



### FIȘA DISCIPLINEI

#### 1. Date despre program

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București |
| 1.2 Facultatea                        | Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației                 |
| 1.3 Departamentul                     | Telecomunicații  |
| 1.4 Domeniul de studii                | Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale    |
| 1.5 Ciclul de studii                  | Masterat   |
| 1.6 Specializarea                     | Controlul și Propulsia Vehiculelor Electrice                           |

#### 2. Date despre disciplină

|  |    |  |                   |                        |      |                         |    |
|--|----|--|-------------------|------------------------|------|-------------------------|----|
| 2.1 Denumirea disciplinei (ro)                     |    | Bazele vehiculelor electrice             |                   |                        |      |                         |    |
| (en)   |    | Fundamentals of Electric Vehicle Systems |                   |                        |      |                         |    |
| 2.2 Titularul activităților de curs                |    | Conf. Dr. Lucian Andrei PERIȘOARĂ        |                   |                        |      |                         |    |
| 2.3 Titularul activităților de seminar / laborator |    | Conf. Dr. Lucian Andrei PERIȘOARĂ        |                   |                        |      |                         |    |
| 2.4 Anul de studiu                                 | 1  | 2.5 Semestrul                            | I                 | 2.6. Tipul de evaluare | E    | 2.7 Regimul disciplinei | Ob |
| 2.8 Tipul disciplinei                              | DA | 2.9 Codul disciplinei                    | UPB.04.M1.O.24-04 | 2.10 Tipul de notare   | Nota |                         |    |

#### 3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

|  |       |                    |      |                       |     |
|--|-------|--------------------|------|-----------------------|-----|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână  | 2     | Din care: 3.2 curs | 1.00 | 3.3 seminar/laborator | 1   |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ   | 28.00 | Din care: 3.5 curs | 14   | 3.6 seminar/laborator | 14  |
| Distribuția fondului de timp:  |       |                    |      |                       | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe                        |       |                    |      |                       |     |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate |       |                    |      |                       | 35  |
| Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri    |       |                    |      |                       |     |
| Tutorat  |       |                    |      |                       | 10  |
| Examinări  |       |                    |      |                       | 2   |
| Alte activități (dacă există):   |       |                    |      |                       | 0   |
| 3.7 Total ore studiu individual  | 47.00 |                    |      |                       |     |
| 3.8 Total ore pe semestru  | 75    |                    |      |                       |     |
| 3.9 Numărul de credite   | 3     |                    |      |                       |     |

#### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| 4.1 de curriculum              | Dispozitive electronice, Circuite electronice fundamentale, Circuite digitale integrate, Microcontrolere, Electronică și informatică industrială, Electronică de putere |
| 4.2 de rezultate ale învățării | Cunoștințe generale despre circuite electrice și electronice, tehnici de măsurare, convertoare de putere  |

#### 5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice (acolo unde este cazul)

|          |  |
|----------|--|
| 5.1 Curs | Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer. |
|----------|--|



|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 5.2 Seminar/<br>Laborator/Proiect | Activitățile practice se vor desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: platformă de testare vehicule electrice, unități electronice de control pentru vehicule, vehicule cu motor termic, stații de încărcare pentru vehicule electrice, aparate și instrumente de măsură dedicate, instrumente și software pentru diagnoză auto. |
|-----------------------------------|---|

**6. Obiectiv general** *(Se referă la intențiile profesorilor pentru studenți, la ceea ce studenții vor fi învățați în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului științific abordat, precum și la rolul pe care acesta îl are în cadrul specializării studiate. Vor fi descrise de o manieră generală tematicile abordate, justificarea includerii cursului în planul de învățământ al specializării studiate etc.)*

Vehiculele Electrice (EV) au devenit o parte esențială în tranziția sau la încorporarea mobilității electrice (e-mobility), ceea ce va implica schimbări semnificative pentru producătorii de vehicule, guverne, companii și persoane fizice. Acest curs acoperă cele mai importante aspecte ale generației viitoare de vehicule, prezentând atât elementele fundamentale, cât și tehnologiile de vârf, teoria și proiectarea EV-urilor (motoare electrice, baterii, convertoare de putere și încărcătoare), integrarea EV-urilor în infrastructura inteligentă de rețea, modele de afaceri la nivel mondial și local și politici pentru organismele guvernamentale.

