

Denumirea disciplinei	Sisteme digitale VLSI
Domeniul de studiu	Inginerie Electronică și Telecomunicații
Master	Circuite si Sisteme Integrate
Codul disciplinei	52310310, 52353010
Titularul disciplinei	Prof.dr.ing. Sorin Hintea, sorin.hintea@bel.utcluj.ro
Colaboratori	Conf. dr.ing. Doris Csipkes, Conf.dr. ing. A. Fazakas,
Catedra	Bazele Electronicii
Facultatea	Electronica, Telecomunicatii si Tehnologia Informatiei

Sem.	Tipul disciplinei	Curs			Aplicații			Stud. Ind.	TOTAL	Credit	Forma de verificare
		[ore fizice/săpt.]			[ore fizice/sem.]						
		S	L	P	S	L	P				
3	Optional 3	2	1	1	28	14	14	74	130	5	E

Competențe dobândite:

Cunoștințe teoretice, (Ce trebuie sa cunoască)

Structura și parametrii tranzistoarelor MOS. Inversorul CMOS. Poarta de transmisie. Iesirea în trei stări.

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. Tehnici de proiectare a layout-ului CMOS. Exemple de proiectare fizică a circuitelor CMOS

Analiza performanțelor circuitelor CMOS. Parametrii care influențează viteza de lucru a circuitelor. Propagarea semnalelor. Tehnici de proiectare pentru comanda sarcinilor capacitive mari. Determinarea capacităților și a rezistențelor parazite. Proiectarea circuitelor logice combinate. Logica CMOS complementară. Logica dinamică. Logica C²MOS. Logica domino CMOS.

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

Probleme de propagare a semnalelor în circuitele digitale VLSI. Circuite sincrone și asincrone. Proiectarea circuitelor sincrone. Circuite cu ceas propriu. Sincronizarea semnalelor asincrone folosind bucle PLL. Tendințe în proiectarea modernă.

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. Aree logice programabile. Circuite aritmetice realizate în tehnologie VLSI. Sumatoare, scăzătoare, multiplicatoare, registre de deplasare. Îmbunătățirea performanțelor circuitelor aritmetice de capacități mari. Proiectarea memoriilor și ariilor logice. Arhitecturi de memorie. Structuri de celule de memorare. Circuite periferice din structura memoriilor. Studii de caz.

Deprinderi dobândite: (Ce știe să facă)

Să proiecteze circuite digitale VLSI complexe utilizând mediul de proiectare Mentor Graphics pentru realizarea layout-urilor circuitelor.

Să analizeze funcționarea și performanțele unui proiect digital complex (simulare, rapoarte de sinteză, etc). Să poată verifica și depana un circuit digital proiectat.

Abilități dobândite: (Ce echipamente, instrumente știe să mănuiască)

- Să cunoască structura circuitelor electronice digitale VLSI la nivel de funcționare a tranzistoarelor
- Să înțeleagă legătura între structura circuitelor și performanțele circuitelor proiectate (viteza, putere consumată, arie ocupată)
- Să știe să proiecteze și să implementeze în limbaje de tip HDL (VHDL sau Verilog) un sistem digital
- Să aleagă soluția optimă între mai multe variante de proiectare
- Să știe să integreze cunoștințele din diferite domenii (circuitare, teoria semnalelor, modelarea sistemelor, limbaje de descriere de tip HDL, proiectare bazată pe model, lucrul cu plăci de dezvoltare FPGA, realizarea layout-ului în Mentor Graphics) pentru realizarea unui proiect
- Să știe să parcurgă toate etapele proiectării, de la nivel de concept la cel de realizare practică și testare prototip

Cerințe prealabile (Dacă este cazul)

- Dispozitive și circuite electronice fundamentale. Cunoștințe de bază despre modul de funcționare

<p>a tranzistoarelor MOS;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elemente de algebra logica; • Analiza si sinteza circuitelor numerice, • Structuri interne de circuite digitale, • Notiuni despre prelucrarea si transmisia semnalelor digitale • Limbaje de programare tip HDL • Cunostiinte de baza despre medii de proiectare asistat de calculator a circuitelor digitale
--

