

## 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	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	Circuite si Sisteme Integrate
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	3.00

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Proiectarea circuitelor digitale VLSI						
2.2 Aria de conținut	Arie teoretică						
	Arie metodologică						
	Arie de analiză						
2.3 Responsabil de curs	Prof.Dr.Ing. Sorin Hintea – Sorin.Hintea@bel.utcluj.ro						
2.4 Titularul activităților de laborator / proiect	Sl. Dr.Ing. Gabor Csipkes – Gabor.Csipkes@bel.utcluj.ro						
2.5 Anul de studiu	I	2.6 Semestrul	1	2.7 Tipul de evaluare	E	2.8 Regimul disciplinei	DS/DI

### 3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	din care: 3.2 curs	2	3.3 proiect / laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	125	din care: 3.5 curs	28	3.6 proiect / laborator	28
Distribuția fondului de timp					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					28
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					12
Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					24
Tutoriat					3
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dispozitive electronice</li> <li>▪ Circuite electronice fundamentale</li> <li>▪ Analiza și sinteza circuitelor numerice</li> <li>▪ Circuite integrate digitale</li> </ul>
4.2 de competențe	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dispozitive și circuite electronice fundamentale. Cunoștințe de baza despre modul de funcționare a tranzistoarelor MOS;</li> <li>▪ Elemente de algebra logică;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Structuri interne de circuite digitale,</li> <li>▪ Notiuni despre prelucrarea și transmisia semnalelor digitale</li> <li>▪ Limbaje de programare tip HDL</li> <li>▪ Cunoștințe de baza despre medii de proiectare asistat de calculator a circuitelor digitale</li> </ul>
--	--

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

5.1. de desfășurare a cursului	Cluj-Napoca
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Cluj-Napoca

### 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>Structura și parametrii tranzistoarelor MOS. Inversorul CMOS. Poarta de transmisie. Iesirea în trei stări.</p> <p>Tehnologia de fabricare a circuitelor CMOS și reguli de proiectare. Tehnologia de fabricare a tranzistoarelor MOS. Reguli de proiectare a layout-ului. Proiectarea fizică a circuitelor CMOS.</p> <p>Tehnici de proiectare a layout-ului CMOS. Exemple de proiectare fizică a circuitelor CMOS</p> <p>Analiza performanțelor circuitelor CMOS. Parametrii care influențează viteza de lucru a circuitelor.</p> <p>Propagarea semnalelor. Tehnici de proiectare pentru comanda sarcinilor capacitive mari.</p> <p>Determinarea capacităților și a rezistențelor parazite. Proiectarea circuitelor logice combinate.</p> <p>Logica CMOS complementară. Logica dinamică. Logica C<sup>2</sup>MOS. Logica domino CMOS.</p> <p>Realizarea circuitelor secvențiale VLSI. Erori de propagare în sistemele secvențiale. Eliminarea erorilor de propagare. Structuri logice cu un ceas. Structuri de memorie cu un ceas. Structuri cu mai multe faze</p> <p>Probleme de propagare a semnalelor în circuitele digitale VLSI. Circuite sincrone și asincrone.</p> <p>Proiectarea circuitelor sincrone. Circuite cu ceas propriu. Sincronizarea semnalelor asincrone folosind bucle PLL. Tendințe în proiectarea modernă.</p> <p>Exemple de circuite realizate cu structuri VLSI CMOS. Circuite de paritate, decodare, etc. Circuite secvențiale sincrone cu număratoare sincrone și asincrone. Circuite secvențiale sincrone cu registre. Circuite programabile realizate în tehnologie VLSI CMOS. Memorii ROM. Memorii RAM. Aritmetice programabile. Circuite aritmetice realizate în tehnologie VLSI. Sumatoare, scăzătoare, multiplicatoare, registre de deplasare. Îmbunătățirea performanțelor circuitelor aritmetice de capacități mari. Proiectarea memoriilor și aritmetice. Arhitecturi de memorie. Structuri de celule de memorare. Circuite periferice din structura memoriilor. Studii de caz.</p>
Competențe transversale	

