

DISPOZITIVE SEMICONDUCTOARE DE PUTERE

1. Date despre disciplină

Facultatea	CALCULATOARE, INFORMATICĂ ȘI MICROELECTRONICĂ				
Departamentul	MICROELECTRONICĂ ȘI INGINERIE BIOMEDICALĂ				
Ciclul de studii	Studii superioare de licență, ciclul I				
Programul de studiu	0714.5 Microelectronica și Nanotehnologii				
Anul de studiu	Semestrul	Tip de evaluare	Categoria formativă	Categoria de opționalitate	Credite ECTS
IV (învățământ cu frecvență)	7	Examen	S – unitate de curs de specialitate	O - unitate de curs obligatorie	5

2. Timpul total estimat.

Forma de studii	Total ore în planul de învățământ	Din care					
		Ore auditoriale			Lucrul individual		
		Curs	Seminar	Lucrări de laborator	Proiect de an	Studiul materialului teoretic	Pregătire aplicații
zi	150	45	-	30	-	45	30

3. Precondiții de acces la disciplină/modul

Conform planului de învățământ	Matematica superioară, Fizica, Măsurări electronice, Electrotehnica; Electronica, Circuite și dispozitive electronice, Fizica corpului solid, Materiale și componente în electronică, Tehnologii VLSI
Conform competențelor	Studentul trebuie să cunoască conceptele de bază ale fizicii corpului solid și electronicii, principiile și tehnicile electronicii de putere, dar și procesele tehnologice microelectronice. Obținerea competențelor: baza de dispozitive semiconductoare; principiile de construire și funcționare, caracteristicile și parametrii dispozitivelor semiconductoare discrete.

4. Condiții de desfășurare a procesului educațional pentru

Curs	Pentru prezentarea materialului teoretic în sala de curs este nevoie de tablă, cretă, proiector și calculator. Nu vor fi tolerate întârzierile studenților, folosirea laptopurilor, smartphone-urilor, precum și convorbirile telefonice în timpul cursului.
Laborator/seminar	Pentru petrecerea lucrărilor de laborator în sală este nevoie de tablă, cretă, echipamente necesare pentru efectuarea lucrărilor de laborator. Studenții vor perfecta rapoarte conform condițiilor din indicațiile metodice și orarului. Termenul de predare a raportului pe lucrarea de laborator – 2 săptămâni după finalizarea acesteia. Pentru predarea/depunerea cu întârziere a raportului final corect al lucrării de laborator aceasta se depunceață cu 1pct./săptămână de întârziere.

5. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>C1. Utilizarea adecvată a fundamentelor teoretice ale științelor ingineresti aplicate;</p> <p>C1.1 Identificarea conceptelor de bază proprii științelor ingineresti aplicate.</p> <p>C1.2 Explicarea structurii și funcționării componentelor microoptoelectronice pe baza unui spectru larg de materiale conductoare, semiconductoare și dielectrice.</p> <p>După parcurgerea disciplinei studenții vor fi capabili:</p> <p>C1.4 Utilizarea metodelor de validare a soluțiilor constructive pentru componentele și structurile proiectate</p> <p>C1.5 Implementarea de aplicații în practica inginerescă din domeniul specializării, folosind fundamente teoretice ale științelor ingineresti aplicate.</p> <p>C4. Conceperea, proiectarea, confecționarea și mentenanța componentelor electronice.</p> <p>C4.1 Descrierea structurii și funcționării componentelor microelectronice.</p> <p>C4.2 Explicarea rolului și a interacțiunii dintre componentele unui sistem electronic.</p> <p>C4.5 Transpunerea soluțiilor adoptate în proiectarea, confecționarea și mentenanța dispozitivelor electronice.</p>
Competențe transversale	<p>CT1. Aplicarea, în contextul respectării legislației, a drepturilor de proprietate intelectuală (inclusiv transfer tehnologic), principiilor, normelor și valorilor codului de etică profesională în cadrul propriei strategii de muncă riguroasă, eficientă și responsabilă;</p> <p>CT2. Identificarea rolurilor și responsabilităților într-o echipă și aplicarea de tehnici de relaționare și muncă eficientă în cadrul echipei;</p> <p>CT3. Identificarea oportunităților de formare continuă și valorificarea eficientă a resurselor și tehnicilor de învățare pentru propria dezvoltare.</p>

