

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	Managementul energiei în autovehiculele electrice				
Titularul activităților de curs	șef lucrări dr. ing. Elena-Daniela LUPU				
Titularul activităților aplicative	șef lucrări dr. ing. Elena-Daniela LUPU				
Anul de studiu	IV	Semestrul	7	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				DOP

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	31
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. Precondiții (acolo unde este cazul)

Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> Cunoștințe fundamentale privind dinamica autovehiculelor, mașinile electrice, electronica de putere, sistemele de stocare a energiei, sistemele de comandă și control și principiile de funcționare ale sistemelor de propulsie electrică și hibridă.
Competențe	<ul style="list-style-type: none"> Capacitatea de analiză a cerințelor de tracțiune și a fluxurilor energetice, de interpretare a caracteristicilor funcționale ale motoarelor electrice, invertoarelor și bateriilor, de aplicare a relațiilor de calcul pentru determinarea consumului energetic și autonomiei autovehiculelor, precum și de utilizare a instrumentelor informatice pentru prelucrarea datelor, modelare și simulare.

5. Condiții (acolo unde este cazul)

Desfășurare a cursului	<ul style="list-style-type: none"> Sală de curs dotată cu calculator, videoproiector, conexiune la internet și suporturi didactice electronice, necesare prezentării și analizei modelelor energetice, fluxurilor de energie, strategiilor de management energetic, sistemelor de stocare a energiei și tehnologiilor de optimizare a consumului și autonomiei autovehiculelor electrice.
Desfășurare aplicații	Laborator <ul style="list-style-type: none"> Laborator dotat cu calculatoare și aplicații software de modelare, simulare și analiză numerică (MATLAB/Simulink sau echivalent), modele energetice ale autovehiculelor electrice, date și cicluri de conducere reprezentative, precum

		și documentație tehnică privind sistemele de propulsie, bateriile de tracțiune și infrastructura de încărcare. Respectarea normelor de securitate și sănătate în muncă și a instrucțiunilor specifice activităților practice.
--	--	---

6. Competențe specifice acumulate

Competențe transversale	CT.2 Își asumă responsabilitatea
Competențe profesionale	CP.9 Descrie sistemul electric de acționare CP.10 Evaluează amprenta ecologică a vehiculului CP.14 Compară vehicule alternative CP.16 Concepe strategii de operare hibride CP.20 Evaluează grupul motopropulsor