**7. Competențe** *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoștințe, aptitudini și abilități personale, sociale și/sau metodologice în situații de muncă sau de studiu și pentru dezvoltarea profesională și personală. Reflectă cerințele angajatorilor.)*

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Specifice</b>               | <ul style="list-style-type: none"><li>- Aplicarea cunoștințelor fundamentale și de specialitate pentru rezolvarea problemelor tehnologice complexe specifice electronicii automobilelor și electronicii aplicate;</li><li>- Dezvoltarea de soluții ingineresti pentru rezolvarea problemelor tehnologice în domeniul electronicii auto, electronicii de putere și sistemelor de energie regenerabilă;</li><li>- Rezolvarea problemelor privind controlul automat al proceselor întâlnite în sistemele auto și utilizarea controlerelor electronice;</li><li>- Aplicarea cunoștințelor din domeniul Electronicii Aplicate pentru a efectua studii de caz în domeniul sistemelor dedicate pentru electronica auto;</li></ul>   |
| <b>Transversale (generale)</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Definirea noțiunilor avansate de tehnologia informației, circuite electronice și automatizări pentru efectuarea managementului calității;</li><li>- Lucrul responsabil într-o echipă multidisciplinară, cu abilități de a-și asuma roluri specifice diferitelor niveluri ierarhice;</li><li>- Capacitatea de a identifica nevoia unei educații continue și a utilizării eficiente a surselor de informații, a resurselor de comunicare și a asistenței în formare (portaluri de internet, software specializat, baze de date, cursuri online), atât în limba română, cât și într-o limbă străină.</li><li>- Autonomie și gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza date în mod independent, precum și de a desprinde și prezenta concluzii / identifica soluții.</li><li>- Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.</li><li>- Respectă principiile de etică academică în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.</li></ul> |

**8. Rezultatele învățării** *(Sunt enunțuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învățării reflectă realizările studentului și mai puțin intențiile profesorului. Rezultatele învățării informează studenții despre ceea ce se așteaptă de la ei din punct de vedere al performanței, pentru a obține notele și creditele dorite. Sunt definite în termeni concreți, folosind verbe similare exemplelor de mai jos și indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele*



învățării vor fi astfel redactate încât să fie evidențiată clar relația față de competențele definite la punctul 7.)

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Cunoștințe</b>                    | <p><i>Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau faptice.</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- înțelegerea rolului EV-urilor în tranziția la mobilitatea electrică;</li><li>- înțelegerea și aplicarea conceptelor fundamentale de electronică auto;</li><li>- înțelegerea tehnologiilor de bază pentru propulsie electrică, motoare electrice și convertoare de putere;</li><li>- înțelegerea tehnologiilor de baterii, sistemelor de management și a încărcătoarelor;</li></ul>  |
| <b>Aptitudini</b>                    | <p><i>Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente).</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- instalarea și configurarea componentelor și sistemelor after-market pentru conversia EV-urilor;</li><li>- crearea de modele de afaceri și dezvoltarea de noi strategii în domeniul EV;</li><li>- evaluarea planurilor de politici și reglementări pentru mobilitatea electronică.</li></ul>   |
| <b>Responsabilitate și autonomie</b> | <p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.</li><li>- Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.</li><li>- Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadrele didactice</li><li>- Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.</li><li>- Identifică soluții sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică.</li><li>- Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologiilor vehiculelor electrice asupra mediului înconjurător.</li><li>- Analizează și valorifică oportunitățile de afaceri în domeniul vehiculelor electrice.</li></ul> |

**9. Metode de predare** (Se vor avea în vedere metode care să asigure predarea centrată pe student. Se va descrie modul în care se asigură participarea studenților la stabilirea propriului parcurs de învățare, cum se identifică eventualele rămăneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)

- Predarea cursului se desfășoară prin metoda prezentării și interogării. Metodele de predare moderne (videoproiector) sunt utilizate pentru prezentarea notelor de curs, a notelor de aplicații, videoclipuri și aplicații software demonstrative. Notele de curs și prezentările prelegerilor sunt disponibile studenților în format pdf.

- Susținerea orelor de aplicații se bazează pe metoda experimentării, folosind echipamente hardware dedicate și aplicații software. Studenții efectuează măsurători experimentale, analizează și interpretează datele.

