



## FIȘA DISCIPLINEI

## 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Autovehicule Rutiere, Mecatronică și Mecanică
1.3 Departamentul	Inginerie Mecanică
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Mecanică
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	Energii regenerabile
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	7.00

## 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Sisteme fotovoltaice						
2.2 Responsabil disciplina	Conf. Dr. ing. Fehete-Tutunaru Lucian V.–lucian.fehete@auto.utcluj.ro						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Conf. Dr. ing. Fehete-Tutunaru Lucian V.–lucian.fehete@auto.utcluj.ro						
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	2	2.6 Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	DS/DI

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care:	3.2 curs	2	3.3 laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42	din care:	3.5 curs	28	3.6 laborator	14
Distribuția fondului de timp						ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe (în timpul semestrului)						21(onsite) 15(online)
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren						20(onsite) 14(online)
Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri						40
Tutoriat						-
Examinări și pregătire examinare						2(onsite) 14(online)
Alte activități.....						-
3.7 Total ore studiu individual	83					
3.8 Total ore pe semestru	125					
3.9 Numărul de credite	5					

## 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	-
4.2 de competențe	-

## 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	-(online); computer/tableta prevăzute cu dif., mic. și camera video,
--------------------------------	--

	conexiune internet
5.2. de desfășurare a aplicațiilor	-(online); computer/tableta prevăzute cu dif., mic. și camera video, conexiune internet

## 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>Să cunoască principiile generale legate de energia solară, producerea și posibilitățile de captare a acesteia.</p> <p>Să cunoască tehnicile de conversie a energiei solare în energie fotovoltaică.</p> <p>Să cunoască construcția și funcționarea echipamentelor de conversie a energiei solare în energie electrică.</p> <p>Să proiecteze un sistem de conversie a energiei solare în energie electrică utilizând sistemele fotovoltaice.</p> <p>Să stabilească o modalitate eficientă de valorificare a energiei solare.</p> <p>Să stabilească eficiența sistemelor fotovoltaice.</p>
Competențe transversale	<p>Exprimarea orală și în scris a cunoștințelor dobândite.</p> <p>Utilizarea eficientă a resurselor ITC atât în comunicare cât și în formarea profesională.</p> <p>Să rezolve în mod autonom problemele date, specifice studiului individual și proiectului.</p> <p>Să îndeplinească obiectivele aplicațiilor practice de laborator în echipă, în mod responsabil.</p>

## 7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea abilităților de a aplica corect cunoștințele acumulate pentru rezolvarea diferitelor probleme specifice energiilor regenerabile în general și fotovoltaice în special.
7.2 Obiectivele specifice	<p>Înțelegerea principiilor legate de energia solară.</p> <p>Evidențierea și cuantificarea parametrilor procesului de conversie fotovoltaică.</p> <p>Să proiecteze și să eficientizeze un sistem fotovoltaic.</p>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs		Metode de predare	Observații
	Introducere: integrarea sistemelor PV în rețeaua de energie electrică, tipuri de sisteme PV, structura și componentele unui sistem PV (2h)	Prelegerea participativă, dezbateră, expunerea, exemplificarea, problematizarea, modelarea, documentarea pe web.	
	Evaluarea amplasării: probleme generale, mișcarea relativă a soarelui pe cer, altitudine solară și azimut, evaluarea amplasării, modelarea iradianței solare (2h)		
	Fundamentele teoretice ale celulelor solare: proprietățile fundamentale ale semiconducătorilor, joncțiunea pn, fundamentele celulelor solare (2h)		
	Limitele teoretice ale conversiei fotovoltaice: limitări de ordin termodinamic, conversia fotovoltaică, randamentul convertoarelor fotovoltaice, concepte de conversie fotovoltaică de înaltă eficiență (2h)		
	Celule solare: materiale și tehnologii bazate pe siliciu, materiale și tehnologii bazate pe Cu(InGa)Se <sub>2</sub> , materiale și tehnologii bazate pe aliaje cadmiu-telur, alte materiale și concepte pentru conversia fotovoltaică (2h)		
	Module fotovoltaice I: construcția modulelor, interconectarea		

	modulelor, proprietăți electrice (2h)		
	Module fotovoltaice II: efectul temperaturii, sisteme de montare, fiabilitatea și caracteristica UI (2h)		
	Sisteme fotovoltaice I: MPPT – urmărirea punctului de maximă putere, cabluri și baterii (2h)		
	Stocarea electrochimică a energiei fotovoltaice, concepte generale asupra pilelor electrochimice, condiții de funcționare a pilelor în sisteme fotovoltaice, sisteme electrochimice cu stocare internă, sisteme electrochimice cu stocare externă (2h)		
	Sisteme fotovoltaice II: convertoare cc-cc, convertoare cc-ca, topologii de rețea, protecția și eficiența sistemelor(2h)		
	Proiectarea și integrarea sistemelor fotovoltaice I: introducere în proiectarea sistemelor PV, sisteme simple, sisteme complexe, sisteme conectate la rețea, sisteme independente (2h)		
	Proiectarea și integrarea sistemelor fotovoltaice II: integrarea sistemelor PV în rețeaua de energie electrică, aspecte financiare (2h)		
	Impactul sistemelor fotovoltaice asupra mediului: fabricarea sistemelor fotovoltaice, operarea sistemelor fotovoltaice, amortizarea sistemelor fotovoltaice, instalarea sistemelor fotovoltaice, reciclarea componentelor sistemelor fotovoltaice (2h)		
	Măsuri suport și costuri ale utilizării energiei fotovoltaice, analize de piață, influențe asupra pieței tehnologiilor fotovoltaice, costul energiei fotovoltaice (2h)		