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea de competențe în domeniul proiectării circuitelor digitale VLSI
7.2 Obiectivele specifice	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Asimilarea cunoștințelor teoretice privind proiectarea circuitelor digitale VLSI</li> <li>2. Obținerea deprinderilor pentru utilizarea instrumentelor de analiză, simulare și proiectare specifică</li> </ol>

	<p>3. Să proiecteze circuite digitale VLSI complexe utilizand medii de proiectare industriale pentru realizarea layout-urilor circuitelor.</p> <p>4. Să analizeze funcționarea și performanțele unui proiect digital complex (simulare, rapoarte de sinteză, etc).</p> <p>5. Să poata verifica si depana un circuit digital proiectat</p>
--	---

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
Introducere in sistemele digitale VLSI. Istoric. Etapele proiectarii. Concepte de baza. Metode de proiectare VLSI.		
Structura si parametrii tranzistoarelor MOS. Tranzistoare NMOS cu canal indus. Tranzistoare PMOS cu canal indus. Tranzistoare cu canal initial. Calculul elementelor de circuit. Rezistente. Condensatoare. Inversorul CMOS. Schema inversorului. Descrierea functionarii inversorului. Influenta geometriei dispozitivului. Marginea de zgomot. Alte tipuri de inversoare. Inversoul MOS cu sarcina rezistiva. Inversoul NMOS cu sarcina NMOS cu canal indus. Inversoul NMOS cu sarcina NMOS cu canal initial. Inversorul pseudo-NMOS. Poarta de transmisie. Iesirea in trei stari.		
Tehnologia de fabricare a circuitelor CMOS si reguli de proiectare. Tehnologia de fabricare a tranzistoarelor MOS. Procesul CMOS n-well. Tehnologii avansate de fabricare a circuitelor CMOS. Reguli de proiectare a layout-ului.		
Proiectarea fizica a circuitelor CMOS. Tehnici de proiectare a layout-ului CMOS. Inversorul CMOS. Proiectarea fizica a portilor logice. Porti CMOS complexe. Exemple de proiectare fizica a circuitelor CMOS	Expunere, discutii	Laptop, Videoproietor
Analiza performantelor circuitelor CMOS. Caracteristicile de comutatie. Parametrii care influenteaza viteza de lucru a circuitelor. Propagarea semnalelor. Tehnici de proiectare pentru comanda sarcinilor capacitive mari. Determinarea capacitatilor si a rezistentelor parazite.		
Proiectarea circuitelor logice combinationale. Logica CMOS complementara. Logica dinamica. Logica C <sup>2</sup> MOS. Logica domino CMOS		
Proiectarea circuitelor logice secventiale. Realizarea circuitelor secventiale VLSI. Erori de propagare in sistemele secventiale. Eliminarea erorilor de propagare. Structuri logice cu un ceas. Structuri de memorie cu un ceas. Structuri cu mai multe faze		
Probleme de propagare a semnalelor in circuitele digitale VLSI. Circuite sincrone si asincrone. Proiectarea circuitelor sincrone. Circuite cu ceas propriu. Sincronizarea semnalelor asincrone folosind bucle PLL. Tendinte in proiectarea moderna.		
Exemple de de circuite realizate cu structuri VLSI CMOS. Circuite de paritate, decodare, etc. Unitati ALU. Circuite secvențiale sincrone cu numaratoare sincrone si asincrone. Circuite secvențiale sincrone cu registre. Circuite programabile realizate in tehnologie VLSI		