## 10. Conținuturi

| CURS      |   |         |
|-----------|---|---------|
| Capitolul | Conținutul  | Nr. ore |
| 1         | O introducere istorică în dezvoltarea vehiculelor electrice (Electrical Vehicles, EV).  | 1       |
| 2         | Arhitectura vehiculelor electrice. Analiza energiei și puterii electrice pentru propulsia electrică. Arhitectura pentru vehicule electrice hibride (Hybrid Electric Vehicles, HEV). | 2       |



|   |   |    |
|---|---|----|
| 3 | Sisteme de tracțiune electrice. Motoare electrice de curent continuu (DC) și curent alternativ (AC). Convertoare DC și AC. Strategii de control. Convertoare de putere. Frânare regenerativă.   | 2  |
| 4 | Sisteme de stocare a energiei. Baterii și ultracondensatoare. Modelarea bateriei. Chimii pentru celule: NiMH, Li-Ion, LiFePO <sub>4</sub> , NMC. Pachete de baterii. Sisteme de management a bateriei (BMS). Tehnici de echilibrare/balansare. Avantaje și dezavantaje.                                   | 2  |
| 5 | Sisteme de încărcare a bateriilor. Interfețe și protocoale de încărcare (SAE J1772). Încărcătoare de curent alternativ. Încărcătoare de curent continuu. Încărcare rapidă. Încărcare inteligentă. Încărcare wireless. Încărcare pe drum. Infrastructura de stații de încărcare. EV-uri cu energie solară. | 2  |
| 6 | Protocoale de comunicație vehiculară. Rețele de comunicații pentru vehicule: CAN, LIN. Protocoale pentru diagnosticare la bord (OBD): KWP, CAN, SAE J1979. Protocolul CANOpen.  | 2  |
| 7 | Integrarea sistemelor unui vehicul electric. Arhitectura generală a vehiculului. Bugetul consumului de energie. Sisteme electrice HV / LV Alte sisteme electrice: direcție, ABS, airbag-uri, lumini, HVAC, panou de instrumente, infotainment.  | 2  |
| 8 | Modele de afaceri pentru EV. Costul total al proprietății, producția de masă, gândirea lanțului valoric, integrarea și inovarea în afaceri. Modele de afaceri la nivel mondial și local   | 1  |
| 9 | Probleme de legislație și organisme de conducere. Dileme de politici și valori publice. Dezvoltarea și evaluarea sistemelor eficiente de stimulare a mobilității electrice.   | 1  |
|   | <b>Total:</b>   | 14 |

**Bibliografie:**

- 1. L. A. Perișoară, “Bazele Vehiculelor electrice”, suport de curs in format electronic, 2021.
- 2. A. Vasile, I. B. Bacîș, “Bazele Electronicii Auto”, Editia III, Editura Cavallioti, 2018.
- 3. I. B. Bacîș, A. Vasile, “Electrician Electronist Auto”, Editura PIM, 2016.
- 4. I. B. Bacîș, L. A. Perișoară, “Electronică auto. Îndrumar de laborator”, Editura Cavallioti, București, Editura PIM, Iași, 2019.
- 5. M. P. Brown, S. Prange, “Convert it: a step-by-step manual for converting an internal combustion vehicle to electric power”, Future Books, 1993.
- 6. S. Dhameja, “Electric Vehicle Battery Systems”, Butterworth–Heinemann, 2001.
- 7. J. Larminie, J. Lowry, “Electric Vehicle Technology Explained”, John Wiley & Sons, 2003.
- 8. M. Ehsani, Y. Gao, S. E. Gay, A. Emadi, “Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles - Fundamentals, Theory, and Design”, CRC Press, 2005.
- 9. V. Pop, H. J. Bergveld, D. Danilov, P. P. L. Regtien, P. H.L. Notten, “Battery Management Systems - Accurate State-of-Charge Indication for Battery-Powered Applications”, Springer, 2008.
- 10. S. Leitman, B. Brant, “Build Your Own Electric Vehicle”, 2nd Edition, McGraw-Hill, 2009.
- 11. D. Andrea, “Battery management systems for large lithium-ion battery packs”, Artech House, 2010.
- 12. I. Husain, “Electric and Hybrid Vehicles: Design Fundamentals”, 2nd Edition, CRC Press, 2010.
- 13. T. Muneer, M. Kolhe, A. Doyle, “Electric Vehicles: Prospects and Challenges”, Elsevier, 2017.
- 14. G. Pistoia, B. Liaw, “Behaviour of Lithium-Ion Batteries in Electric Vehicles: Battery Health, Performance, Safety, and Cost”, Springer, 2018

