

FIȘA DISCIPLINEI

Sisteme fotovoltaice 2022-2023

1. Date despre program

1.1	Instituția de învățământ superior	Universitatea din Pitești
1.2	Facultatea	Electronică, Comunicații și Calculatoare
1.3	Departamentul	Electronică, Calculatoare și Inginerie Electrică
1.4	Domeniul de studii	Inginerie electrică
1.5	Ciclul de studii	Master
1.6	Programul de studii / Calificarea	Sisteme de Conversia a Energiei - SCE / Inginer MSc; 215149 inginer electrician

2. Date despre disciplină

2. Date despre disciplina											
2.1	Denumirea disciplinei					Sisteme fotovoltaice					
2.2	Titularul activităților de curs/proiect					S. I. dr. ing. RĂDUCU Marian					
2.3	Titularul activităților de laborator					S. I. dr. ing. RĂDUCU Marian					
2.4	Anul de studii	I	2.5	Semestrul	II	2.6	Tipul de evaluare	Examen	2.7	Regimul disciplinei	S/O

3. Timpul total estimat

3.1	Număr de ore pe săptămână	4	3.2	din care curs	2	3.3	laborator/proiect	1/1
3.4	Total ore din planul de inv.	56	3.5	din care curs	28	3.6	laborator/proiect	14/14
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								14
Pregătire proiect/laboratoare, teme, referate, portofolii, eseuri								20
Tutoriat								4
Examinări								6
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 competente	Competențe acumulate la disciplinele: Chestiuni speciale de electrotehnică.

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1	De desfășurare a cursului	Sală dotată cu videoproiector și ecran, min. 30 locuri
5.2	De desfășurare a proiectului	Sală dotată cu videoproiector și ecran, min. 30 locuri
5.3	De desfășurare a laboratorului	Sală dotată cu aparatură de laborator pentru studiul caracteristicilor unui sistem cu panouri fotovoltaice, min. 15 locuri

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. (1.5 PC)
	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. (1.5 PC)
Competențe transversale	CT1. Comportarea responsabilă și etică în spiritul legii pentru a asigura prestigiul profesiei. Aplicarea conforma a eticii profesionale, integritatea în profesie. (1 PC)
	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. (1 PC)

7. Obiectivele disciplinei

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea de competențe în domeniul caracterizării, modelării, proiectării și utilizării sistemelor de conversie fotoelectrică a energiei.
7.2 Obiectivele specifice	<p>Obiective cognitive:</p> <ul style="list-style-type: none"> - să cunoască fenomenele ce apar în celula fotovoltaică; - să cunoască caracteristicile principalelor tipuri de convertitoare fotoelectrice; - să cunoască modelele convertitoarelor fotoelectrice; - să cunoască caracteristicile sistemelor fotovoltaice. <p>Obiective procedurale:</p> <ul style="list-style-type: none"> - să utilizeze modelele convertitoarelor fotoelectrice în analiza și proiectarea sistemelor fotovoltaice. <p>Obiective atitudinale:</p> <ul style="list-style-type: none"> - să promoveze atitudinea constructivă față de colegii de echipă; - să promoveze spiritul de inițiativă în elaborarea unei sarcini.