**Bibliografie:**

BOXWELL, M., Solar electricity handbook : a simple, practical guide to solar energy : how to design and install photovoltaic solar electric systems, 7th ed., Ryton on Dunsmore, UK : Greenstream Publishing, 2013

Teodorescu, R., Liserre, M., Rodríguez P., Grid converters for photovoltaic and wind power systems, Chichester : John Wiley and Sons : IEEE Press, 2011

Adolf Goetzberger, Volker U. Hoffmann, Photovoltaic Solar Energy Generation, Published by Springer, 2005, ISBN 3540236767, 9783540236764.

Burnete, N.,ș.a., Surse de energie pentru agricultură, Ed. AlmaMater, 2003.

France Lasnier, Tony Gan Ang, Photovoltaic Engineering Handbook, Published by CRC Press, 1990, ISBN 0852743114, 9780852743119.

Gherghina Vlădescu, SC Opcom SA, Sursele Regenerabile de Energie în condițiile liberalizării pieței de energie electrică din România, Conferința Națională a Energiei –CNE 2004, Neptun, Romania, 2004.

Mugur B.C. et al., Energii regenerabile, UT Press, 2007.

Quaschnig V., Understanding Renewable Energy Systems, Earthscan, 2005

Solar Energy International, Photovoltaics: Design and Installation Manual : Renewable Energy Education for a Sustainable Future, New Society Publishers, 2004

[http://www.fizica.unibuc.ro/Fizica/Studenti/Cursuri/doc/VFilip/S\\_Doct/Elemente\\_de\\_radiometrie\\_solara.pdf](http://www.fizica.unibuc.ro/Fizica/Studenti/Cursuri/doc/VFilip/S_Doct/Elemente_de_radiometrie_solara.pdf)

<http://www.mugurbalan.eu/cadru.html>

<https://energyeducation.ca>

<https://www.edx.org/course/solar-energy-photovoltaic-pv-systems>

<https://www.pveducation.org/>

<https://www.pv-tech.org/>

[https://www.amazon.com/Solar-Energy-engineering-photovoltaic-technologies-](https://www.amazon.com/Solar-Energy-engineering-photovoltaic-technologies-ebook/dp/B0198VHPHM/ref=sr_1_1?dchild=1&keywords=Solar+Energy%2C+the+physics+and+engineering+of+photovoltaic+conversion+technologies+and+systems&qid=1619601685&s=digital-text&sr=1-1)

[ebook/dp/B0198VHPHM/ref=sr\\_1\\_1?dchild=1&keywords=Solar+Energy%2C+the+physics+and+engineering+of+photovoltaic+conversion+technologies+and+systems&qid=1619601685&s=digital-text&sr=1-1](https://www.amazon.com/Solar-Energy-engineering-photovoltaic-technologies-ebook/dp/B0198VHPHM/ref=sr_1_1?dchild=1&keywords=Solar+Energy%2C+the+physics+and+engineering+of+photovoltaic+conversion+technologies+and+systems&qid=1619601685&s=digital-text&sr=1-1)

8.2 Seminar / laborator / proiect		Metode de predare	Observații
	Circuite electrice I (1h)	Problematizarea, dezbateră, exemplificarea, modelarea,	
	Circuite electrice II (1h)		
	Evaluarea necesarului de putere și energie electrică (1h)		
	Analiza și evaluarea celulelor și modulelor solare (1h)		

Evaluarea conversiei fotovoltaice (1h)	proiectul, documentarea pe web.	
Curbe tensiune-curent (1h)		
Interconectarea modulelor PV (1h)		
Curbe de raspuns spectral (1h)		
Conditionarea energiei fotovoltaice (1h)		
Evaluarea caracteristicilor acumulatorilor electrici (1h)		
Sisteme de incarcare a acumulatorilor (1h)		
Sisteme de monitorizare a incarcarii (1h)		
Determinarea eficientei unui convertor cc-cc (1h)		
Determinarea eficientei unui convertor cc-ca (1h)		

**Bibliografie:**

BOXWELL, M., Solar electricity handbook : a simple, practical guide to solar energy : how to design and install photovoltaic solar electric systems, 7th ed., Ryton on Dunsmore, UK : Greenstream Publishing, 2013

Teodorescu, R., Liserre, M., Rodríguez P., Grid converters for photovoltaic and wind power systems, Chichester : John Wiley and Sons : IEEE Press, 2011

Adolf Goetzberger, Volker U. Hoffmann, Photovoltaic Solar Energy Generation, Published by Springer, 2005, ISBN 3540236767, 9783540236764.