**SEMINAR**

| Nr. crt. | Conținutul   | Nr. ore |
|----------|--|---------|
| 1        | Controlerul Curtis 1238-7601 pentru motorul electric HPEVS AC50. | 2       |



|   |   |    |
|---|---|----|
| 2 | Sistemul de management Orion BMS 48S pentru un pachet 30S1P de baterii LiFePO4. | 2  |
| 3 | Încărcătoare la bordul vehiculelor electrice.                                   | 2  |
| 4 | Instrumente de bord cu microcontroler pentru monitorizare vehicule electrice.   | 2  |
| 5 | Instrumente virtuale pentru monitorizarea și diagnoza vehicule electrice.       | 2  |
| 6 | Stații de încărcare.  | 2  |
| 7 | Lucrare de verificare   | 2  |
|   | <b>Total:</b>   | 14 |

**Bibliografie:**

1. Curtis Instruments, "Curtis 1232/34/36/38 Manual, OS 14", March 2011.
2. Ewert Energy Systems, "Orion BMS Wiring & Installation Manual", Rev. 4.1.
3. Ewert Energy Systems, "Orion BMS Operation Manual", Rev. 2.1.
4. TC Chargers, "Instructions for 3.3 kW HK-J Series Charger".
5. National Instruments, "NI 9862 Getting Started Guide", June 2015.
6. National Instruments, "NI cDAQ-917x User Manual", May 2013.
7. National Instruments, "NI-CAN Hardware and Software Manual", Sept. 2014.
8. SAE International, "SAE J1979: On-Board Diagnostics", 2006.
9. National Instruments, "Automotive Diagnostic Command Set User Manual", July 2014.
10. Renault, "Logan X90 Service Manual", 2006.
11. L. A. Perişoară, D. I. Săcăleanu, A. Vasile, „Instrument Clusters for Monitoring Electric Vehicles”, 23rd International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME 2017), Constanța, Romania, pp. 379-382, DOI 10.1109/SIITME.2017.8259931, WOS 000428032300082, Oct. 26-29, 2017.
12. L. A. Perişoară, A. Vasile, D. I. Săcăleanu, „Vehicles Diagnosis based on LabVIEW and CAN interfaces”, 23rd International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME 2017), Constanța, Romania, pp. 383-386, DOI 10.1109/SIITME.2017.8259930, WOS 000428032300081, Oct. 26-29, 2017.
13. L. A. Perişoară, I. C. Guran, D. C. Costache, „A Passive Battery Management System for Fast Balancing of Four LiFePO4 Cells”, 24th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME 2018), Iași, Romania, Oct. 25-28, 2018.
14. L. A. Perişoară, E. M. Stamati, L. R. Chițu, D. I. Săcăleanu, „Pilot Platform for Remote Monitoring of an Electric Vehicle”, 24th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME 2018), Iași, Romania, Oct. 25-28, 2018.
15. B. Anton, A. Florescu, L. A. Perişoară, A. Vasile, R. C. Constantinescu, Ș. G. Roșu, „Methods of Maximizing Power Efficiency for Hybrid Vehicles”, Revue Roumaine des Sciences Techniques – Serie Électrotechnique et Énergétique, Vol. 64, Issue 1, pp. 57–62, ISSN 0035-4066, WOS 000464302300010, Jan.-Mar. 2019.
16. L. A. Perişoară, D. C. Costache, I. C. Guran, Ș. G. Roșu, A. Florescu, „Active Balancing for Efficient Management of a 4S1P LiFePO4 Battery Pack”, in Proc. of the 11th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering (ATEE 2019), Bucharest, Romania, ISBN 978-1-7281-0101-9 / 978-1-4799-7514-3, ISSN 2159-3604, DOI 10.1109/ATEE.2019.8724917, WOS 000475904500074, March 28-30, 2019.
17. Ș. G. Roșu, M. Ș. Teodorescu, A. Florescu, L. A. Perişoară, „Study of Operating Conditions Impact on Wireless Power Transfer Systems Performance”, in Proc. of the 11th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering (ATEE 2019), Bucharest, Romania, ISBN 978-1-7281-0101-9 / 978-1-4799-7514-3, ISSN 2159-3604, DOI 10.1109/ATEE.2019.8724855, WOS 000475904500013, March 28-30, 2019.
18. L.A. Perişoară, „Bazele Vehiculelor Electrice”, indrumar de laborator, format electronic, 2021.



