



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)		Sisteme de management al bateriilor și ciclul de viață al bateriilor					
(en)		Battery Management Systems and Battery Life Cycle					
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	2	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.M3.O.24-23	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	2.00	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	14
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					56
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					2
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	58.00				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

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, Bazele Vehiculelor Electrice
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/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: platformă de testare vehicule electrice, platforme de testare pentru sisteme de management de baterii, unități electronice de control pentru vehicule, stații de încărcare pentru vehicule electrice, aparate și instrumente de măsură dedicate.

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) sunt acum acceptate ca un mijloc de reducere a consumului de combustibili fosili și a poluării aerului. În prezent, fiecare mijloc de transport electric (trotinete, biciclete, scutere, autoturisme, autobuze) este alimentat cu o baterie cu litiu.

Acest curs prezintă stadiul actual al cercetării și dezvoltării tehnologiilor de baterii și al sistemelor de management al bateriilor (Battery Management Systems, BMS) utilizate în vehiculele electrice (Electric Vehicles, EV) sau în stațiile de stocare a energiei (Energy Storage Systems, ESS). Cursul descrie caracteristicile lor în termeni de performanță, cost, durată de viață, managementul, facilitățile de încărcare și siguranța.

Având în vedere natura interdisciplinară a ingineriei auto, acest curs pregătește absolvenții pentru proiectarea, dezvoltarea, fabricarea și testarea produselor în diverse domenii generale ale ingineriei: electronică auto, inginerie electrică, sisteme de stocare a energiei, energie regenerabilă, rețele inteligente. Domeniile particulare ale vehiculelor electrice includ fabricarea și întreținerea bateriilor cu chimii diferite, unități electronice de control (ECU), convertoare electronice, sisteme de gestionare a bateriilor, încărcătoare de baterii.

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.*)

Specifice	<ul style="list-style-type: none">- Aplicarea cunoștințelor fundamentale și de specialitate pentru rezolvarea problemelor tehnologice complexe specifice electronicii automobilelor și electronicii aplicate;- Dezvoltarea de soluții ingineresti pentru rezolvarea problemelor tehnologice în domeniul electronicii auto, electronicii de putere și sistemelor de energie regenerabilă;- Rezolvarea problemelor privind controlul automat al proceselor întâlnite în sistemele auto și utilizarea controlerelor electronice;- Aplicarea cunoștințelor din domeniul Electronicii Aplicate pentru a efectua studii de caz în domeniul sistemelor dedicate pentru electronica auto;
Transversale (generale)	<ul style="list-style-type: none">- Definirea noțiunilor avansate de tehnologia informației, circuite electronice și automatizări pentru efectuarea managementului calității;- Lucrul responsabil într-o echipă multidisciplinară, cu abilități de a-și asuma roluri specifice diferitelor niveluri ierarhice;- 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.



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 exemplurilor 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.)

Cunoștințe	<p>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 factice.</p> <ul style="list-style-type: none">- înțelegerea arhitecturii BMS-urilor și a tehnicilor de balansare;- proiectarea și dezvoltarea BMS-urilor pentru pachete de baterii particulare;- instalarea și configurarea BMS-urilor after-market pe pachete mari de baterii;- înțelegerea și aplicarea regulilor de siguranță în producerea și întreținerea pachetelor de baterii.
Aptitudini	<p>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).</p> <ul style="list-style-type: none">- instalarea și configurarea componentelor after-market utilizate pentru conversia vehiculelor electrice;- crearea de modele de afaceri și dezvoltarea noilor strategii în domeniul vehiculelor electrice;- evaluarea planurilor de politici și reglementări pentru mobilitatea electrică.
Responsabilitate și autonomie	<p>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</p> <ul style="list-style-type: none">- selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.- respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.- manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadrele didactice- promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.- identifică soluții sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică.- aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologiilor vehiculelor electrice asupra mediului înconjurător.- analizează și valorifică oportunitățile de afaceri în domeniul vehiculelor electrice.

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 pe platforma Moodle.

Pentru orele de aplicații, predarea se bazează pe metoda experimentării, combinând modelarea matematică cu experimentarea prin simulare utilizând software de dezvoltare specializat (Matlab, PSIM, Orcad). Pentru a verifica modelele teoretice, măsurători experimentale se vor realiza pe diferite platforme de testare pentru BMS-uri utilizând echipamente de măsură și testare dedicate.

10. Conținuturi

CURS



Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere în Sisteme de management a bateriilor (BMS). Istoria și evoluția BMS-urilor. Aplicații ale BMS-urilor în vehicule electrice (EV), sisteme de stocare a energiei (ESS), echipamente portabile.	2
2	Modelarea și simularea bateriilor cu diferite chimii: Plumb-acid, NiMH, Li-Ion, LiFePO ₄ , NMC. Tehnici de măsură și algoritmi de estimare pentru parametrii de performanță.	2
3	Metode de încărcare a bateriilor. tensiune constantă (CV), curent constant (CC) și metode hibride. Optimizarea metodelor de încărcare: multistadiu, în impulsuri.	2
4	Cerințe de proiectare și fabricație pentru BMS-uri. Arhitectura BMS-urilor: un singur modul master, module paralele independente, module slave paralele cu un modul master, module slave înseriate cu un modul master. Avantaje și dezavantaje.	2
5	Tehnici de măsură pentru tensiune, curent și temperatură. Circuite integrate dedicate.	2
6	Protocoale de comunicație pentru sisteme embedded (SPI, I2C, One Wire, etc) și sisteme industriale (RS232, RS485, CAN, USB, Ethernet)	2
7	Tehnici de balansare pasive. Rezistoare de putere comutate. Avantaje și dezavantaje.	4
8	Tehnici de balansare active. Convertoare DC-DC dedicate cu condensatoare, inductoare și transformatoare. Metode de transfer a energiei: celulă – pachet, pachet – celulă, celulă – celulă. Componente de comutare: relee, tranzistoare. Avantaje și dezavantaje.	6
9	Studii de caz pe BMS-uri comerciale. Analiza comparativă a performanțelor.	2
10	Managementul termic pentru baterii și unitățile electronice. Sisteme de răcire și încălzire.	2
11	Politici de reciclare a bateriilor și cazuri de utilizare pentru a doua viață a lor.	2
	Total:	28