6. Obiectivele disciplinei/modulului

Obiectivul general	Formarea cunoștințelor fundamentale și aplicative despre metodele, tehnicile și tehnologiile folosite în dispozitivele și circuitele de putere. Însușirea procedeele de calcul și proiectare constructivă a dispozitivelor și circuitelor electronice de putere.
Obiectivele specifice	<p>Însușirea de către studenți a dispozitivelor semiconductoare de putere, structurii circuitelor de forță ale convertoarelor statice de putere.</p> <p>Să înțeleagă și să descrie structura dispozitivului sau circuitului nou.</p> <p>Să selecteze procedee adecvate pentru elaborarea dispozitivelor și circuitelor electronice de putere noi.</p> <p>Să formeze un procedeu optim de aplicare a calculelor și proiectare a circuitului electronic de putere.</p> <p>Să aplice corect procedeele de modelare, calcul, dimensionare și proiectare a dispozitivelor și circuitelor electronice de putere.</p>

7. Conținutul disciplinei/modulului

Tematica activităților didactice	Numărul de ore
	Învățământ cu frecvență
Tematica prelegerilor	
<p>Tema 1. INTRODUCERE</p> <p>Obiectul și problemele disciplinei. Excurs istoric în dezvoltarea electronicii de putere</p> <p>Convertoare statice de putere: clasificarea și domeniile de utilizare. Nivelul actual și perspectivele dezvoltării dispozitivelor semiconductoare de putere. Căile de dezvoltare a dispozitivelor semiconductoare de putere.</p>	3

<p>Tema 2. DIODE SEMICONDUCTOARE DE PUTERE. Joncțiunea <i>p-s-n</i>. Regimul dinamic. Puterea disipată în diodă. Dioda Schottky. Regimul termic al diodei. Încălzire în regim permanent. Evitarea ambalării termice. Încălzire în regim tranzitoriu.</p>	6
<p>Tema 3. TIRISTOARE Noțiuni generale. Principiul de funcționare și caracteristicile tiristorului. Modelul tiristorului “cu două tranzistoare”. Parametrii tiristorului. Modificările principale ale tiristoarelor. Regimul dinamic de comutație al tiristorului.</p>	4
<p>Tema 4. TRANZISTOARE BIPOLARE DE PUTERE. Noțiuni generale. Tranzistorul Darlington. Caracteristicile statice ale TB. Funcționarea tranzistorului bipolar de putere. Procese tranzitorii în TB.</p>	4
<p>Tema 5. TRANZISTOARE CU EFECT DE CÂMP. Noțiuni generale. Parametrii de bază ai MOS FET. Caracteristicile statice ale MOS FET de putere. Funcționarea MOS FET de putere. Caracteristicile dinamice ale MOS FET de putere. Comparația MOSFET vs TBP.</p>	4
<p>Tema 6. TRANSISTOARE BIPOLARE CU GRILĂ IZOLATĂ. Noțiuni generale. Parametrii de bază ai IGBT. Structura IGBT. Caracteristicile statice ale IGBT. Funcționarea IGBT. Caracteristicile dinamice ale IGBT. Module IGBT de putere inteligente.</p>	4
<p>Tema 7. REDRESOARE CU FACTOR DE PUTERE AVANSAT Redresoare comandate cu ventile complet comandate. Redresor cu comandă impuls – fază anticipată. Redresor cu comandă PWM a tensiunii redresate. Redresor cu formare forțată a formei curentului primar.</p>	2
<p>Tema 8. CONVERTOARE CU MODULAȚIA DURATEI ÎN TIMP. CHOPPERE Clasificarea convertoarelor cu modulația în durată a impulsurilor. Choppere ireversibile și reversibile, cu tiristoare convenționale și cu ventile complet comandate (TB, FET, GTO, IGBT), analiza funcționării și caracteristicile lor statice. Domeniile de utilizare a chopperelor în acționări electrice, echipamente industriale și în complexe cu roboți. Choppere step down. Choppere step down cu modulare bipolară. Chopper coborât în 4 cadrane. Choppere step up. Chopper inversor de polaritate (buck boost). Ciopper Cuk. Cioppere cu separare galvanică. Chopper cu separare galvanică cu sens direct.</p>	5
<p>Tema 9. INVERTOARE AUTONOME DE CURENT Noțiuni generale. Clasificarea invertoarelor autonome. Caracteristicile energetice ale invertoarelor. Aplicații ale invertoarelor autonome. Invertoare autonome de curent mono- și trifazate. Invertor autonom de curent trifazat. Invertor autonom de curent cu redresor de curent invers. Invertor autonom de curent trifazat paralel – serie. Invertor autonom de curent cu variator reactive. Invertor autonom de curent cu PWM.</p>	4
<p>Tema 10. INVERTOARE AUTONOME DE TENSIUNE. Procesele electromagnetice, caracteristicile statice și dinamice. Invertoare autonome de tensiune monofazate. Invertor autonom de tensiune monofazat semipunte. Invertorul autonom de tensiune monofazat cu priză mediană. Invertoare autonome de tensiune trifazate. IAT trifazat format în baza IAT monofazate în punte. IAT trifazat în 3 niveluri</p>	5
<p>Tema 11. INVERTOARE DE REZONANȚĂ Invertoare de rezonanță cu intrare închisă. Invertoare de rezonanță cu intrare deschisă. Invertoare de rezonanță cu ventile de curent invers. Invertoare de rezonanță cu tranzistoare. Invertoare de rezonanță clasa E</p>	2
<p>Tema 12. CONVERTOARE DE FRECVENȚĂ Convertoare directe de frecvență, principiul de funcționare, parametrii și caracteristicile. Convertoare de frecvență cu circuit intermediar de curent continuu. Performanțele și caracteristicile.</p>	2
Total prelegeri:	45