7. Rezultatele învățării

Cunoștințe	Aptitudini	Responsabilitate și autonomie
<p>La finalul disciplinei, studentul este capabil să:</p> <ul style="list-style-type: none"> • explice principiile fundamentale ale managementului energiei în autovehiculele electrice și electrificate; • descrie fluxurile energetice specifice sistemelor de propulsie electrificată și interacțiunea dintre sursele, convertoarele și consumatorii energetici; • explice modelele energetice utilizate pentru evaluarea consumului energetic și estimarea autonomiei autovehiculelor electrice; • descrie caracteristicile funcționale și limitările sistemelor de stocare a energiei utilizate în tracțiunea electrică; • explice funcțiile și arhitectura sistemelor de management al bateriei (BMS), precum și metodele de estimare a parametrilor de stare ai bateriei (SOC, SOH, SOP); • descrie strategiile de management energetic aplicate autovehiculelor electrice și principiile de control asociate optimizării consumului energetic; • explice mecanismele de recuperare a energiei prin frânare regenerativă și factorii care influențează eficiența acestora; • descrie impactul consumatorilor auxiliari, al managementului termic și al procesului de încărcare asupra performanțelor energetice ale autovehiculului electric; • explice principiile integrării energetice a autovehiculului electric în infrastructuri inteligente; • descrie indicatorii de performanță energetică și principiile evaluării sustenabilității mobilității electrice. 	<p>La finalul disciplinei, studentul este capabil să:</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizeze bilanțul energetic al unui autovehicul electric în diferite condiții de exploatare; • utilizeze modele energetice pentru simularea consumului energetic și estimarea autonomiei; • evalueze influența parametrilor constructivi și operaționali asupra performanțelor energetice ale autovehiculelor electrice; • analizeze performanțele sistemelor de stocare a energiei și impactul strategiilor de exploatare asupra eficienței energetice; • selecteze și compare strategii de management energetic în funcție de obiectivele de optimizare; • evalueze eficiența recuperării energetice prin frânare regenerativă în diferite scenarii de funcționare; • analizeze impactul sistemelor auxiliare și al managementului termic asupra autonomiei și consumului energetic; • interpreteze indicatori de performanță energetică și rezultate obținute prin simulare sau analiză comparativă; • formuleze soluții tehnice pentru optimizarea consumului energetic și creșterea autonomiei autovehiculelor electrice; • utilizeze instrumente software de analiză și simulare pentru evaluarea performanțelor energetice ale autovehiculelor electrice. 	<p>La finalul disciplinei, studentul dovedește capacitatea de a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • aborda autonom analiza performanțelor energetice ale autovehiculelor electrice utilizând metode ingineresti adecvate; • selecteze și justifice soluții de management energetic în funcție de cerințele funcționale și constrângerile sistemului; • interpreteze critic rezultatele analizelor energetice și să formuleze concluzii tehnice argumentate; • integreze considerente privind eficiența energetică, autonomia și sustenabilitatea în procesul de evaluare tehnică a autovehiculelor electrice; • utilizeze responsabil date tehnice, modele și instrumente de simulare în evaluarea performanțelor energetice; • colaboreze în cadrul activităților aplicative pentru analiza și optimizarea energetică a sistemelor de propulsie electrică; • își asume responsabilitatea pentru alegerea și argumentarea strategiilor tehnice de optimizare energetică în aplicații specifice mobilității electrice.

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

Obiectivul general al disciplinei	Obiectivul general al disciplinei constă în dezvoltarea capacității studenților de a
-----------------------------------	--

	analiza, modela și optimizează fluxurile energetice ale autovehiculelor electrice, prin evaluarea interacțiunii dintre sistemul de propulsie, sistemul de stocare a energiei, consumatorii auxiliari și infrastructura de încărcare, precum și prin aplicarea strategiilor de management energetic în vederea reducerii consumului de energie, creșterii autonomiei și îmbunătățirii eficienței energetice în diferite condiții de exploatare.
--	--

9. Conținutul predării și învățării

Curs – scop : gestionarea, optimizarea și controlul fluxurilor energetice în autovehiculele electrice	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Fundamentele managementului energiei în autovehiculele electrice 1.1. Noțiuni fundamentale privind energia și puterea în sistemele de propulsie electrică 1.2. Bilanțul energetic al autovehiculului electric 1.3. Surse și consumatori energetici în vehicule electrificate 1.4. Obiectivele managementului energetic 1.5. Indicatori de performanță energetică	2h	– expunere interactivă; – prelegere asistată de suport multimedia și exemple tehnice; – studiu de caz; – analiză comparativă a strategiilor de management energetic; – ☐ învățare bazată pe probleme	
2. Modelarea energetică a autovehiculelor electrice 2.1. Cerințe energetice și de putere pentru tracțiune 2.2. Modelarea longitudinală a autovehiculului electric 2.3. Modele energetice backward-facing și forward-facing 2.4. Modelarea fluxurilor de energie în sistemul de propulsie 2.5. Simularea consumului energetic și estimarea autonomiei	4h		
3. Sisteme de stocare a energiei pentru autovehicule electrice 3.1. Cerințe pentru sistemele de stocare a energiei 3.2. Baterii electrochimice pentru tracțiune electrică 3.3. Supercapacitori și sisteme hibride de stocare 3.4. Caracteristici energetice și limitări operaționale 3.5. Integrarea sistemelor de stocare în arhitectura energetică a vehiculului	4 h		
4. Managementul energetic al bateriei de tracțiune 4.1. Parametri energetici ai bateriei 4.2. Starea de încărcare (SOC) 4.3. Starea de sănătate (SOH) 4.4. Puterea disponibilă (SOP) 4.5. Limitări energetice și operaționale ale bateriei 4.6. Strategii de exploatare energetică optimizată	2h		
5. Sisteme de management al bateriei (Battery Management Systems – BMS) 5.1. Rolul și funcțiile sistemelor BMS 5.2. Arhitecturi BMS 5.3. Monitorizarea parametrilor electrici și termici 5.4. Echilibrarea celulelor 5.5. Diagnostic și protecție 5.6. Impactul managementului bateriei asupra performanțelor energetice	2h		
6. Strategii de management energetic 6.1. Concepte fundamentale ale managementului energetic 6.2. Strategii bazate pe reguli 6.3. Strategii euristice și adaptive 6.4. Control fuzzy aplicat managementului energetic 6.5. Strategii bazate pe optimizare (ECMS) 6.6. Analiza comparativă a strategiilor de management energetic	2h		
7. Management predictiv al energiei 7.1. Principiile controlului predictiv 7.2. Predictive Energy Management Systems	2h		