Bibliografie:

1. A. Vasile, I. B. Bacîș, “Bazele Electronicii Auto”, Editia III, Editura Cavallioti, 2018.
2. I. B. Bacîș, A. Vasile, “Electrician Electronist Auto”, Editura PIM, 2016.
3. S. Dhameja, “Electric Vehicle Battery Systems”, Butterworth–Heinemann, 2001.
4. M. Ehsani, Y. Gao, S. E. Gay, A. Emadi, “Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles - Fundamentals, Theory, and Design”, CRC Press, 2005.
5. 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.
6. D. Andrea, “Battery management systems for large lithium-ion battery packs”, Artech House, 2010.
7. Y. Barsukov, J. Qian, “Battery power management for portable devices”, Artech House, 2013
8. G. Pistoia, B. Liaw, “Behaviour of Lithium-Ion Batteries in Electric Vehicles: Battery Health, Performance, Safety, and Cost”, Springer, 2018.
9. K. S. Hariharan, P. Tagade, S. Ramachandran, “Mathematical Modeling of Lithium Batteries From Electrochemical Models to State Estimator Algorithms”, Springer, 2018.

SEMINAR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Modelarea și simularea celulelor Li-Ion în timpul încărcării și descărcării.	2
2	Proiectarea și simularea unui BMS pasiv pentru un pachet de baterii 4S1P.	2
3	Măsurători experimentale pe un BMS pasiv pentru un pachet de baterii 4S1P.	2



4	Proiectarea și simularea unui BMS activ pentru un pachet de baterii 4S1P.	2
5	Măsurători experimentale pe un BMS activ pentru un pachet de baterii 4S1P.	2
6	Măsurători experimentale pe un BMS Maser-Slave pentru un pachet de baterii 4S1P.	2
7	Măsurători experimentale pe un sistem comercial, Orion BMS2 cu 30 celule.	2
	Total:	14

Bibliografie:

1. 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.
2. Y. Barsukov, J. Qian, “Battery power management for portable devices”, Artech House, 2013
3. G. Pistoia, B. Liaw, “Behaviour of Lithium-Ion Batteries in Electric Vehicles: Battery Health, Performance, Safety, and Cost”, Springer, 2018.
4. K. S. Hariharan, P. Tagade, S. Ramachandran, “Mathematical Modeling of Lithium Batteries From Electrochemical Models to State Estimator Algorithms”, Springer, 2018.
5. Ewert Energy Systems, “Orion BMS Wiring & Installation Manual”, Rev. 4.1.
6. Ewert Energy Systems, “Orion BMS Operation Manual”, Rev. 2.1.
7. L. A. Perișoară, 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.
8. L. A. Perișoară, 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, Oct. 26-29, 2017.
9. L. A. Perișoară, 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.
10. B. Anton, A. Florescu, L. A. Perișoară, 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, Jan.-Mar. 2019.
11. L. A. Perișoară, 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, March 28-30, 2019.
12. Ș. G. Roșu, M. Ș. Teodorescu, A. Florescu, L. A. Perișoară, “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, March 28-30, 2019.

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"> - cunoașterea și înțelegerea noțiunilor teoretice fundamentale; - analiza comparativă a arhitecturilor de BMS-uri și a metodelor de balansare; - capacitatea de a aplica noțiunile teoretice pentru rezolvarea problemelor practice. 	Examinarea finală constă într-un test grilă ce acoperă toate cursurile și conține 20 întrebări.	60%
11.5 Seminar/laborator/proiect	<ul style="list-style-type: none"> - proiectarea și simularea unui BMS pentru un pachet de baterii particular. - analiza rezultatelor simulărilor. - instalarea și configurarea unui BMS pentru diferite pachete de baterii; - utilizarea aparatelor de măsură pentru întreținerea bateriei și BMS-ului; - analiza rezultatelor măsurărilor. 	Testarea final constă într-un test grilă cu 20 de întrebări din platforme.	40%
11.6 Condiții de promovare			
<ul style="list-style-type: none"> - susținerea unui test pentru determinarea arhitecturii unui sistem de management al bateriilor și descrierea tehnicilor de balansare necesare. - 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 (SEİS)

Acest curs pregătește absolvenți pentru proiectarea, dezvoltarea, fabricarea și testarea produselor în diferite domenii de inginerie: electronică auto, inginerie electrică, electronică de putere, sisteme de stocare a energiei, energii regenerabile, rețele de energie inteligente, politici energetice.

Prelegerile prezintă o descriere sistematică și cuprinzătoare asupra fundamentelor teoriei și proiectării bateriilor și a sistemelor de management a acestora.

Activitățile practice oferă o privire practică asupra modelării și simulării celulelor pachetelor de baterii, precum și asupra proiectării, simulării, dezvoltării, instalării, utilizării și întreținerii sistemelor de management a bateriilor.

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.



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
Facultatea de Electronică, Telecomunicații și
Tehnologia Informației



10.10.2024

Conf. Dr. Lucian Andrei
PERIȘOARĂ

Conf. Dr. Lucian Andrei
PERIȘOARĂ

Data avizării în departament

Director de departament

27.10.2024

Conf. Dr. Serban Georgica Obreja

Data aprobării în Consiliul
Facultății

Decan

25.10.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea