

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	Echipamente și sisteme de comandă și control pentru autovehicule

2. Date despre disciplină

Denumirea disciplinei		TRACȚIUNE ELECTRICĂ ȘI HIBRIDĂ 2			
Anul de studiu	IV	Semestrul	8	Tipul de evaluare	Examen
Regimul disciplinei	Categorizația formativă a disciplinei DF - fundamentală, DS - de specializare, DC – complementară				DS
	Categorizația de opționalitate a disciplinei: DOB – obligatorie(DI), DOP – opțională(DO), DFA - facultativă				DO

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	CP.4 Aplicarea cunoștințelor conceptelor și metodelor de bază cu privire la sistemele electrice, electronice și IT utilizate la autovehicule rutiere CP.5 Proiectarea și aplicarea tehnologiilor de mentenanță pentru autovehicule rutiere
Competențe transversale	

5. Rezultatele învățării

Cunoștințe	Aptitudini	Responsabilitate și autonomie
La finalul disciplinei, studentul este capabil să: • Descrie principiile generale de funcționare ale autovehiculelor electrice și hibride și explice diferențele dintre BEV, HEV, PHEV, MHEV și FCEV. • Clasifice arhitecturile hibride în funcție de topologie (serie, paralel, power-split, P0–P4) și explice fluxurile energetice specifice fiecăreia. • Explice criteriile de selecție ale arhitecturilor hibride în raport cu aplicația, performanțele dorite și cerințele de eficiență. • Descrie structura lanțului cinematic hibrid și explice modul de combinare și rutare a puterii între motorul termic și motorul(e) electric(e). • Definiască modulele principale de funcționare (EV Mode, Hybrid Mode, Charge-Sustaining, Charge-Depleting) și explice strategiile de comutare între acestea. • Explice principiile de coordonare a sistemelor de frânare și descrie integrarea frânei regenerative cu frâna hidrolică.	La finalul disciplinei, studentul este capabil să: • Analizeze și compare performanțele diverselor tipuri de propulsii (BEV, HEV, PHEV, FCEV). • Identifice și descrie funcțional componentele unui lanț cinematic hibrid și să elaboreze diagrame de rutare a puterii. • Aplice criteriile de selecție pentru alegerea arhitecturii hibride optime în funcție de cerințele de utilizare. • Modeleze conceptual fluxurile energetice și să interpreteze curbe de performanță (cuplu-viteză, SOC, consum, randament). • Proiecteze la nivel conceptual strategii de comutare și control energetic între ICE–EM–baterie. • Integreze frâna regenerativă cu frâna hidrolică, luând în considerare cerințele sistemelor de siguranță activă.	La finalul disciplinei, studentul dovedește capacitatea de a: • Selecta și justifica soluții tehnologice pentru o aplicație concretă de propulsie hibridă sau electrică. • Evalua impactul deciziilor de proiectare asupra eficienței energetice, emisiilor și sustenabilității. • Colabora interdisciplinar în echipe de proiectare, testare sau management al energiei în vehicule electrice/hibride. • Gestiona date tehnice și informații complexe privind EMS, arhitecturi hibride sau FCEV cu un grad ridicat de autonomie. • Manifesta responsabilitate profesională în aplicarea standardelor de siguranță electrică și hidrogen. • Propune soluții inovative pentru îmbunătățirea performanței sistemelor hibride sau dezvoltarea de arhitecturi emergente.

• Explice rolul, obiectivele și principiile de funcționare ale sistemului de management energetic (EMS). • Descrie sursele de stocare și furnizare a energiei (baterii, supercapacitori, pile de combustie) și explice procesele de conversie a puterii și interfețele DC. • Explice strategiile de control și optimizare energetică în sistemele hibride, inclusiv distribuția puterii, funcționarea tranzitorie și controlul „energy split”. • Identifice tendințele și tehnologiile emergente (range extender, e-axe, V2G, FCHV) și explice perspectivele dezvoltării platformelor modulare dedicate. • Explice cerințele de siguranță și standardele asociate sistemelor FCEV și descrie infrastructura de alimentare cu hidrogen.	• Simuleze și evalueze (la nivel simplificat) performanța EMS în diferite condiții de conducere. • Analizeze și optimizeze strategii de distribuție a puterii și de funcționare tranzitorie (start ICE, EV↔Hybrid). • Evalueze eficiența globală a sistemelor hibride și FCEV, ținând cont de conversii, pierderi și recuperări energetice. • Utilizeze instrumente software sau modele teoretice pentru estimarea performanțelor energetice și a emisiilor.	• Continua dezvoltarea profesională în domeniul mobilității electrice, urmărind tendințele tehnologice (smart grids, V2X, FCEV).
--	---	--

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

Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea cunoștințelor, competențelor și abilităților necesare pentru înțelegerea, analiza și proiectarea sistemelor de propulsie electrice și hibride, prin studierea arhitecturilor, criteriilor de integrare, strategiilor de management energetic și a tehnologiilor emergente asociate cu autovehiculele electrice pe baterie (BEV), hibride (HEV, PHEV, MHEV) și cu pilă de combustie (FCEV).
-----------------------------------	--