CMOS . Memorii ROM. Memorii RAM. Arii logice programabile. Aplicatii PLA si PAL.		
Circuite aritmetice realizate in tehnologie VLSI. sumatoare, scazatoare, multiplicatoare, registre de deplasare. Imbunatatirea performantelor circuitelor aritmetice de capacitati mari.		
Proiectarea memoriilor si ariilor logice.Arhitecturi de memorii. Structuri de celule de memorare. Circuite periferice din structura memoriilor. Puterea disipata. Studii de caz.		
Circuite si sisteme VLSI digitale de putere redusa. Problema puterii consumate. Probleme specifice la proiectarea circuitelor de putere redusa. Tehnici de reducere a puterii dissipate in circuitele digitale.		
Simularea circuitelor VLSI. Utilizarea mediului de proiectare Mentor Graphics. Utilizarea mediilor Xilinx Foundation și Ise Webpack.		
Testarea sistemelor digitale integrate. Cerinte de proiectare in vederea testarii. Tehnici de restare. Erori in circuitele digitale CMOS. Testarea circuitelor combinationale si secventiale.		
<p>Bibliografie</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jan M. Rabaey, Anantha Chandrakasan, Borivoje Nolic, <i>Digital Integrated Circuits, second edition</i>, Prentice Hall, 2003</li> <li>2. Neil H. E. Weste, David Harris, <i>CMOS VLSI Design: A Circuits and System Perspective, third edition</i>, Addison Wesley, 2004</li> <li>3. John F. Wakerly, <i>Circuite digitale – Principiile și practicile folosite în proiectare</i>, Teora, 2005</li> <li>4. Barry Wilkinson, <i>Electronica Digitală</i>, Teora, 2005</li> <li>5. Sorin Hintea, <i>Tehnici de proiectare a circuitelor digitale VLSI</i>, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 1998</li> <li>6. Geiger, Randall, Allen, Phillip E., Strader, Noel R. <i>VLSI design techniques for analog digital circuits</i>, McGraw – Hill Publishing Company, 1990</li> <li>7. Milos Ercegovic, Tomas Lang, Jaime H. Moreno. <i>Introduction to Digital Systems</i>. John Wiley &amp; Sons, Inc. 1999</li> </ol>		
8.2 Aplicatii – Laborator, proiect	Metode de predare	Observații
Introducere in interfata mediului de proiectare si simulare Mentor Graphics	Expunere și aplicatii	Mediu de proiectare Mentor Graphics
Exemple de simulare a unor blocuri simple cu Eldo		
Pachetul de layout ICflow si extractie Calibre xRC – exemple pentru cateva porti elementare		

Simularea propagării semnalelor prin circuite combinate		
Celule de bază în divizoare de frecvență fracționare – divizor programabil cu număr întreg		
Celule de bază în divizoare de frecvență fracționare – multiplicatoare de rată		
Celule de bază în divizoare de frecvență fracționare – extractoare de puls ("pulse swallower")		
Simularea funcțională a divizorului fracționar. Elemente de layout		
Structuri avansate de circuite aritmetice – sumatoare avansate de 1 bit		
Sumator complet pe 8 biți – studiu de caz și realizare hibridă cu propagare și anticipare de transport		
Sumatorul complet pe 8 biți – elemente de layout		
Propagarea semnalelor prin circuitele digitale: studiul întârzierilor și hazardului logic		
Optimizarea timpului de propagare prin căile critice		
Circuite cu sarcini capacitive mari		

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

Competențele achiziționate vor fi necesare angajaților în următoarele ocupații posibile conform COR: ingineri electroniști, proiectant inginer electronist, inginer de cercetare în electronica aplicată, inginer de cercetare în microelectronică, ingineri în electrotehnologie, manager tehnologia informațiilor și comunicații, proiectant inginer de sisteme și calculatoare, inginer proiectant comunicații, specialiști în tehnologia informației.

**10. Evaluare**

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Tratarea a două subiecte de teorie și test grila	Probă scrisă	- E, max 10 pct, 33%
10.4 Laborator	Rezolvarea unei teme prin realizarea unui referat scris și expus	Referat scris	- R, max 10 pct, 33%
10.5 Proiect	Verificarea deprinderilor și abilităților dobândite în urma activităților de proiect	Verificare pe parcurs prin prezentarea periodică a proiectului	- P, max 10 pct, 33%
10.6 Standard minim de performanță			
E ≥ 5, R ≥ 5 și P ≥ 5 și 0,33E+0,33R+0,33P ≥ 5			

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
01.10.2019	Curs	Prof.Dr.Ing. Sorin Hintea	
	Aplicații	Sl. Dr.Ing. Gabor Csipkes	

Data avizării în Consiliul Departamentului _____	Director Departament Bazele Electronicii Prof.Dr.Ing. Sorin Hintea
Data aprobării în Consiliul Facultății ..... _____	Decan Prof.dr.ing. Gabriel OLTEAN