8. Conținuturi

8.1. Curs		Metode de predare	Observații Resurse folosite
1	Introducere – 1 oră 1. Problematica și scopul cursului de SF	Prelegere Explicație	Calculator, Videoproiector
2	Radiația solară – 2 ore 1. Soarele 2. Proprietăți radiometrice 3. Radiația corpului negru 4. Dualitatea particulă-undă 5. Spectrul solar	Prelegere Dezbateri Explicație	Calculator, Videoproiector
3	Noțiuni de fizica semiconductoarelor – 3 ore 1. Structura celulei solare 2. Materiale semiconductoare 3. Transportul purtătorilor mobili de sarcină 4. Generarea și recombinarea purtătorilor de sarcină 5. Ecuații de continuitate 6. Ecuații de bază ale semiconductoarelor 7. Aplicații	Prelegere Dezbateri Explicație	Calculator, Videoproiector
4	Joncțiunea pn – 3 ore 1. Joncțiunea pn la echilibru termic 2. Caracteristica statică a joncțiunii pn 3. Parametrii de catalog ai diodelor 4. Aplicații	Prelegere Dezbateri Explicație	Calculator, Videoproiector
5	Efectul fotoelectric intern – 2 ore 1. Sursele efectului fotoelectric 2. Modelarea celulei fotovoltaice 3. Efectul fotoelectric în semiconductori anorganici 4. Efectul fotoelectric în structuri cu semiconductori organici	Prelegere Dezbateri Explicație	Calculator, Videoproiector
6	Generatorul fotoelectric – 3 ore 1. Modelarea generatorului fotoelectric 2. Caracteristica externă 3. Puterea și randamentul 4. Modelarea în SPICE a celulei fotovoltaice 5. Influența temperaturii asupra caracteristicilor I-V și P-V	Prelegere Dezbateri Explicație Problematizare	Calculator, Videoproiector
7	Tipuri de generatoare fotoelectrice - 4 ore 1. Celula fotovoltaică 2. Tipuri uzuale de celule fotovoltaice 3. Conectarea celulelor într-un modul fotovoltaic 4. Module fotovoltaice 5. Generații de celule fotovoltaice	Prelegere Dezbateri Explicație Problematizare	Calculator, Videoproiector
8	Optimizarea performanțelor generatoarelor fotoelectrice – 2 ore 1. Introducere 2. Analiza precisă a eficienței generatorului fotoelectric 3. Calculul rezistenței serie 4. Optimizarea generatorului fotoelectric în condiții de putere maximă la borne	Prelegere Dezbateri Explicație Problematizare	Calculator, Videoproiector
9	Stocarea energiei furnizate de generatoarele fotoelectrice – 2 ore 1. Baterii plumb-acid 2. Baterii cu nichel (Ni-Fe, Ni-Zn, Ni-Cd și Ni-MH) 3. Baterii pe baza de sodiu 4. Baterii pe baza de litiu (litiu polimer (Li-P) și litiu-ion (Li-Ion)) 1. Baterii metal – aer (Al – aer, Li – aer)	Prelegere Dezbateri Explicație Problematizare	Calculator, Videoproiector
10	Implementarea sistemelor fotovoltaice – 6 ore 1. Introducere 2. Sisteme independente 2.1. Structura unui sistem fotovoltaic independent 2.2. Aria de panouri fotovoltaice 2.3. Reglatoare de încărcare a bateriilor 2.4. Regulator de încărcare cu MC34063 3. Sisteme conectate la rețeaua de energie publică 3.1. Structura unui sistem fotovoltaic conectat la rețea 3.2. Exemple de implementare	Prelegere Dezbateri Explicație	Calculator, Videoproiector
Bibliografie 1. Marian Raducu , Sisteme fotovoltaice, note de curs, 2020. 2. Imene Yahyaoui, <i>Advances in Renewable Energies and Power Technologies Volume 1: Solar and Wind Energies</i> , Elsevier Inc. 2018. 3. Majid Jamil, M. Rizwan, D. P. Kothari, <i>Grid Integration of Solar Photovoltaic Systems</i> , Taylor & Francis Group, LLC, 2018. 4. SOTERIS A. KALOGIROU, <i>McEVOY'S HANDBOOK OF PHOTOVOLTAICS: Fundamentals and Applications</i> , Third Edition, 2018 Elsevier Ltd.			