7.3. Introducere în Model Predictive Control (MPC) 7.4. Optimizarea energetică dependentă de traseu și trafic 7.5. Strategii anticipative pentru creșterea autonomiei			
8. Managementul frânării regenerative 8.1. Principii de recuperare a energiei la frânare 8.2. Funcționarea motorului electric în regim generator 8.3. Brake blending și distribuția frânării 8.4. Limitări ale recuperării energetice 8.5. Strategii de optimizare a frânării regenerative	2h		
9. Managementul consumatorilor auxiliari 9.1. Consumatori auxiliari în autovehiculele electrice 9.2. Sisteme HVAC și impactul energetic 9.3. Sisteme auxiliare electrice și electronice 9.4. Strategii de reducere a consumului auxiliar 9.5. Impactul consumatorilor auxiliari asupra autonomiei	2h		
10. Management termic orientat energetic 10.1. Interacțiunea dintre managementul termic și energetic 10.2. Influența temperaturii asupra performanțelor bateriei 10.3. Management termic al bateriei și motorului 10.4. Consum energetic asociat răcirii și încălzirii 10.5. Strategii de optimizare termo-energetică	1h		
11. Managementul energetic al procesului de încărcare 11.1. Strategii de încărcare a bateriilor 11.2. Profiluri de încărcare și optimizare energetică 11.3. Încărcare rapidă și impact energetic 11.4. Smart charging 11.5. Încărcare dependentă de cost și disponibilitate energetică	1h		
12. Integrarea energetică a autovehiculului electric în infrastructura inteligentă 12.1. Flux energetic bidirecțional 12.2. Vehicle-to-Grid (V2G) 12.3. Vehicle-to-Home (V2H) 12.4. Vehicle-to-Load (V2L) 12.5. Smart grids și integrarea energetică	1h		
13. Strategii de eco-driving și optimizarea autonomiei 13.1. Influența stilului de conducere asupra consumului energetic 13.2. Strategii de eco-driving 13.3. Eco-routing și optimizarea traseului 13.4. Asistență predictivă pentru conducere eficientă energetică 13.5. Maximizarea autonomiei operaționale	1h		
14. Evaluarea performanțelor energetice și sustenabilitatea mobilității electrice 14.1. Indicatori de eficiență energetică 14.2. Analiza energetică Well-to-Wheel 14.3. Amprenta energetică a autovehiculelor electrice 14.4. Analiză comparativă a performanțelor energetice 14.5. Perspective privind sustenabilitatea energetică a mobilității electrice	2h		
Bibliografie minimală recomandată			
[1] note de curs – disponibile pe pagina didactică [2] Ehsani, M., Gao, Y., Longo, S., Ebrahimi, K., <i>Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design</i> , 3rd Edition, CRC Press, 2018. [3] Husain, I., <i>Electric and Hybrid Vehicles: Design Fundamentals</i> , 3rd Edition, CRC Press, 2021. [4] Denton, T., <i>Electric and Hybrid Vehicles</i> , 2nd Edition, Routledge, 2020 [5] G. L. Plett, <i>Battery Management Systems, Volume I: Battery Modeling</i> . Norwood, MA, USA: Artech House, 2015 [6] G. L. Plett and M. S. Trimoli, <i>Battery Management Systems, Volume III: Physics-Based Methods</i> . Norwood, MA, USA: Artech House, 2024. [7] Larminie, J., Lowry, J., <i>Electric Vehicle Technology Explained</i> , 2nd Edition, Wiley, 2012. [8] Onori, S., Serrao, L., Rizzoni, G., <i>Hybrid Electric Vehicles: Energy Management Strategies</i> , Springer, 2016			

