Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti

Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi

Tehnologia Informaţiei

FIŞA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituţia de învăţământ superior	**Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti**
1.2 Facultatea	**Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologia Informaţiei**
1.3 Departamentul	**Telecomunicaţii**
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Controlul şi Propulsia Vehiculelor Electrice

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Cerinţe specifice stocării energiei Energy Storage Requirements			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Conf. Dr. Lucian Andrei PERIŞOARĂ			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				Conf. Dr. Lucian Andrei PERIŞOARĂ			
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei		DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M3.O.24-22		2.10 Tipul de notare	Nota

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	1	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învăţământ	42	Din care: 3.5 curs	14	3.6 seminar/laborator	28
Distribuţia fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie şi notiţe Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii şi eseuri					56
Tutorat					0
Examinări					2
Alte activităţi (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. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Dispozitive electronice, Circuite electronice fundamentale, Circuite digitale integrate, Microcontrolere, Electronică şi informatică industrială, Electronică de putere, Bazele Vehiculelor Electrice
4.2 de rezultate ale învăţării	Cunoştinţe generale despre circuite electrice şi electronice, tehnici de măsurare, convertoare de putere

5. Condiţii necesare pentru desfăşurarea optimă a activităţilor didactice (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	Cursul se va desfăşura într-o sală dotată cu videoproiector şi computer.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfăşura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: diferite dispozitive de stocare a energiei (baterii cu Plumb, LiFePO4 şi Li-Ion, supercondensatoare, pachete mari de baterii), sarcini electronice, platforme de testare pentru stocarea de enrgie, chargere dedicate pentru baterii cu Plumb şi Li-Ion, echipamente de măsură dedicate.

6. Obiectiv general *(Se referă la intenţiile profesorilor pentru studenţi, la ceea ce studenţii vor fi învăţaţi în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului ştiinţific abordat, precum şi 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 învăţământ al specializării studiate etc.)*

Obiectivele cursului sunt prezentarea diferitelor tipuri de tehnici şi dispozitive de stocare a energiei: mecanice, electrochimice şi electrice, rezumând caracteristicile acestora în ceea ce priveşte performanţa, costul, durata de viaţă, managementul, instalaţiile de încărcare şi siguranţă.

Dar în zilele noastre, fiecare mijloc electric de transport (hoover, biciclete, scutere, stivuitoare, maşini, autobuze) este alimentat de o baterie litiu-ion. Acest curs prezintă stadiul tehnicii în cercetarea şi dezvoltarea tehnologiilor bateriilor utilizate în vehiculele electrice (EV) sau sistemele de stocare a energiei (ESS). Sunt luate în considerare diferite chimii ale bateriilor: plumb-acid, NiMH, Li-Ion, LiFePO4, NMC. Pentru modelare şi simulare sunt luate în considerare modelul electrochimic (EC) şi modelul electrochimic-termic (ECT). Parametrii de performanţă utilizaţi pentru evaluarea stocării energiei sunt: Starea de încărcare (SOC), Starea de sănătate (SOH), Începutul duratei de viaţă (BOL), Sfârşitul duratei de viaţă (EOL), diferite tehnici de măsurare şi algoritmi de estimare/predicţie fiind analizaţi şi comparaţi.

7. Competenţe *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoştinţe, aptitudini şi abilităţi personale, sociale şi/sau metodologice în situaţii de muncă sau de studiu şi pentru dezvoltarea profesională şi personală. Reflectă cerinţele angajatorilor.)*

Specifice	- Aplicarea cunoştinţelor fundamentale şi de specialitate pentru rezolvarea problemelor complexe specifice dispozitivelor de stocare a energiei, bateriilor reîncărcabile şi supercondensatoarelor; - Dezvoltarea de soluţii inginereşti pentru rezolvarea problemelor tehnologice în domeniul sistemelor de energie regenerabilă; - Aplicarea cunoştinţelor din domeniul Electronicii Aplicate pentru a evalua performanţele bateriilor şi supercondensatoarelor pe durata încărcării şi descărcării lor.;
Transversale (generale)	- Lucrul responsabil într-o echipă multidisciplinară, cu abilităţi de a-şi asuma roluri specifice diferitelor niveluri ierarhice; - Capacitatea de a identifica nevoia unei educaţii continue şi a utilizării eficiente a surselor de informaţii, a resurselor de comunicare şi a asistenţei în formare (portaluri de internet, software specializat, baze de date, cursuri online), atât în limba română, cât şi într-o limbă străină.

