.4. Smart charging 8.5. V2G / V2H / V2L 8.6. Integrarea în rețele inteligente	2h		
9. Evaluarea ciclului de viață (LCA) și sustenabilitatea sistemelor de propulsie electrificată 9.1. Metodologia evaluării ciclului de viață autovehiculelor electrificate 9.2. Amprenta de carbon a autovehiculelor electrificate 9.3. Impactul producției bateriilor de tracțiune 9.4. Materii prime critice și sustenabilitatea lanțului de aprovizionare 9.5. Reciclarea și managementul sfârșitului ciclului de viață 9.6. Analiză comparativă a sustenabilității sistemelor de propulsie electrificate BEV vs HEV vs PHEV vs FCEV 9.8. Perspective privind sustenabilitatea mobilității electrificate	2h		
10. Tendințe și tehnologii emergente în sistemele moderne de propulsie electrificată 10.1. Evoluția arhitecturilor moderne de propulsie electrificată 10.2. Platforme dedicate pentru vehicule electrificate 10.3. Tehnologii emergente de stocare a energiei 10.4. Electronica de putere de nouă generație 10.5. Integrarea vehiculului în ecosistemul energetic inteligent 10.6. Arhitecturi electrice și electronice emergente 10.7. Vehicule definite prin software (Software-Defined Vehicles)	2h		
Bibliografie minimală recomandată			
[1] note de curs – disponibile pe pagina didactică [2] Denton, T., <i>Electric and hybrid vehicles</i> , Routledge, 2020 [3] <a href="#">John G. Hayes</a> , <a href="#">G. Abas Goodarzi</a> <i>Electric Powertrain: Energy Systems, Power Electronics and Drives for Hybrid, Electric and Fuel Cell Vehicles</i> ISBN 9781119063667, 2018, 560 Pages [4] <a href="#">Mehrdad Ehsani</a> , <a href="#">Yimin Gao</a> , <a href="#">Ali Emadi</a> <i>Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design</i> , Second Edition, ISBN 9781420054002, 557 pagini [5] K Wang Hee Nam: <i>AC Motor Control &amp; Electrical Vehicle Application</i> , CR Press, Taylor & Francis Group, 2019 [6] Denton, T., <i>Electric and Hybrid Vehicles</i> , Routledge, 2020 [7] Husain, I., <i>Electric and Hybrid Vehicles: Design Fundamentals</i> , CRC Press			

Aplicații (seminar / <b>laborator</b> / <b>lucrări practice</b> / proiect)	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. NTSPM, PSI și prezentarea mediului software și a	1h	Expunere interactivă,	Familiarizarea cu regulile de

infrastructurii experimentale		demonstrație practică, discuție dirijată	securitate, infrastructura experimentală și mediile software utilizate
2. Dimensionarea preliminară a sistemului de propulsie electrică		Studiu de caz, exercițiu aplicativ, analiză comparativă, lucru asistat pe calculator	Dimensionarea preliminară a motorului electric, bateriei, inverterului și transmisiei pe baza cerințelor de performanță
3. Modelarea și simularea frânării regenerative și evaluarea energiei recuperate	2h	Modelare și simulare numerică, învățare prin descoperire, lucru asistat pe calculator	Analiza recuperării energetice în diferite cicluri de conducere și condiții de exploatare
4. Analiza avansată a Battery Management System și estimarea parametrilor SOC/SOH/SOP	2h	Modelare și simulare numerică, exercițiu aplicativ, interpretare de rezultate	Estimarea parametrilor de stare ai bateriei și evaluarea impactului asupra performanțelor energetice
5. Modelarea și simularea unui autovehicul HEV paralel P2 utilizând strategii ECMS 48 V	2h	Modelare și simulare numerică, învățare prin descoperire, lucru asistat pe calculator.	Utilizare MATLAB/Simulink sau echivalent; analiză a fluxurilor de energie și variației SOC.
6. Diagnosticarea defectelor și analiza toleranței la defecte în sistemele electrificate	2h	Exercițiu aplicativ, analiză comparativă, rezolvare de probleme, gândire critică.	Simularea defectelor funcționale (open phase, defecte senzori, defecte inverter, defecte HV) și evaluarea strategiilor de protecție
7. Modelarea evaluării ciclului de viață (LCA) a sistemelor de propulsie electrică utilizând openLCA	2h	Experiment virtual, simulare software, interpretare de date.	Analiza impactului de mediu și compararea arhitecturilor electrificate pe baza indicatorilor LCA
Bibliografie minimală recomandată			
[1] Fișe de laborator disponibile pe platforma didactică [2] Fișe tehnice OEM și documentație tehnică de produs [3] Denton, T., <i>Electric and Hybrid Vehicles</i> , Routledge, 2020 [4] Husain, I., <i>Electric and Hybrid Vehicles: Design Fundamentals</i> , CRC Press [5] openLCA Documentation / materiale didactice aferente aplicației			

## 8. Evaluare

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere din nota finală
Curs	Capacitatea de defini și compara performanțe-cheie (eficiență, autonomie, putere specifică, timp de încărcare) pentru BEV vs. hibride.	<i>evaluare continuă</i> : 2 teste scrise anunțate pe parcursul semestrului	10%
	Capacitatea de a clasifica vehiculele după nivelul de hibridizare (MHEV, HEV, PHEV) și descrie fluxurile de energie. Capacitatea de a desena diagrame de configurare (serie, paralel, power-split, P0...P4) și trasa rutele de putere ICE-EM	<i>evaluare sumativă</i> : examen programat - proba finală scrisă și orală, constă în realizarea și prezentarea de răspunsuri la întrebările de pe biletul de examen	40%
Seminar			
Laborator/ Lucrări practice	Capacitatea de a recunoaște componentele de baza a autovehiculelor electrice și hibride	<i>evaluare continuă</i> : realizare referate de laborator, mod finalizare teme practice la laborator	20%
	Capacitatea de a identifica tipologii tehnice și comerciale de HEV, MHEV, PHEV, FCEV Capacitatea de utilizare adecvată a tehnicilor de investigare și cunoașterea procedurilor de determinare a indicatorilor de performanță ai HEV, FCEV Asimilarea de competențe de evaluare prin integrarea rezultatelor obținute în lucrările de laborator, prin analiza comparativă a celor patru arhitecturi principale de propulsie electrică utilizate în autovehiculele moderne	<i>evaluare sumativă</i> : tema de evaluare sumativă cu titlu: <i>Studiu comparativ de performanță și eficiență energetică pentru sisteme de propulsie electrică (MHEV, HEV, PHEV, FCEV)</i> pentu	30%
Proiect			

Fișa disciplinei include, dacă este cazul, elemente adaptate persoanelor cu dizabilități, în funcție de tipul și gradul acestora.

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
<b>Data avizării</b>	<b>Grad didactic, nume, prenume, semnătura responsabilului de program</b>	
25.09.2025	șef lucrări dr. ing. Elena-Daniela LUPU	
<b>Data avizării în departament</b>	<b>Grad didactic, nume, prenume, semnătura directorului de departament</b>	
25.09.2025	conf. univ. dr. ing. Daniela IRIMIA	
<b>Data aprobării în consiliul facultății</b>	<b>Grad didactic, nume, prenume, semnătura decanului</b>	
26.09.2025	Prof. dr. ing. Laurentiu- Dan MILICI	