Aplicații (seminar / laborator / lucrări practice / proiect)	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Norme de securitate și sănătate în muncă și de prevenire și stingere a incendiilor. Măsuri de securitate specifice autovehiculelor electrice. Prezentarea echipamentelor și a mediilor software utilizate în laborator	2h	Expunere interactivă, demonstrație practică, discuție dirijată.	Identificarea riscurilor asociate sistemelor de înaltă tensiune și a măsurilor de protecție
2. Modelarea consumului energetic și estimarea autonomiei unui autovehicul electric	2h	Modelare și simulare numerică, lucru asistat pe calculator	Determinarea consumului și autonomiei pe baza parametrilor autovehiculului și a unui ciclu de conducere
3. Estimarea stărilor bateriei de tracțiune și analiza influenței acestora asupra managementului energetic al autovehiculului electric	2h	Simulare, exercițiu aplicativ, interpretare de rezultate	Estimarea și analiza SOC, SOH și SOP; utilizarea MATLAB/Simulink sau a unui mediu echivalent
4. Modelarea și compararea strategiilor de management energetic pentru autovehicule electrificate	2h	Modelare și simulare numerică, studiu comparativ	Strategii bazate pe reguli, fuzzy și ECMS; analiza fluxurilor energetice
5. Simularea frânării regenerative și evaluarea influenței acesteia asupra consumului energetic și autonomiei	2h	Simulare software, analiză comparativă	Analiza energiei recuperate și a influenței strategiei de regenerare
6. Analiza energetică a procesului de încărcare a autovehiculului electric și integrarea în infrastructuri inteligente	2h	Studiu de caz, simulare software	Randamentul încărcării, profilul de putere, încărcarea inteligentă și V2G/V2H
7. Evaluarea comparativă a performanțelor energetice și a sustenabilității autovehiculelor electrice	2h	Studiu de caz, simulare și interpretarea datelor	analiză Well-to-Wheel și interpretarea indicatorilor energetici/de mediu
Bibliografie minimală recomandată			
[1] Lupu, E.-D. – <i>Managementul energetic al autovehiculelor electrice-fișe de laborator</i> , materiale didactice disponibile pe platforma didactică, Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, 2025. [2] Documentații tehnice și fișe de date OEM pentru autovehicule electrice și componente ale sistemului de propulsie electrică – caracteristici ale bateriei de tracțiune, motorului electric, sistemului de încărcare, consumului energetic și autonomiei; edițiile curente. [3] MathWorks – <i>Powertrain Blockset Documentation – Electric Vehicle Reference Applications</i> , documentație MATLAB/Simulink, versiunea curentă. [4] MathWorks – <i>Simscape Battery Documentation</i> , modelarea bateriilor, estimarea SOC și analiza sistemelor de management al bateriei, versiunea curentă. [5] UNECE – <i>UN Regulation No. 154 – Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure (WLTP)</i> , versiunea consolidată în vigoare. [6] ISO 6469 series – <i>Electrically propelled road vehicles – Safety specifications</i> , International Organization for Standardization, edițiile în vigoare. [7] ISO 15118 series – <i>Road vehicles – Vehicle to grid communication interface</i> , ISO, edițiile în vigoare. → potrivită pentru smart charging și V2G/V2X. [8] Ehsani, M.; Gao, Y.; Longo, S.; Ebrahimi, K. – <i>Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles</i> , 3rd ed., CRC Press, 2018.			

