

# FIȘA DISCIPLINEI

## Sisteme hibride de energie electrica

Anul universitar 2021-2022

### 1. Date despre program

1.1	Instituția de învățământ superior	Universitatea din Pitești
1.2	Facultatea	Electronica, Comunicatii si Calculatoare
1.3	Departamentul	Electronica, Calculatoare si Inginerie Electrica
1.4	Domeniul de studii	Inginerie electrica
1.5	Ciclul de studii	Master
1.6	Programul de studii / Calificarea	Sisteme pentru Conversia Energiei - SCE / Inginer MSc; 215149 inginer electrician

### 2. Date despre disciplină

2.1	Denumirea disciplinei	Sisteme hibride de energie electrica
2.2	Titularul activităților de curs	Prof. univ. dr. ing. Nicu BIZON
2.3	Titularul activităților de laborator	Sl. dr. ing. Marinescu CICERONE
2.4	Anul de studii	II
2.5	Semestrul	I
2.6	Tipul de evaluare	Examen
2.7	Regimul disciplinei	O

### 3. Timpul total estimat

3.1	Număr de ore pe săptămână	4	3.2	din care curs	2	3.3	seminar/laborator	2
3.4	Total ore din planul de inv.	56	3.5	din care curs	28	3.6	seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp								ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe								25
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren								20
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii, eseuri								5
Tutoriat								4
Examinări								4
Alte activități .....								
3.7	Total ore studiu individual	69						
3.8	Total ore pe semestru	125						
3.9	Număr de credite	5						

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

4.1	De curriculum	Studii de licență
4.2	De competențe	Teoria sistemelor; Modelarea și simularea sistemelor; Convertoare electromecanice și centrale eoliene Convertoare fotoelectrice; Calitatea energiei

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1	De desfășurare a cursului	Sală dotată cu videoproiector și ecran
5.2	De desfășurare a seminarului/laboratorului	Laboratorul disciplinei (sala T221 și Laborator cercetare în Energii regenerabile S310), echipamente și aparatură de laborator, calculator, internet, machete de laborator

### 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	C1. Operarea cu teorii, concepte și metode de matematică, electrotehnică și termodinamică privind sistemele de conversie a energiei electrice și sursele de energie regenerabilă. <b>(0.5 PC)</b> C2. Modelarea unor probleme specifice sistemelor de conversie și surselor de energie regenerabilă folosind legile fundamentale ale proceselor de conversie a energiei și aparatul formal caracteristic domeniului. <b>(0.5 PC)</b> C3. Cunoașterea și utilizarea programelor de calcul numeric în domeniul sistemelor de conversie a energiei și a surselor electrice regenerabile. <b>(0.5 PC)</b> C4. Cercetarea, modelarea, proiectarea, implementarea și testarea sistemelor de execuție și a sistemelor de conducere în domeniul conversiei energiei și a sistemelor electromecanice. <b>(0.5 PC)</b>
Competențe transversale	CT1. Comportarea responsabilă și etică în spiritul legii pentru a asigura prestigiul profesiei. Aplicarea conformă a eticii profesionale, integritatea în profesie. <b>(1 PC)</b> CT2. Identificarea, descrierea și derularea proceselor și serviciilor de management din domeniu, cu preluarea diferitelor roluri în echipe. Descrierea clară și concisă, verbal și în scris a rezultatelor din domeniul de activitate. Capacitatea de negociere și adaptarea acestora la diverse aspecte ale competenței profesionale. <b>(1 PC)</b> CT3. Executarea unor sarcini profesionale complexe în condițiile de autonomie și de independență profesională, răspunzând cerințelor de gândire inovativă și de dezvoltare a activităților de cercetare – dezvoltare – inovare și de a comunica și disemina rezultatul cercetării. <b>(1 PC)</b>

### 7. Obiectivele disciplinei

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Asigurarea unor cunostinte fundamentale si aplicative privind metodele si tehnicile prin care sistemele hibrid de generare a energiei, respectiv procesele de conversie energetica
---------------------------------------	--

