

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Bazele Electronicii
1.4 Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Programul de studii / Calificarea	Microelectronică, Optoelectronică și Nanotehnologii
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	55.10

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Instrumente software pentru microelectronică						
2.2 Aria de conținut	Circuite Integrate						
2.3 Responsabil de curs	Slr. dr. ing. Raul Oneț – <a href="mailto:Raul.Onet@bel.utcluj.ro">Raul.Onet@bel.utcluj.ro</a>						
2.4 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Conf. dr. ing. Marius Neag – <a href="mailto:Marius.Neag@bel.utcluj.ro">Marius.Neag@bel.utcluj.ro</a>						
2.5 Anul de studiu	IV	2.6 Semestrul	2	2.7 Tipul de evaluare	V	2.8 Regimul disciplinei	DS/DO

### 3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	din care: 3.2 curs	2	3.3 laborator / proiect	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	125	din care: 3.5 curs	28	3.6 laborator / proiect	28
Distribuția fondului de timp					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					18
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					14
Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					21
Tutoriat					14
Examinări					2
Alte activități: .....					
3.7 Total ore studiu individual	69				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

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

4.1 de curriculum	Circuite electronice fundamentale, Bazele tehnologice ale microelectronicii, Sisteme cu circuite integrate digitale, Circuite integrate analogice, Sisteme cu Circuite Integrate Analogice, Sisteme digitale implementate cu FPGA și SoC
4.2 de competențe	Analiza și proiectarea blocurilor funcționale analogice de baza, cum sunt: etajele de amplificare cu unul sau doua tranzistoare, oglinzi de curent, referințe de tensiune și de curent, Amplificatoare Operaționale, Transconductoare liniare Circuite și sisteme digitale, limbaje de descriere hardware, implementare FPGA Utilizarea mediilor CAD la analiza și proiectarea circuitelor electronice

## 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Amfiteatru, Cluj-Napoca
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Sala de Laborator, Cluj-Napoca

## 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>După parcurgerea disciplinei studenții vor cunoaște:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instrumente CAD utilizate frecvent în industrie pentru analiza, proiectarea și verificarea circuitelor integrate analogice, digitale și de semnal mixt</li> <li>- Metodologii de proiectare, sinteză automată și verificare a circuitelor integrate digitale</li> <li>- Metodologii de proiectare a circuitelor integrate de putere bazate pe simulatoare electro-termice</li> <li>- Metodologii și instrumente de analiza, proiectare și verificare a circuitelor integrate de radio-frecvență, analogice și de semnal mixt</li> <li>- Instrumente pentru sinteza asistată de calculator a layout-ului circuitelor integrate analogice și de semnal mixt</li> </ul> <p>După parcurgerea disciplinei studenții vor putea:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- să folosească instrumente CAD specializate pentru analiza, proiectarea, sinteza automată și verificarea blocurilor funcționale și secțiunilor digitale din circuite integrate</li> <li>- să folosească instrumente CAD specializate pentru analiza, modelarea și proiectarea circuitelor integrate de Radio-Frecvență, analogice și de semnal mixt</li> <li>- să folosească simulatoare electro-termice la analiza și proiectarea circuitelor integrate de putere</li> <li>- să folosească instrumente CAD specializate pentru optimizarea dimensionării circuitelor analogice și a măștilor pentru implementarea fizică a acestora</li> <li>- să proiecteze și să realizeze circuite pentru testarea și caracterizarea circuitelor și blocurilor funcționale de RF, analogice, digitale și de semnal mixt prin simulări sau experimente de laborator</li> <li>- să efectueze experimente implicând simulări numerice, cu precizie și metodă, obținând date valide pe care să le prelucreze și interpreteze;</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deprinderea unor metodologii de analiză și proiectare a circuitelor integrate pentru aplicații specifice: înțelegerea specificațiilor, a obiectivelor și condițiilor de implementare, analiza comparativă a variantelor de implementare, elaborarea de modele pentru ne-idealități / limitări inerente circuitelor electronice.</li> <li>- Abilități de utilizare a unor instrumente CAD utilizate frecvent în industrie pentru analiza, proiectarea și verificarea circuitelor integrate analogice, digitale și de semnal mixt</li> <li>- Deprinderea unor metodologii de abordare a proiectelor (înțelegerea specificațiilor, a obiectivelor și condițiilor de implementare, definirea și planificarea etapelor, alocarea resurselor și a timpului disponibil, evaluarea opțiunilor de proiectare dpdv al efortului și riscurilor, etc.;</li> <li>- Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională asistată de calculator (internet, aplicații software de specialitate, baze de date, cursuri și seminarii online etc.)</li> <li>- Dezvoltarea deprinderilor de lucru independent, în proiecte definite individual</li> </ul>