5. Parimita Mohanty, Mohan Kolhe, Tariq Muneer, *Solar Photovoltaic System Applications, A Guidebook for Off-Grid Electrification*, Springer, 2016.
6. Arno HM Smets, Klaus Jäger, Olindo Isabella, René ACMM van Swaaij, Miro Zeman, *Solar energy, The physics and engineering of photovoltaic conversion, technologies and systems*, UIT, Cambridge, England, 2016.
7. Ismail H. Altas and Adel M. Sharaf, *Solar Energy and PV Systems*, International Journal of Photoenergy,, Hindawi Publishing Corporation, 2014.
8. Kalogirou, S. A., *Solar Energy Engineering: Processes and Systems*, 2nd ed., Elsevier, Oxford, UK., 2013.
9. Raj Shakya, *Training Manual for Engineers on Solar PV System*, TECHNICAL REPORT · JULY 2011.
10. G. N. Tiwari, Swapnil Dubey, *Fundamentals of Photovoltaic Modules and Their Applications*, RSC Publishing, 2010.
11. Aldo V. Da Rosa, *Fundamentals of Renewable Energy Processes*, Elsevier, 2009.
12. Anca, Tomescu, I., B. ,L.. Tomescu, F., M., Tomescu, *Conversiunea directa a energiei*, Ed. Matrix ROM, Buc., 2008.
13. Sen Zekai, *Solar Energy Fundamentals and Modeling Techniques*, Springer-Verlag London, 2008.

8.2. Aplicații – Proiect		Metode de predare	Observații Resurse folosite
1	Prezentarea cerințelor de proiectare. Repartizarea temelor de proiectare. Schema bloc a sistemului de proiectat – 2 ore	Problematică, algoritmică	Tablă
2	Proiectarea blocului cu panouri fotovoltaice – 2 ore	Problematică, algoritmică, modelare	Tablă
3	Proiectarea blocului de acumulatori. – 2 ore	Problematică, algoritmică, modelare	Tablă
4	Proiectarea blocului de încărcare a acumulatorilor – 2 ore	Problematică, algoritmică	Tablă
5	Proiectarea blocului invertor – 2 ore	Problematică, algoritmică	Tablă
6	Estimarea financiară a sistemului proiectat – 2 ore	Problematică, algoritmică, modelare	Tablă
7	Susținerea proiectului – 2 ore	Problematică, algoritmică	Tablă

Bibliografie

1. **Marian Raducu**, Sisteme fotovoltaice-Îndrumar de proiectare, Pitești, 2020.
2. Mette Kristine Breiteig, Trond Hjartaker, *Off-grid Solar Power Systems in Rural Areas*, Western Norway University of Applied Sciences, 2017.
3. Mukund, Patel, *Wind and Solar Power Systems: Design, Analysis and Operation*, Second Edition, US Merchant Marine, Academy, Kings Point, New York, USA, 2005.
4. <http://www.ro-bul-ret.eu/images/stories/results/ret/modulul-2.pdf>
5. <http://recap.apctt.org/Docs/SOLAR.pdf>
6. http://remsis.utcluj.ro/wp-content/uploads/2016/02/RST_Faza_2_2015_rezumat_UTCN.pdf

Notă: Cerințele de proiectare și alte informații referitoare la proiect sunt prezentate în Anexa 1

8.2. Aplicații – Laborator		Metode de predare	Observații Resurse folosite
1	Celula fotovoltaică - 4 ore	Experiment, Lucru în grup, Dezbateri	Celule fotovoltaice, sarcini reglabile, voltmetru electronic, PC.
2	Panoul fotovoltaic – 4 ore	Experiment, Lucru în grup, Dezbateri	Panouri fotovoltaice, sarcini reglabile, voltmetru electronic, PC.
3	Sistem de stocare a energiei de la panourile fotovoltaice – 4 ore	Experiment, Lucru în grup, Dezbateri	Panouri fotovoltaice, convertor c. c. – c.c., acumulatori electrice, voltmetru electronic, PC.
4	Colocviu de laborator – 2 ore		

Bibliografie

1. Marian RĂDUCU, Sisteme fotovoltaice- Îndrumar de laborator, suporturi scrise, 2020.
2. Sabah, Nassir H., *Circuit analysis with PSpice: a simplified approach*, Taylor & Francis Group, 2017.
3. N. Bizon, *Convertoare*, Ed. MATRIX.ROM, București, 2004.
4. <http://recap.apctt.org/Docs/SOLAR.pdf>
5. <http://www.ro-bul-ret.eu/images/stories/results/ret/modulul-2.pdf>