	aferente, sunt proiectate, modelate si simulate
7.2 Obiectivele specifice	<p>Obiective cognitive</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- să recunoască și să definească corect termenii specifici domeniului tehnic al surselor hibride de putere;</li> <li>- să comunice oral sau în scris, în contexte profesionale proprii aspecte privind structura unui sistem hibrid de putere prin mesaje cu grad ridicat de dificultate;</li> <li>- să înțeleagă și să interpreteze corespunzător mesajul global al unui text de specialitate (romana și engleza) în domeniul sistemelor hibride de putere.</li> </ul> <p>Prezentarea arhitecturilor de sisteme hibride de putere autonome;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- să realizeze analiza structurilor de conversie a puterii utilizate sistemele de generare distribuite;</li> <li>- să definească criterii de calitate specifice sistemelor energetice conform cerințelor de management energetic.</li> <li>- să evalueze performanțele unui sistem hibrid de putere</li> </ul> <p>Obiective procedurale</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- să utilizeze noile tehnici de învățare a aspectelor generale privind proiectarea sistemelor hibride de putere prin activități practice de comunicare cu nativi sau non-nativi;</li> <li>- să-și dezvolte strategii de învățare individuale în vederea perfecționării propriilor competențe de lucru din domeniul sistemelor hibride de putere în funcție de nevoile specifice, prin munca în echipă sau în autonomie;</li> <li>- să identifice și să utilizeze unelte CAD esențiale profesiei pentru care se pregătesc prin programul de studii urmat.</li> </ul> <p>Obiective atitudinale</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- să surprindă aspectul diferențelor conținute de principale surse de energie și al impactului utilizării acestora în sistemele hibride de putere;</li> <li>- să reacționeze în dezbateri pe bază de feedback;</li> <li>- să promoveze atitudinea pozitivă față de partenerii de dialog;</li> <li>- să dezvolte spiritul de inițiativă în elaborarea unor sarcini.</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1. Curs		Metode de predare	Observații Resurse folosite
1	<b>Modele computaționale de simulare;</b> Simularea vs. Modelare; Model conceptual de simulare (Metodologia de dezvoltare a modelului ; Criterii de evaluare a modelului ; Transferul de energie și modelarea cauzală); Construcția și validarea modelelor; Medii de simulare; Exemple – 2 ore	Prelegere Dezbateri	Calculator, Videoproiector
2 3	<b>Surse de energie regenerabile</b> (eoliană, solară, hidrolică, geotermică, derivată din biomasa); Principiul de generare a energiei; Caracteristicile funcționale și parametrii sursei de energie; Estimarea eficienței energetice de conversie; Evaluarea potențialului energetic regenerabil la nivelul unei entități (clădire/localitate/zona); (2 ore) Studiu de caz : Analiza caracteristicilor de operare pentru maximizarea eficienței energetice în utilizarea panoului fotovoltaic (PV) în condiții de umbră parțială (2 ore) – 4 ore	Prelegere Dezbateri	Calculator, Videoproiector
4 5	<b>Tehnologii de stocare a energiei;</b> Stocarea electrochimică a energiei; Tehnologii pentru acumulatori electrici, Ultracapacitoare etc. Stocarea energiei în câmp electric și magnetic; Alte tehnologii; Topologii hibride pentru sistemul de stocare a energiei (ESS). (2 ore) Exemplu de proiectare (2 ore). – 4 ore	Prelegere Dezbateri	Calculator, Videoproiector
6 7	<b>Tehnologia hidrogenului și a pilelor de combustie;</b> Tehnologii de fabricație și stocare a hidrogenului; Tipuri de pile de combustie; Principiu de funcționare ; domeniu de aplicații; Pila de combustie cu membrana protonică – PEMFC (modelarea proceselor de la anod și catod; sistemul de umidificare; sistemul de răcire; sistemul electronic de control și protecție; Estimarea eficienței energetice); (2 ore) Studiu de caz: dimensionarea unui unități de putere autonome alimentată de la o pila de combustie și ESS (2 ore); – 4 ore	Prelegere Dezbateri	Calculator, Videoproiector
8 9	<b>Arhitecturi de sisteme hibride (HS) pentru generarea de energie.</b> Arhitectura FC/PV/turbina eoliană/ESS; Conversoare de putere uni sau bidirecționale; Structuri de conversie uni sau multietaj; Interfețe de putere multi-port; Estimarea eficienței de conversie energetice (2 ore); Studii de caz: FC vehicul (FCV); plug-in FCV; casa rezidențială autonomă energetic etc. (2 ore) – 4 ore	Prelegere Dezbateri	Calculator, Videoproiector
10 11	<b>Strategii de control și management energetic a interfețelor de putere;</b> Control PWM adaptiv de tip MPP (Maximum Power Point); Algoritmi MPP inteligenți; (2 ore) Tehnici de management energetic pentru asigurarea balanței de putere; Tehnici de filtrare și reducere a ripple-ului de curent/tensiune; Tehnici avansate pentru monitorizarea și diagnoza surselor de putere autonome ; Problematika conectării la (micro)rețea (2 ore); – 4 ore	Prelegere Dezbateri	Calculator, Videoproiector