10. Evaluare

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere
Evaluare finală	<p>– cunoașterea și înțelegerea conceptelor fundamentale ale managementului energetic; capacitatea de explicare și corelare a proceselor energetice din autovehiculul electric; analiza și compararea strategiilor de management energetic; aplicarea cunoștințelor la situații concrete și argumentarea soluțiilor propuse.</p> <p>– corectitudinea tehnico-științifică a răspunsului; gradul de înțelegere și corelare a conceptelor; capacitatea de analiză și aplicare a principiilor managementului energetic în situații concrete; utilizarea corectă a terminologiei tehnice și argumentarea soluțiilor propuse.</p>	Probă finală orală, pe baza subiectelor de examen, cu acordarea unui timp de pregătire a răspunsurilor.	50%

Evaluare pe parcurs	Înșușirea și utilizarea corectă a conceptelor specifice managementului energetic; înțelegerea bilanțului și a fluxurilor energetice; capacitatea de analiză a influenței parametrilor autovehiculului și a condițiilor de exploatare asupra consumului și autonomiei; compararea și justificarea strategiilor de management energetic.	Teste/verificări pe parcurs, cu itemi teoretici și probleme/aplicații de analiză energetică.	20%
	Aplicarea modelelor și metodelor de analiză energetică; modelarea și simularea consumului și autonomiei; estimarea și interpretarea SOC/SOH/SOP; analiza fluxurilor energetice și a recuperării energiei; interpretarea critică a rezultatelor obținute prin simulare; utilizarea adecvată a instrumentelor software.	Evaluarea activității de laborator, pe baza realizării lucrărilor, rezultatelor obținute și interpretării acestora; verificare practică/orală pe parcurs.	30%

Standarde minime de performanță pentru promovare

Componenta evaluării	Standard minim de performanță pentru nota 5		
Curs – evaluare finală orală (50%)	Studentul explică principiile fundamentale ale managementului energetic al autovehiculelor electrice; identifică principalele surse și consumatori energetici și descrie fluxurile de energie; explică factorii care influențează consumul energetic și autonomia; descrie rolul sistemului BMS și semnificația indicatorilor SOC, SOH și SOP; identifică principalele strategii de management energetic; explică principiile recuperării energiei prin frânare regenerativă și influența consumatorilor auxiliari; interpretează o situație simplificată de analiză energetică și formulează concluzii tehnice coerente.		
Curs – evaluare pe parcurs (20%)	Studentul utilizează corect terminologia specifică managementului energetic; identifică principalele componente și fluxuri energetice ale autovehiculului electric; aplică relații fundamentale de calcul pentru determinarea consumului energetic și autonomiei; interpretează influența unor parametri constructivi și operaționali asupra performanțelor energetice și compară, la nivel elementar, soluții de reducere a consumului.		
Laborator – evaluare pe parcurs (30%)	Studentul utilizează, sub îndrumare, instrumentele software de modelare și simulare; determină consumul energetic și autonomia unui autovehicul electric pe baza unui model și a unui ciclu de conducere furnizate; interpretează indicatorii SOC, SOH și SOP; analizează energia recuperată prin frânare regenerativă și influența acesteia asupra consumului; interpretează rezultate privind strategiile de management energetic și procesul de încărcare; compară indicatori energetici pentru situații de exploatare diferite și formulează concluzii tehnice argumentate.		

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
22.09.2025	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