Temele lucrărilor de laborator	
LL1. Studiul caracteristicilor și parametrilor diodelor de semiconductoare de putere	4
LL2. Studiul și modelarea convertoarelor cu tiristoare de putere	4
LL3. Studiul și modelarea tranzistoarelor IGBT de putere	4
LL4. Studiul și modelarea invertorului monofazat și MOS FET-ului de putere	4
LL5. Studiul și modelarea redresoarelor trifazate	2
LL6. Studiul și modelarea convertoarelor cu modulația duratei în timp	4
LL7. Studiul și modelarea invertoarelor trifazate	4
LL8. Studiul și modelarea convertoarelor de frecvență	4
Total lucrări de laborator:	30

8. Referințe bibliografice

Obligatorii	<ol style="list-style-type: none"> 1. Blajă V, Circuite și echipamente electronice avansate. Note de curs. - Chișinău: U.T.M., 2021, 214 p. 2. C Ionescu F. Diode semiconductoare și redresoare de putere, București, 1995 3. Fl.Ionescu, D. Floricău, S. Nițu, J.P. Six, Ph. Delarue, C. Boguș: "Electronica de putere. Convertoare statice", București, Editura Tehnica, 1998. 4. SEMIKRON_Application-Manual-Power-Semiconductors English-EN_2015 5. Albu M., Electronica de putere – vol 1: Noțiuni introductive, dispozitive, conversia statică alternativ-continuu a energiei electrice, Casa de Editură „Venus” Iași, 2007. 6. Șontea V., Rusanovschi V, Maxim G. "Modelarea și simularea pe calculator în electronica de putere" ciclul de prelegeri, voi. I, Chișinău, 1996, 78 ex . Șontea V., 7. В. И. Мелешин Транзисторная преобразовательная техника, Москва: Техносфера, 2005.-632 с. 8. Томашевский, Д. Н. Автономные инверторы : учебное пособие / Д. Н. Томашевский. -Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019.-120
Suplimentare	<ol style="list-style-type: none"> 1. Blajă V, Gherțescu C. Electronica de putere. Îndrumar de laborator. - Chișinău: U.T.M., 2000, 88 p. 2. Кулик В.Д. Силовая электроника. Автономные инверторы, активные преобразователи: учебное пособие/ГОУВПО СПбГТУРП.-СПб.,2010.-90 с. 3. Основы силовой электроники. Силовые полупроводниковые приборы: учеб. Пособие/[А.А. Богомяков и др.]; под ред. Ф. И. Ковалёва, В. А. Усачёва. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012.-247с. 4. Силовая электроника. Розанов Ю.К., Рябчицкий М.В., Кваснюк А.А. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. 5. Mohan N., Undeland T., Robbins W., Power Electronics: Converters, Applications and Design, Third Edition, Published by John Willey & Sons Inc., USA, 2003 6. Erickson R., Maksimovic D., Fundamentals of Power Electronics, University of Colorado, Boulder, Colorado, Published by Kluwer Academic Publishers, USA, 2001. 7. Alexander B. Lostetter, "Miniaturization, Packaging, and Thermal Analysis of Power Electronics Modules", Blacksburg, Virginia, 1998. 8. Titu I. Bajenescu "Fiabilitatea componentelor electronice", manual, București, 1996.

9. Evaluare

Periodică		Curentă	Studiu individual	Proiect/teză	Examen
EP 1	EP 2				
15%	15%	15%	15%	-	40%
<p>Standard minim de performanță</p> <p>Prezența și activitatea la prelegeri și lucrări de laborator;</p> <p>Obținerea notei minime de „5” la fiecare dintre atestări/evaluări curente și lucrări de laborator;</p> <p>Obținerea notei minime de „5” la lucrul individual, inclusiv calcularea problemelor desinestător și simulări;</p> <p>Obținerea notei minime de „5” la proiectarea și realizarea unui circuit optoelectronic real,</p> <p>Demonstrarea în lucrarea de examinare finală a cunoașterii procedeelelor de calcul a dispozitivelor și circuitelor electronice de putere, a principiilor de funcționare pentru dispozitivele semiconductoare de putere studiate.</p>					