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea de competențe în utilizarea instrumentelor folosite pe scară largă în industrie pentru analiza, proiectarea, simularea, sinteza și verificarea automatizată a circuitelor integrate de Radio-Frecvență, analogice, digitale și de semnal mixt, de la nivel de sistem până la schema electrică și măștile necesare integrării în siliciu.
7.2 Obiectivele specifice	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Asimilarea cunoștințelor teoretice necesare analizei, modelării, proiectării și simulării circuitelor integrate de Radio-Frecvență, analogice, digitale și de semnal mixt</li> <li>2. Obținerea deprinderilor și abilităților necesare pentru proiectarea, simularea, sinteza și verificarea automatizată a circuitelor integrate de Radio-Frecvență, analogice, digitale și de semnal mixt utilizând programe CAD folosite în mod curent în industrie</li> <li>3. Deprinderea unor metodologii și tehnici de proiectare, sinteză și verificare sistematică, folosind eficient instrumente CAD de nivel înalt.</li> </ol>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
Prezentare generală a disciplinei: obiective, cuprins, metodologie. Introducere în istoricul și tendințele actuale de evoluție a instrumentelor CAD pentru proiectarea, sinteza și verificarea circuitelor integrate	Expunere, conversație euristica, exemplificare, problematizare, exercițiu didactic, studiul de caz, evaluare formativă	Laptop, Videoproiector, tablă
Metodologii și instrumente pentru analiza, proiectarea și verificarea prin simulări a circuitelor integrate digitale		
Analiza și proiectarea sistemelor integrate folosind System Verilog		
Tehnici de verificare automatizată a circuitelor integrate folosind System Verilog		
Metodologii și instrumente pentru sinteza și optimizarea automată a schemei electrice a circuitelor integrate digitale implementate la nivel RTL		
Metodologii și instrumente pentru sinteza automată a măștilor de integrare (layout-ul) circuitelor integrate digitale		
Optimizarea layout-ului circuitelor integrate digitale obținute prin sinteza automată, ținând cont de constrângeri de timp și de arie		
Verificarea post-layout a circuitelor integrate digitale obținut prin sinteza automată, și optimizarea lor ținând cont de întârzierile introduse de elementele parazite		

Exemplu de proiectare: interfață de comunicare serială. Proiectare, sinteza automată a schemei și layout-ului, optimizare și verificare		
Metodologii și instrumente pentru simularea circuitelor integrate de semnal mixt, analog și digital. Modelarea circuitelor integrate analogice și de semnal mixt folosind VerilogA și VerilogAMS		
Metodologii și instrumente specifice pentru analiza și proiectarea circuitelor integrate de Radio-Frecvență.		
Modelarea proceselor electro-termo-mecanice din circuitele integrate. Metodologii de proiectare a circuitelor integrate de putere bazate pe simulatoare electro-termice		
Metodologii și instrumente pentru optimizarea asistată de calculator a circuitelor integrate analogice		
Instrumente pentru sinteza asistată de calculator a layout-ului circuitelor integrate analogice și de semnal mixt		
8.2.1 Laborator	Metode de predare	Observații
Introducere în tematica și modul de organizare al laboratorului. Recapitularea cunoștințelor de proiectare a circuitelor digitale folosind limbaje de descriere hardware	Demonstrația și experimentul didactic, exercițiul didactic, lucrul în echipă	Se utilizează aparatura de laborator, montaje experimentale, calculator, tablă magnetică.
Proiectarea circuitelor integrate digitale folosind limbaje de descriere hardware și verificarea lor prin simulări		
Introducere în limbajul de programare System VERILOG. Implementarea modulelor și scenariilor de testare digitală		
Sintetiza automată a schemei electrice (gate-level) a modulelor digitale create anterior. Realizarea analizelor de timing pentru verificarea funcționalității circuitelor sintetizate.		
Estimarea ariei necesare și a consumului de putere conform tehnologiei în care sunt integrate utilizate. Automatizare procesului de verificare și optimizare		
Sintetiza automată a măștilor pentru implementarea fizică (Layout-ul) a circuitelor integrate digitale		
Verificare post-layout și optimizare		