12 13	<b>Sisteme de generare distribuite (DG)</b> bazate pe HS. Problematica microrețetelor inteligente (SG); Monitorizarea și izolarea SG (2 ore); Tehnologii și standarde de comunicație dedicate sistemelor DG (2 ore). – 4 ore	Prelegere Dezbateri	Calculator, Videoproector
14	<b>Analiza tehnico-economică sisteme hibride (HS)</b> bazate pe diferite tehnologii de conversie a energiilor regenerabile; Analiza multiobiectiv; Studii de caz: Definirea indicatori sintetici de performanță (tip funcții mixate într-o funcțională); Optimizarea tehnico-economică pentru un HS; – 2 ore	Prelegere Dezbateri	Calculator, Videoproector

#### Bibliografie

- ❖ N. Bizon, 2004, Teoria Sistemelor - Teorie și Aplicații (Theory and Control Systems), 185 pag., Editura MatrixROM, București, ISBN 973-685-677-1.
- ❖ N. Bizon, M. Oproescu, 2007, Power Converters for Energy Generation Systems (Convertoare de Putere utilizate în Sistemele de Generare a Energiei), 160 pages, Publishing house of the University of Pitești, Pitești, ISBN 978-973-690-644-2.
- ❖ N. Bizon, 2008, Optimized Systems for Green Power Conversion (Sisteme Optimizate pentru Conversia Energiei Curate), 215 pages, MatrixROM Publishing house, Bucharest, ISBN 978-973-755-401-7.
- ❖ N. Bizon, 2008, Modelarea Sistemelor Invertoare alimentate de la Pile de Combustie (Modelling of Inverter Systems supplied by Fuel Cells), 220 pages, Publishing house of the University of Pitești, Pitești, ISBN 978-973690-817-0.
- ❖ N. Bizon, Intelligent control of the Energy Generation System, book chapter in: K. Metaxiotis (Ed.), Intelligent Information Systems and Knowledge Management for Energy: Applications for Decision Support, Usage and Environmental Protection, IGI Global, USA, 2009, chapter 2, pp. 40 -96, ISBN 978-1-60566-737-9 (hardcover), ISBN 978-1-60566-738-6 (ebook).
- ❖ N. Bizon, N. M. Tabatabaei and Hossein Shayeghi (Ed.), Advanced Techniques and Applications on Stability, Control and Optimal Operation of the Hybrid Power Systems, Springer Verlag London Limited, London, UK, 2013.
- ❖ N. Bizon and N. M. Tabatabaei (Ed.), Advances in Energy Research: Energy and Power Engineering, Nova Science Publishers Inc., USA, 2013, 978-1-62257-534-3 (hardcover), 978-1-62257-546-6 (ebook). 698 pp  
[https://www.novapublishers.com/catalog/product\\_info.php?products\\_id=36315&osCsid=ccc0dd5ced12df6ba9340d8c9d71142b](https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=36315&osCsid=ccc0dd5ced12df6ba9340d8c9d71142b)
- ❖ N. Bizon (Ed.), Advances in Energy Research: Distributed Generation systems integrating Renewable Energy Resources, 3 chapters by N. Bizon, Nova Science Publishers Inc., USA, 2012, 978-1-61209-991-0 (hardcover), 978-1-61209-991-2 (ebook). 692 pp  
[https://www.novapublishers.com/catalog/product\\_info.php?products\\_id=22516](https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=22516)
- ❖ L. Stoleriu, Introducere în modelarea și simularea proceselor fizice, Tehnopress, 2008
- ❖ N. Bizon, Sisteme hibride de energie electrică, note de curs pe CD