Burnete, N.,ș.a., Surse de energie pentru agricultură, Ed. AlmaMater, 2003.

France Lasnier, Tony Gan Ang, Photovoltaic Engineering Handbook, Published by CRC Press, 1990, ISBN 0852743114, 9780852743119.

Gherghina Vlădescu, SC Opcom SA, Sursele Regenerabile de Energie în condițiile liberalizării pieței de energie electrică din România, Conferința Națională a Energiei –CNE 2004, Neptun, Romania, 2004.

Mugur B.C. et al., Energii regenerabile, UT Press, 2007.

Quaschnig V., Understanding Renewable Energy Systems, Earthscan, 2005

Solar Energy International, Photovoltaics: Design and Installation Manual : Renewable Energy Education for a Sustainable Future, New Society Publishers, 2004

[http://www.fizica.unibuc.ro/Fizica/Studenti/Cursuri/doc/VFilip/S\\_Doct/Elemente\\_de\\_radiometrie\\_solara.pdf](http://www.fizica.unibuc.ro/Fizica/Studenti/Cursuri/doc/VFilip/S_Doct/Elemente_de_radiometrie_solara.pdf)

<http://www.mugurbalan.eu/cadru.html>

<https://energyeducation.ca>

<https://www.edx.org/course/solar-energy-photovoltaic-pv-systems>

<https://www.pveducation.org/>

<https://www.pv-tech.org/>

[https://www.amazon.com/Solar-Energy-engineering-photovoltaic-technologies-](https://www.amazon.com/Solar-Energy-engineering-photovoltaic-technologies-ebook/dp/B0198VHPHM/ref=sr_1_1?dchild=1&keywords=Solar+Energy%2C+the+physics+and+engineering+of+photovoltaic+conversion+technologies+and+systems&qid=1619601685&s=digital-text&sr=1-1)

[ebook/dp/B0198VHPHM/ref=sr\\_1\\_1?dchild=1&keywords=Solar+Energy%2C+the+physics+and+engineering+of+photovoltaic+conversion+technologies+and+systems&qid=1619601685&s=digital-text&sr=1-1](https://www.amazon.com/Solar-Energy-engineering-photovoltaic-technologies-ebook/dp/B0198VHPHM/ref=sr_1_1?dchild=1&keywords=Solar+Energy%2C+the+physics+and+engineering+of+photovoltaic+conversion+technologies+and+systems&qid=1619601685&s=digital-text&sr=1-1)

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

Conținutul disciplinei este în concordanță cu ceea ce se studiază în alte centre universitare din țară și străinătate. Pentru adaptarea la cerințele impuse de piața de muncă, conținutul disciplinei a fost armonizat cu cerințele impuse de specificul învățământului universitar, al institutelor de cercetare și al mediului de afaceri. Conținutul disciplinei este coroborat cu necesitățile angajatorilor din domeniile: producerii, transportului și distribuției energiei electrice. Standarde ocupaționale/Cod COR: Asistent de cercetare în electroenergetica - 215144; Consilier tehnic -215313; Dispecer rețea distribuție -215103; Inginer electroenergetica -215105; Proiectant inginer energetician -215111; Inginer de proiectare a sistemelor electroenergetice, Inginer de mentenanță a rețelelor și sistemelor de energie, Consilier în implementarea sistemelor de management a energiei, Consilier în promovarea sistemelor de energii regenerabile.

## 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
Curs	Prezența și calitatea interacțiunii la cursuri (onsite sau online), referate (onsite) chestionare (online), participări la sesiuni științifice, conținutul evaluării scrise (onsite), evaluarea săptămânală (online)	Examinare orală a proiectului elaborat și examinare scrisă a cunoștințelor de specialitate (onsite) Evaluarea chestionarelor săptămânale (online)	0,7
Laborator	Prezența și calitatea interacțiunii la laboratoare (onsite, online), conținutul lucrărilor de laborator și proiect (onsite), chestionare (online)	Examinare orală (onsite) Evaluarea chestionarelor (online)	0,3

### 10.6 Standard minim de performanță

Onsite: evaluarea laboratoarelor (max. 3 puncte), evaluarea finală (max. 7 puncte)

Online: chestionare curs (max. 3 puncte), chestionare laborator (max. 3 puncte), evaluare săptămânală (max. 7 puncte)

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
20.06.2023	Curs	Conf. Dr. ing. Fehete-Tutunaru Lucian V.	
	Aplicații	Conf. Dr. ing. Fehete-Tutunaru Lucian V.	

Data avizării în Consiliul Departamentului I.M.  
23.06.2023

Director Departament .....  
Prof.dr.ing. Opruța Dan

Data aprobării în Consiliul Facultății A.R.M.M.

Decan  
Prof.dr.ing. Filip Nicolae