8.2.2 Proiect	Metode de predare	Observații
Tema proiectului. Metodologia de proiectare și cerințele impuse pentru întocmirea documentației de proiect. Descrierea etapelor de proiectare și sinteza automată a circuitelor integrate digitale cu instrumente CAD utilizate în industrie	Expunere, conversație euristica, exemplificare, problematizare, exercițiu didactic, studiul de caz, evaluare formativă, demonstrația și experimentul didactic, exercițiul didactic, lucrul în echipă	Se utilizează prezentări PowerPoint, videoprojector, tablă, aparatură de laborator, montaje experimentale, calculator, tablă magnetică.
Proiectarea unui modul aritmetic la nivel RTL pentru numere binare cu sau fără semn. Implementarea automatului de stare pentru utilizarea blocului aritmetic descris.		
Implementarea mediului de verificare și pregătirea scenariilor de test. Realizarea analizelor funcționale și optimizarea modului descris.		
Sintetizarea fișierului RTL, verificarea specificațiilor de timing, echivalența nivel de porți logice și implementarea funcțiilor de optimizare la specificațiile impuse.		
Implementarea Layout-ului digital, determinarea ariei necesare și modul de plasare al pad-urilor în funcție de fișierul netlist rezultat, reverificarea criteriilor de timing. Plasarea porților logice și rutarea acestora. Rutarea semnalului de ceas.		
Verificarea post-layout: verificare funcțională, verificarea specificațiilor de timing și de echivalență la nivel de porți logice. Verificarea criteriilor de putere (IR drop) și extragerea elementelor parazite.		
Prezentarea și evaluarea proiectului		
<p><b>Bibliografie</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. M. Neag, C. Pleșa, M. Purcar, Circuite integrate pentru managementul puterii proiectate cu simulatoare electro-termice, Editura UTPress Cluj-Napoca, ISBN 978-606-737-574-9</li> <li>2. Chen, W.K., ed., The VLSI Handbook, CRC Press, 2000.</li> <li>3. Piguet, C., ed., Low-Power CMOS Circuits, Technology, Logic Design and CAD Tools, CRC Press, 2006</li> <li>4. Rubin, S.M., Computer Aids for VLSI Design, 2nd ed., 1994</li> <li>5. Wambacq, P., G. Gielen, J. Gerrits, Low-Power Design Techniques and CAD Tools for Analog and RF Integrated Circuits, Kluwer, 2003</li> <li>6. Kundert, K.S., The Designer's Guide to SPICE&amp;SPECTRE, Kluwer Academic Publishers, 1998</li> <li>7. Vladimirescu, A., The SPICE Book, John Wiley &amp; Sons, New York, 1993</li> </ol> <p><b>Materiale didactice în format digital</b>            Note de curs și prezentări PowerPoint postate pe site-ul disciplinei            Biblioteci de modele de componente corespunzând unor tehnologii moderne, CMOS de 65nm, 90nm, 150nm și 180nm</p>		

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

Conținutul cursului este aliniat cu cursurile similare organizate de alte facultăți de electronică din țară și străinătate.  
Competențele dobândite de studenți se ridică la standardele organizațiilor profesionale din domeniu și îndeplinesc așteptările angajatorilor care își desfășoară activitatea în domeniul proiectării, simulării și testării circuitelor integrate de Radio-Frecvență, analogice, digitale și de semnal mixt, cum sunt: Analog Devices Romania, Bosch Romania, Infineon Technologies Romania, Microchip Romania, On Semiconductor Romania și Synopsys Romania

**10. Evaluare**

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Nivelul achiziției cunoștințelor teoretice și nivelul deprinderilor dobândite	Teste scrise si/sau orale care includ subiecte de teorie și rezolvarea unor problema de analiza si/sau dimensionare a circuitelor studiate	T, max 10 pct. 65%
10.5 Aplicații (Proiect și Laborator)	Nivelul abilităților dobândite	- Teste de evaluare a pregătirii lucrării de laborator - Teme de casa evaluate periodic - Proiect individual (tema comuna dar specificații diferite de la un student la altul)	- P, max. 10 pct 35%
10.6 Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participarea la toate cursurile</li> <li>• Participarea activa la toate lucrările de laborator și la toate orele de proiect , realizarea sarcinilor trasate in cadrul fiecărei lucrări de laborator + rezolvarea integrala și corecta a temelor de casa</li> <li>• Obținerea a cel puțin jumătate din punctajul maxim acordat fiecărui test de verificare în parte (partea fundamentala a subiectului de teorie + relațiile de baza necesare pentru rezolvarea problemelor de analiza și dimensionare a circuitelor + demonstrarea unor abilitați minime de rezolvarea problemelor)</li> <li>• Obținerea a cel puțin jumătate din punctajul maxim acordat proiectului: scheme electrice complete; punct static de operare stabil și apropiat de valorile cerute/corecte; valorile obținute pentru principalii parametri (eg. Deriva termică, răspuns al salturi de sarcină) cu cel mult 20% diferite de cele specificate</li> <li>• Daca toate condițiile de mai sus sunt îndeplinite (<math>T \geq 5</math> și <math>P \geq 5</math>) se calculează nota finală astfel: <math display="block">\text{Nota} = 0,65T + 0,35P</math></li> </ul>			

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
09.09.2022	Curs	Slr.Dr.Ing. Raul Oneț	
	Aplicații	Conf.Dr.Ing. Marius Neag	

Data avizării în Consiliul Departamentului Bazele Electronicii

15.09.2022

Director Departament Bazele Electronicii  
Prof.dr.ing. Sorin Hintea

Data aprobării în Consiliul Facultății de Electronică,  
Telecomunicații și Tehnologia Informației

21.09.2022

Decan  
Prof.dr.ing. Ovidiu Pop