## 11. Evaluare

| Tip activitate   | 11.1 Criterii de evaluare   | 11.2 Metode de evaluare  | 11.3 Pondere din nota finală |
|--|---|--|------------------------------|
| 11.4 Curs  | <ul style="list-style-type: none"><li>- cunoașterea și înțelegerea noțiunilor teoretice fundamentale;</li><li>- analiza comparativă a tehnicilor și metodelor de testare;</li><li>- capacitatea de a aplica noțiunile teoretice pentru rezolvarea problemelor practice.</li></ul> | Examen final la sfârșitul semestrului (1 oră). Testul grilă acoperă toate prelegerile și conține 30 întrebări.   | 60%                          |
| 11.5 Seminar/laborator/proiect   | <ul style="list-style-type: none"><li>- dobândirea și înțelegerea cunoștințe predate;</li><li>- aplicarea practică a metodelor de testare folosind echipamente de laborator;</li><li>- capacitatea de a analiza rezultatele testării.</li></ul>                                   | La sfârșitul laboratorului, studenții răspund la un test grilă cu întrebări din platforme. Scorul total se obține prin cumularea tuturor scorurilor obținute în fiecare laborator. | 40%                          |
| 11.6 Condiții de promovare   |   |  |                              |
| Susținerea unui test pentru determinarea arhitecturii unui vehicul electric și descrierea echipamentelor electronice. Acumularea a cel puțin 50 de puncte din 100 de puncte. |   |  |                              |

## 12. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților angajatorilor și asociațiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum și cu stadiul actual al cunoașterii în domeniul științific abordat și practicile în instituții de învățământ superior din Spațiul European al Învățământului Superior (SEIS)

Acest curs pregătește absolvenți pentru proiectarea, dezvoltarea, fabricarea și testarea produselor în diferite domenii de inginerie: electronică auto, inginerie electrică, electronică de putere, transport durabil, politici energetice și integrarea vehiculelor electrice în rețele de energie inteligente. Studenții învață cum trebuie să lucreze împreună inginerii electrici și inginerii mecanici pentru a răspunde nevoilor actuale de vehicule curate, eficiente și durabile.

Prelegerile prezintă o descriere sistematică și cuprinzătoare asupra fundamentelor teoriei și proiectării tehnologiilor și sistemelor vehiculelor electrice.

Activitățile practice oferă o privire practică asupra cercetării și dezvoltării implicate în utilizarea și integrarea tehnologiilor vehiculelor electrice, care sunt consolidate cu studii de caz reale pentru conversia vehiculelor clasice în vehicule electrice care au fost implementate în România.







**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**

**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și**

**Tehnologia Informației**



Programul de master oferă studenților absolvenți abilități și instruire adecvată pentru nevoile actuale și calificările științifice și tehnologice, de înaltă calitate și competitivitate, permițându-le angajarea rapidă după absolvire. Acest fapt este în concordanță cu politicile universității, atât din punct de vedere al conținutului, cât și al structurii, dar și în ceea ce privește competențele și deschiderea internațională oferită studenților.

| Data completării                          | Titular de curs   | Titular(i) de aplicații   |
|---|---|---|
| 10.10.2024                                | Conf. Dr. Lucian Andrei<br>PERIȘOARĂ<br> | Conf. Dr. Lucian Andrei<br>PERIȘOARĂ<br> |
| Data avizării în departament              | Director de departament   |   |
| 27.10.2024                                | Conf. Dr. Serban Georgica Obreja<br>   |   |
| Data aprobării în Consiliul<br>Facultății | Decan   |   |
| 25.10.2024                                | Prof. Dr. Mihnea Udrea<br>             |   |