8. Rezultatele învăţării *(Sunt enunţuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învăţării reflectă realizările studentului şi mai puţin intenţiile profesorului. Rezultatele învăţării informează studenţii despre ceea ce se aşteaptă de la ei din punct de vedere al performanţei, pentru a obţine notele şi creditele dorite. Sunt definite în termeni concreţi, folosind verbe similare exemplelor de mai jos şi indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învăţării vor fi astfel redactate încât să fie evidenţiată clar relaţia faţă de competenţele definite la punctul 7.)*

Cunoştinţe	*Rezultatul asimilării de informaţii prin învăţare. Cunoştinţele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii şi practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice şi/sau faptice.* - înţelegerea proceselor şi tehnologiilor de fabricaţie pentru dispozitivele de stocare a energiei; - proiectarea pachetelor de baterii particulare în funcţie de cerinţele utilizatorului; - înţelegerea şi aplicarea regulilor de siguranţă în producerea şi întreţinerea pachetelor de baterii.
Aptitudini	*Capacitatea de a aplica cunoştinţe şi de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini şi a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive şi creative) sau practice (implicând dexteritate manuală şi utilizarea de metode, materiale, unelte şi instrumente).* - instalarea şi configurarea pachetelor mari de baterii pentru vehicule electrice; - instalarea şi configurarea sistemelor de management pe pachete mari de baterii; - testarea performanţelor diferitelor dispozitive de stocare a energiei, baterii şi supercondensatoare; - crearea de modele de afaceri şi dezvoltarea noilor strategii în domeniul stocării energiei; - evaluarea planurilor de politici şi reglementări pentru reciclarea bateriilor.
Responsabilitate şi autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom şi responsabil cunoştinţele şi aptitudinile sale.* - selectează surse bibliografice potrivite şi le analizează. - respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate. - manifestă colaborare cu ceilalţi colegi şi cadrele didactice - promovează/contribuie prin soluţii noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăţi calitatea vieţii sociale. - identifică soluţii sustenabile care să rezolve probleme din viaţa socială şi economică. - aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologiilor vehiculelor electrice asupra mediului înconjurător. - analizează şi valorifică oportunităţile 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 studenţilor la stabilirea propriului parcurs de învăţare, cum se identifică eventualele rămâneri în urmă şi ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Predarea cursului se desfăşoară prin metoda prezentării şi interogării. Metodele de predare moderne (videoproiector) sunt utilizate pentru prezentarea notelor de curs, a notelor de aplicaţii, videoclipuri şi aplicaţii software demonstrative. Notele de curs şi prezentările prelegerilor sunt disponibile studenţilor în format pdf pe platforma Moodle.

Pentru orele de aplicaţii, 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 şi testare dedicate.

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Introducere în sistemele de stocare a energiei (ESS). Nevoia de stocare a energiei. Istorie şi evoluţie. Aplicaţii. Metode de stocare a energiei.	2

2	Stocarea energiei mecanice (hidro pompat, aer comprimat, volantă). Stocarea electrică şi electromagnetică a energiei (condensatoare şi inductoare). Avantaje şi dezavantaje.	2
3	Stocarea chimică şi electrochimică a energiei. Baterii de unică folosinţă (zinc, alcaline). Baterii reîncărcabile (Ni-Cd, Ni-MH, plumb-acid, LiFePO4, NMC, LCO etc.).	4
4	Modelarea bateriei pentru simulare. Modelul Electrochemical (EC). Modelul Electrochemical-Thermal (ECT).	2
5	Metode de încărcare a bateriei. Tensiune constantă (CV), curent constant (CC) şi metode hibride. Metode de optimizare a încărcării: încărcare în mai multe etape, încărcare în impulsuri.	2
6	Testarea bateriei. Tehnici de măsurare şi algoritmi de estimare a parametrilor de performanţă: State-of-Charge (SOC), State-of-Health (SOH), Beginning-of-Life (BOL), End-of-Life (EOL).	2
	Total:	14

Bibliografie:

[Hug08] Robert Huggins, *Advanced Batteries: Materials Science Aspects*, Springer Science & Business Media, 2008.
[Hug10] Robert Huggins, *Energy Storage*, Springer Science & Business Media, 2010.
[Bru13] Yves Brunet, *Energy Storage*, John Wiley & Sons, 2013.
[ZL19] Thomas Zell, Robert Langer, *Hydrogen Storage*, Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2019
[Sor05] Bent Sørensen, *Hydrogen and Fuel Cells: Emerging Technologies and Applications*, Academic Press, 2005.
[KK12] Birol Kilkis, Sadik Kakaç, *Energy Storage Systems*, Springer Science & Business Media, 2012.
[CKA07] Z. Chlodnicki, W. Koczara, N. Al-Khayat, "*Hybrid UPC Based on Supercapacitor Energy Storage and Adjustable Speed Generator*", 2007.
[EGG05] M. Ehsani, Y. Gao, S. E. Gay, A. Emadi, "Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles - Fundamentals, Theory, and Design", CRC Press, 2005.
[PBD08] 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.
[And10] D. Andrea, "Battery management systems for large lithium-ion battery packs", Artech House, 2010.
[BQ13] Y. Barsukov, J. Qian, "Battery power management for portable devices", Artech House, 2013
[PL18] G. Pistoia, B. Liaw, "Behaviour of Lithium-Ion Batteries in Electric Vehicles: Battery Health, Performance, Safety, and Cost", Springer, 2018.
[HTR18] K. S. Hariharan, P. Tagade, S. Ramachandran, "Mathematical Modeling of Lithium Batteries From Electrochemical Models to State Estimator Algorithms", Springer, 2018.