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

Participare titularului de curs la întâlnirea cu membri echipei proiectului INNOVATIVE EUROPEAN STUDIES on RENEWABLE ENERGY SYSTEMS (IESRES), (Gazi University, Technology Faculty, Ankara, Turkey) în aprilie 2016 a oferit posibilitatea consultării cu specialiști în domeniul energiilor regenerabile din: Turcia, Spania și Lituania.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Activitate curs	Teste de verificare și temă curs	10%

	Evaluare finală	Probă scrisă – întrebări teoretice și aplicații	50%
10.5 Laborator/ Proiect	Colocviu de laborator și referate de laborator Sustținere	Verificare teoretică, probă practică/ simulare și verificare referate Orală	20% 20%
10.6 Standard minim de performanță	<p>1) Cerințe pentru participarea la evaluarea finală:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Prezență la toate activitățile de laborator; b) Nota minimă 5 la fiecare din următoarele activități: activitate curs, proiect și laborator. <p>2) Set de cunoștințe minime pentru promovarea evaluării finale:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Spectrul radiației solare; b) Descrierea fenomenului de generare a purtătorilor mobili de sarcină; c) Caracteristica statică a joncțiunii pn; d) Efectul fotoelectric intern; e) Caracteristica curent-tensiune a unei celule fotovoltaice; f) Modelul cu o dioda al generatorului fotoelectric; g) Interpretarea parametrilor unui panou fotovoltaic; h) Structura unui sistem fotovoltaic. <p>* Studenții reînmatriculați sau în an de grație se vor ghida și vor fi evaluați după fișa de disciplină aferentă anului academic în desfășurare.</p>		

Data completării
10.09.2022

Titular de curs, proiect și laborator,
S. I. dr. ing. Marian RĂDUCU

Data avizării în departament
15.09.2022

Director de departament,
Prof. univ. dr. ing. Gheorghe ȘERBAN

Facultatea de Electronică, Comunicații și Calculatoare
Departamentul de Electronică, Calculatoare și Inginerie Electrică

TEMA DE PROIECT DE DISCIPLINĂ

Programul de studii: **Sisteme de Conversie a Energiei**

Anul universitar 2022/2023. Anul de studii I. Grupa SCE 1.1 Subgrupa

Disciplina: **Sisteme fotovoltaice**

Titlul temei de proiect de disciplină: **Sistem de alimentare independent cu panouri fotovoltaice**

Conținut și volum orientativ (cerințe și specificații generale)

1. Cerințele de proiectare
2. Schema bloc
3. Proiectarea blocului cu panouri fotovoltaice
4. Proiectarea blocului de încărcare a acumulatorilor
5. Proiectarea blocului de acumulatori
6. Proiectarea blocului invertor
7. Lista de materiale utilizate
8. Calculul economic
9. Schema finală

Bibliografie

1. Mukund, Patel, Wind and Solar Power Systems: Design, Analysis and Operation , Second Edition, US Merchant Marine, Academy, Kings Point, New York, USA, 2005.
2. <http://www.ro-bul-ret.eu/images/stories/results/ret/modulul-2.pdf>
3. <http://recap.apctt.org/Docs/SOLAR.pdf>

Termen de predare și susținere: în ultima ședință de proiect prevăzută în orarul grupei de studenți.

Date inițiale de proiectare (în anexă, individualizat pentru fiecare student/masterand)

- A1. Sarcini alimentate
- A2. Durata zilnică de funcționare
- A3. Energia zilnică consumată
- A4. Tensiunea de alimentare a sarcinilor

Data elaborării temei proiectului de disciplină (în ziua primei ședințe de proiect).

Întocmit (titular proiect),

S. I. dr. ing. Marian RĂDUCU Marian

Data avizare în departament
15.09.2022

Director de departament
Prof. univ. dr. ing. Gheorghe ȘERBAN