A. Curs (titlul cursurilor + programa analitica)		
1	Introducere in sistemele digitale VLSI. Istoric. Etapele proiectarii. Concepte de baza. Metode de proiectare VLSI.	2 ore
2	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.	2 ore
3	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.	2 ore
4	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	2 ore
5	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.	2 ore
6	Proiectarea circuitelor logice combinationale. Logica CMOS complementara. Logica dinamica. Logica C ² MOS . Logica domino CMOS	2 ore
7	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	2 ore
8	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.	2 ore
9	Exemple de de circuite realizate cu structuri VLSI CMOS. Circuite de paritate, decodare, etc. Unitati ALU. Circuite secventiale sincrone cu numaratoare sincrone si asincrone. Circuite secventiale sincrone cu registre. Circuite programabile realizate in tehnologie VLSI CMOS . Memorii ROM. Memorii RAM. Aarii logice programabile. Aplicatii PLA si PAL.	2 ore
10	Circuite aritmetice realizate in tehnologie VLSI. sumatoare, scazatoare, multiplicatoare, registre de deplasare. Imbunatatirea performantelor circuitelor aritmetice de capacitati mari.	2 ore
11	Proiectarea memoriilor si ariilor logice. Arhitecturi de memorii. Structuri de celule de memorare. Circuite periferice din structura memoriilor. Puterea disipata. Studii de caz.	2 ore
12	Circuite si sisteme VLSI digitale de putere redusa. Problema puterii consumate. Probleme specifice la proiectarea circuitelor de putere redusa. Tehnici de reducere a puterii disipate in circuitele digitale.	2 ore
13	Simularea circuitelor VLSI. Utilizarea mediului de proiectare Mentor Graphics. Utilizarea mediilor Xilinx Foundation și Ise Webpack.	2 ore
14	Testarea sistemelor digitale integrate. Cerinte de proiectare in vederea testarii. Tehnici de restare. Erori in circuitele digitale CMOS. Testarea circuitelor combinationale si secventiale.	2 ore

B1. Aplicații – LUCRARI (lista lucrări, teme de seminar, conținutul proiectului de an)		
1	Introducere in interfata mediului de proiectare si simulare Mentor Graphics	2 ore
2	Exemple de simulare a unor blocuri simple cu Eldo	2 ore
3	Pachetul de layout ICflow si extractie Calibre xRC – exemple pentru cateva porti elementare	2 ore
4	Simularea propagarii semnalelor prin circuite combinationale	2 ore

5	Celule de baza in divizoare de frecventa fractionare – divizor programabil cu numar intreg	2 ore
6	Celule de baza in divizoare de frecventa fractionare – multiplicatoare de rata	2 ore
7	Celule de baza in divizoare de frecventa fractionare – extractoare de puls ("pulse swallower")	2 ore
8	Simularea functionala a divizorului fractionar. Elemente de layout	2 ore
9	Structuri avansate de circuite aritmetice – sumatoare avansate de 1 bit	2 ore
10	Sumator complet pe 8 biti – studiu de caz si realizare hibrida cu propagare si anticipare de transport	2 ore
11	Sumatorul complet pe 8 biti – elemente de layout	2 ore
12	Propagarea semnalelor prin circuitele digitale: studiul intarzierilor si hazardului logic	2 ore
13	Optimizarea timpului de propagare prin caile critice	2 ore
14	Circuite cu sarcini capacitive mari	2 ore
B2. Sala laborator (Denumire/sala) sala 304B str Observator		

C. Studiul individual (tematica studiilor bibliografice, materiale de sinteză, proiecte, aplicații etc.)						
Tehnologii de fabricare a circuitelor digitale VLSI CMOS. Propagarea semnalelor si intarzierile prin circuitele combinationale si secventiale. Exemple de layout pentru diferite circuite digitale CMOS. Tehnologii noi de realizare a memoriilor semiconductoare. Clase noi de memorii. Structuri clasice si avansate pentru circuitele sumatoare si mutiplicatioare.						
Structura studiului individual	Studiu materiale curs	Rezolvări teme, lab., proiecte	Pregătire aplicații	Timp alocat examinărilor	Studiu bibliografic suplimentar	Total ore pregătire individuală
Nr. Ore	24	14	14	3	19	74

Bibliografie – 5 (numar de titluri aflate in biblioteca UTC-N)	
1.	Jan M. Rabaey, Anantha Chandrakasan, Borivoje Nikolic, <i>Digital Integrated Circuits, second edition</i> , Prentice Hall, 2003
2.	Neil H. E. Weste, David Harris, <i>CMOS VLSI Design: A Circuits and System Perspective, third edition</i> , Addison Wesley, 2004
3.	John F. Wakerly, <i>Circuite digitale – Principiile și practicile folosite în proiectare</i> , Teora, 2005
4.	Barry Wilkinson, <i>Electronica Digitală</i> , Teora, 2005
5.	Sorin Hintea, <i>Tehnici de proiectare a circuitelor digitale VLSI</i> , Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 1998
6.	Geiger, Randall, Allen, Phillip E., Strader, Noel R. <i>VLSI design techniques for analog digital circuits</i> , McGraw – Hill Publishing Company, 1990
7.	Milos Ercegovac, Tomas Lang, Jaime H. Moreno. <i>Introduction to Digital Systems</i> . John Wiley & Sons, Inc. 1999

Modul de examinare și atribuire a notei	
Modul de examinare	Teme de casa predate la termenele prestabilite (1 ... 10 p) Verificarea finala (examen) consta in rezolvarea a 8-10 subiecte din tematica studiata la curs (1 ... 10p)
Componentele notei	Rezolvare teme (T), verificare finala – examen (E)
Formula de calcul a notei	Nota = 0,4T+0,6E. Admis daca T ≥4p si E ≥4p.

Responsabil disciplina
Prof.dr.ing. Sorin HINTEA