LABORATOR

Nr. crt.	Conţinutul	Nr. ore
1	Măsurarea rezistenţei interne a unui dispozitiv de stocare a energiei.	2
2	Măsurarea capacităţii unui dispozitiv de stocare a energiei.	2
3	Testarea performanţelor bateriilor Plumb-Acid.	2
4	Testarea performanţelor bateriilor LiFePO4.	2
5	Testarea performanţelor supercondensatoarelor.	2
6	Testarea performanţelor sistemelor hibride baterii-supercondensatoare.	2
7	Evaluare.	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. 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), Iaşi, Romania, Oct. 25-28, 2018.
7. B. Anton, A. Florescu, L. A. Perişoară, A. Vasile, R. C. Constantinescu, Ş. G. Roşu, „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.
8. L. A. Perişoară, D. C. Costache, I. C. Guran, Ş. G. Roşu, 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.
9. Ş. G. Roşu, M. Ş. 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, 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	- cunoaşterea şi înţelegerea noţiunilor teoretice fundamentale; - analiza comparativă a metodelor şi dispozitivelor de stocare a energiei; - capacitatea de a aplica noţiunile teoretice pentru rezolvarea problemelor practice.	Examenul final constă într-un test care acoperă toate prelegerile şi conţine 20 de întrebări.	40%

11.5 Seminar/laborator/proiect	- proiectarea şi simularea unei celule pentru pachete de baterii. - analiza rezultatelor simulărilor. - utilizarea aparatelor de măsură pentru testarea bateriilor; - analiza rezultatelor măsurătorilor.	Colocviul de laborator constă într-un test care acoperă toate lucrările şi conţine 20 de întrebări.	40%
	- cunoaşterea şi înţelegerea noţiunilor teoretice fundamentale; - analiza comparativă a metodelor şi dispozitivelor de stocare a energiei;	Temă de casă pe tematica laboratorului, Referate de tip State-of-Art.	20%
11.6 Condiţii de promovare			
Accumularea a cel puţin 50 de puncte din totalul de 100 puncte.			

12. Coroborarea conţinutului disciplinei cu aşteptările reprezentanţilor angajatorilor şi asociaţiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum şi cu stadiul actual al cunoaşterii în domeniul ştiinţific abordat şi practicile în instituţii de învăţământ superior din Spaţiul European al Învăţământului Superior (SEÎS)

Ţinând cont de natura interdisciplinară a sistemelor de stocare a energiei, acest curs pregăteşte absolvenţi pentru proiectarea, dezvoltarea, fabricarea şi testarea produselor în diferite domenii de inginerie: autovehicule, sisteme de stocare a energiei, energii regenerabile, reţele de energie inteligente, politici energetice.

Prelegerile prezintă o descriere sistematică şi cuprinzătoare asupra fundamentelor teoriei şi proiectării dispozitivelor de stocare a energiei: electrochimice (baterii cu litiu), electrice (supercondensatoare).

Activităţile practice oferă o privire practică asupra modelării şi simulării celulelor pachetelor de baterii, precum şi asupra proiectării, simulării, dezvoltării, instalării, utilizării şi întreţinerii pachetelor de baterii.

Programul de master oferă studenţilor absolvenţi abilităţi şi instruire adecvată pentru nevoile actuale şi calificările ştiinţifice şi tehnologice, de înaltă calitate şi competitivitate, permiţându-le angajarea rapidă după absolvire. Acest fapt este în concordanţă cu politicile universităţii, atât din punct de vedere al conţinutului, cât şi al structurii, dar şi în ceea ce priveşte competenţele şi deschiderea internaţională oferită studenţilor.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicaţii
21.09.2026	Conf. Dr. Lucian Andrei PERIŞOARĂ	Conf. Dr. Lucian Andrei PERIŞOARĂ

Data avizării în departament Director de departament

Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și

Tehnologia Informației

22.09.2026	Conf. Dr. Serban Georgica Obreja
Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan
22.09.2026	Prof. Dr. Mihnea Udrea