8.2. Aplicații –Laborator		Metode de predare	Observații Resurse folosite
1	Protecția muncii privind echipamentele electrice; Tehnici de verificare și validare a unui model matematic; prelucrări statistice ale datelor experimentale; Validarea experimentală a modelului pentru un modul PV. (Lab T221). (4 ore);	Măsurări pe machete de laborator Studiul de caz Simulări	Echipamente specifice Calculator Software
2	Energie termosolară; Realizarea experimentelor de monitorizare a unui sistem termosolar (Lab Energii Regenerabile corp S, S310) (4 ore);	Măsurări pe machete de laborator Studiul de caz Simulări	Echipamente specifice Calculator Software
3	Topologie hibridă activă pentru sistemul de stocare a energiei bazată pe acumulatori electrice și ultracapacitoare. Analiza experimentală a performanțelor de eficiență energetică pentru convertorul buck-boost de tip bidirecțional. (Lab T221). (4 ore);	Măsurări pe machete de laborator Studiul de caz Simulări	Echipamente specifice Calculator Software
4	Surse PV hibride: Realizarea experimentelor de monitorizare a unui sistem de generare a energiei format din panou PV/baterie/invertoare (Lab Energii Regenerabile corp S, S310) (4 ore);	Măsurări pe machete de laborator Studiul de caz Simulări	Echipamente specifice Calculator Software
5	Macromodelarea și emularea sistemelor hibride complexe: Realizarea experimentelor de validare a modelului pentru o pila de combustie. Emulator pentru o pila de combustie. (Lab T221). (4 ore);	Măsurări pe machete de laborator Studiul de caz Simulări	Echipamente specifice Calculator Software
6	Surse WT hibride: Realizarea experimentelor de monitorizare a unui sistem de generare a energiei bazat pe o turbină de vânt Analiza experimentală a sistemului redresor- invertoare. Analiza prin simulare a invertoarelor comandate rectangular, PWM sinus modificat și PWM sinus pur. (Lab Energii Regenerabile corp S, S310). (4 ore);	Măsurări pe machete de laborator Studiul de caz Simulări	Echipamente specifice Calculator Software
7	Evaluarea indicatorilor sintetici de performanță pentru un sistem hibrid de generare a energiei: Control PWM de tip MPPT pentru un convertor cc-cc; Management energetic al fluxurilor de putere dintr-un sistem hibrid pe baza balanței de puteri; Colocvii de laborator. (Lab Energii Regenerabile corp S). (Lab T221). (4 ore);	Exercițiul Studiul de caz Lucrul în grup	Calculator Software

#### Bibliografie

- N. Bizon, M. Cicerone, Sisteme hibride de energie electrică, Indrumar de laborator, Multiplicat în laborator și pe CD

### 9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori din domeniul aferent programului

Tematica de curs și laborator a fost analizată în întâlnirile titularului de curs cu reprezentanții companiilor (vizite de lucru), cu reprezentanții universităților din țară și străinătate (vizite Erasmus) și în sedințele departamentului ECIE.

### 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota
----------------	---------------------------	-------------------------	-----------------------

			finală
10.4 Curs	Tema de casa Evaluare finală	Studiu de caz Probă scrisă – întrebări teoretice și studii de caz	30% 50%
10.5 Laborator	Rezolvarea studiilor de caz și completarea fișelor de înregistrare a rezultatelor, conform cerințelor din lucrările de laborator	Probă practică + întrebări teoretice	20%
10.6 Standard minim de performanță	<p>Au fost definiți 10 itemi minimali care sunt prezentați studenților în prima oră de curs.</p> <p><b>Condiții de acceptare la Evaluarea finală:</b> Prezență totală la activitățile de laborator; Notă minimă 5 la activitățile de laborator;</p> <p><b>Set de cunoștințe minimale pentru promovarea Evaluării finale:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipuri de surse de energie regenerabilă sau alternative (identificarea a minim 3)</li> <li>2. Caracterizarea dpdv electric a surselor de energie regenerabilă sau alternative (caracterizarea a minim 2)</li> <li>3. Tipuri de dispozitive de stocare a energiei electrice (identificarea a minim 3)</li> <li>4. Caracterizarea dpdv electric a dispozitivelor de stocare a energiei electrice (caracterizarea a minim 2)</li> <li>5. Tipuri de pile combustie (identificarea a minim 3)</li> <li>6. Caracterizarea dpdv electric-fizic-chimic a proceselor care au loc în subsistemele pilei de combustie (caracterizarea a minim 2 subsisteme)</li> <li>7. Topologii de sisteme hibride de generare a energiei (identificarea a minim 3)</li> <li>8. Criterii de proiectare a topologiilor de sisteme hibride de generare a energiei (aplicarea corectă pe 1 topologie identificată)</li> <li>9. Indicatorilor sintetici de performanță pentru un sistem hibrid de generare a energiei (identificarea a minim 3)</li> <li>10. Strategii de management energetic și control optimizat (caracterizarea a minim 2)</li> </ol> <p><b>Condiții de promovabilitate:</b> notă minimă 5 la fiecare din subiectele de la <b>Evaluarea finală</b>.</p>		

Data completării  
27.09.2021

Titular de curs  
Prof. Dr. Ing. Nicu BIZON

Titular de seminar / laborator  
SI dr. ing. Marinescu CICERONE

Data avizării în departament  
27.09.2021

Director de departament  
Prof.univ.dr. Gheorghe SERBAN