7. Conținutul predării și învățării

Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Generalități privind performanțele autovehiculele electrice și hibride. Particularitățile autovehicule electrice pe baterie (BEV)	2h		
2. Clasificare și descriere funcțională a arhitecturilor hibride • MHEV • HEV • PHEV	4h		
3. Criterii de selecție a arhitecturilor hibride	2h		
4. Integrarea lanțului cinematic hybrid 4.1 Structura și routarea puterii • Configurarea lanțului cinematic hibrid: combinarea surselor de energie – motor termic (ICE) și motor(e) electric(e) (EM) • Routarea puterii în funcție de arhitectura sistemului • Elemente de interfață mecanică: ambreiaje unidirecționale sau multidisc, reductoare planetare, diferențiale și sisteme de decuplare automată a ICE în mod EV. 4.2. Strategii de comutare a modurilor de funcționare • Moduri principale de funcționare: EV Mode, Hybrid Mode, Charge-Sustaining (CS), Charge-Depleting (CD) • Strategii de comutare: • Management energetic 4.3. Coordonarea sistemelor de frânare • Integrarea frânei regenerativă cu frâna hidraulică (<i>brake blending</i>): • Coordonarea cu sistemele de siguranță activă.	4h		
5. Management energetic (Energy Management System – EMS) 5.1. Rol și principii generale 5.2. Strategii de control energetic 5.3. Obiectivele EMS 5.4. Constrângeri și condiții de funcționare 5.5 Evaluare și validare a performanței EMS	4h		
6. Surse de energie și conversie pentru sisteme hibride 6.1 Surse de stocare / furnizare a puterii 6.2 Conversie de putere și interfețe DC	4h		
7. Strategii de control și optimizare energetică în sistemele hibride • Strategii de distribuție a puterii între surse (ICE – EM – baterie) în funcție de cererea de cuplu și de SOC. • Funcționarea în regimuri tranzitorii: pornire ICE, trecerea EV↔Hybrid, regenerare. • Optimizarea consumului prin strategii <i>eco-driving</i>, <i>eco-mode</i> și <i>predictive control</i>. • Exemplu de implementare: control „energy split”	2h		
Tendințe și tehnologii emergente în propulsia hibridă	2h		

- Tehnologii emergente: range extender, axă electrică spate (P4 e-axle), hibridizare cu celule de combustie (FCHV). - Integrarea cu infrastructura inteligentă: <i>Vehicle-to-Grid (V2G)</i>, <i>Vehicle-to-Home (V2H)</i>. - Perspective: arhitecturi modulare, platforme dedicate (eMP2, e-GMP, TNGA).			
Autovehicule electrice cu pilă de combustie (FCEV – Fuel Cell Electric Vehicles) - Introducere și principii de funcționare - Principiul de funcționare al pilei de combustie - Componentele sistemului FCEV - Management energetic și control (FCS – Fuel Cell System) - Eficiență și performanță - Siguranță și standarde - Infrastructura de alimentare cu hidrogen - Exemple de implementare comercială - Direcții de dezvoltare și inovație	4h		
Bibliografie minimală recomandată			
[1] note de curs – disponibile pe pagina didactică [2] Denton, T., <i>Electric and hybrid vehicles</i> , Routledge, 2020 [3] John G. Hayes , G. Abas Goodarzi <i>Electric Powertrain: Energy Systems, Power Electronics and Drives for Hybrid, Electric and Fuel Cell Vehicles</i> ISBN 9781119063667, 2018, 560 Pages [4] Mehrdad Ehsani , Yimin Gao , Ali Emadi <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 & Electrical Vehicle Application</i> , CR Press, Taylor & Francis Group, 2019			

Aplicații (seminar / laborator / lucrări practice / proiect)	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. NTSPM și PSI. Măsuri de securitate privind autovehiculele electrice. Prezentarea echipamentelor de laborator	2h	Expunere interactivă, demonstrație practică, discuție dirijată.	
2. Analiza comparativă a performanțelor autovehiculelor hibride din fișe OEM	2h	Studiu de caz, analiză comparativă, lucru în echipă	Utilizarea fișelor tehnice oficiale (MHEV, HEV, PHEV); sinteză tabelară a indicatorilor energetici și dinamici
3. Modelarea și simularea unui autovehicul MHEV -BSG 12/48 V – P0	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.
4. Evaluarea multicriterială a unei arhitecturi MHEV 48 V	2h	Exercițiu aplicativ, gândire critică, metodă comparativă.	Analiză decizională (criterii: cost, masă, complexitate, eficiență, NVH)
5. Modelarea și simularea model P2 parallel HEV și ECMS	2h	Experiment virtual, simulare software, interpretare de date.	Analiza fluxurilor de energie, randamente și emisii CO ₂ pe cicluri WLTP.
6. Simularea unui autovehicul PHEV	2h	Modelare numerică, rezolvare de problemă, învățare colaborativă	Utilizarea ADVISOR / Simulink; compararea consumurilor echivalente (l/100 km + kWh/100 km)
7. Analiza comparativă a performanțelor autovehiculelor FCEV comerciale din fișe OEM	2h	Studiu de caz, analiză tehnică, prezentare orală	Identificarea parametrilor principali (putere FC, capacitate H ₂ , autonomie, randament global)
Bibliografie minimală recomandată			
[1] fișe de laborator – disponibile pe pagina didactică [2] fișe tehnice OEM [3] Denton, T., <i>Electric and hybrid vehicles</i> , Routledge, 2020			

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: colocviu programat</i> - 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 bază a autovehiculelor electrice și hibride 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 electrificată utilizate în autovehiculele moderne	<i>evaluare continuă</i> : realizare referate de laborator, mod finalizare teme practice la laborator	20%
		<i>evaluare sumativă</i> : tema de evaluare sumativă cu titlu: <i>Studiu comparativ de performanță și eficiență energetică pentru sisteme de propulsie electrificată (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

Data avizării	Grad didactic, nume, prenume, semnătura responsabilului de program
25.09.2025	șef lucrări dr. ing. Elena-Daniela LUPU

Data avizării în departament	Grad didactic, nume, prenume, semnătura directorului de departament
25.09.2025	conf. univ. dr. ing. Daniela IRIMIA

Data aprobării în consiliul facultății	Grad didactic, nume, prenume, semnătura decanului
26.09.2025	Prof. dr. ing. Laurentiu- Dan MILICI