

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	Electronică Aplicată/Inginer
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	48.10

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Sisteme cu FPGA						
2.2 Aria de conținut	Arie teoretică Arie metodologică Arie de analiză						
2.3 Responsabil de curs	Conf. Dr. Ing. Albert Fazakas – Albert.Fazakas@bel.utcluj.ro						
2.4 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Conf. Dr. Ing. Albert Fazakas – Albert.Fazakas@bel.utcluj.ro						
2.5 Anul de studiu	IV	2.6 Semestrul	I	2.7 Tipul de evaluare	Examen	2.8 Regimul disciplinei	DS/DOP

3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar / laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56	din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar / laborator	28
Distribuția fondului de timp					Ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					8
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					8
Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					26
Tutoriat					4
Examinări					2
Alte activități:					0
3.7 Total ore studiu individual	48				
3.8 Total ore pe semestru	104				
3.9 Numărul de credite	4				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Circuite Integrate Digitale, Sisteme Digitale
4.2 de competente	Analiza și proiectarea Sistemelor Digitale Utilizarea mediilor CAD la analiza și proiectarea circuitelor electronice digitale

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Cluj-Napoca, sală cu proiector
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Cluj-Napoca, sală cu rețea de calculatoare, software Vivado, sisteme de dezvoltare pe FPGA din Seria 7 și SoC din seria 7, dispozitive periferice uzuale

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>C3. Aplicarea cunoștințelor, conceptelor și metodelor de bază privitoare la arhitectura sistemelor de calcul, microprocesoare, microcontrolere, limbaje și tehnici de programare</p> <ul style="list-style-type: none"> C3.3 Rezolvarea problemelor practice concrete care includ elemente de structuri de date și algoritmi, programare și utilizare de microprocesoare sau microcontrolere C3.4 Elaborarea de programe într-un limbaj de programare general și/sau specific, pornind de la specificarea cerințelor și până la execuție, depanare și interpretarea rezultatelor în corelație cu procesorul utilizat C3.5 Realizarea de proiecte care implică componente hardware (procesoare) și software (programare) <p>C4. Proiectarea și utilizarea unor aplicații hardware și software de complexitate redusă specifice electronicii aplicate</p> <ul style="list-style-type: none"> C4.1 Definirea conceptelor, principiilor și metodelor folosite în domeniile: programarea calculatoarelor, limbaje de nivel înalt și specifice, tehnici CAD de realizare a modulelor electronice, microcontrolere, arhitectura sistemelor de calcul, sisteme electronice programabile, grafică, arhitecturi hardware reconfigurabile C4.4 Utilizarea criteriilor de performanță adecvate pentru evaluarea, inclusiv prin simulare, a hardware-ului și software-ului unor sisteme dedicate sau a unor activități de servicii în care se folosesc microcontrolere sau sisteme de calcul de complexitate redusă sau medie C4.5 Proiectarea de echipamente dedicate din domeniile electronicii aplicate, care folosesc: microcontrolere, circuite programabile sau sisteme de calcul cu arhitectură simplă, inclusiv a programelor aferente
Competențe transversale	<p>CT1. Analiza metodică a problemelor întâlnite în activitate, identificând elementele pentru care există soluții consacrate, asigurând astfel îndeplinirea sarcinilor profesionale</p> <p>CT3. Adaptarea la noile tehnologii, dezvoltarea profesională și personală, prin formare continuă folosind surse de documentare tipărite, software specializat și resurse electronice în limba română și, cel puțin, într-o limbă de circulație internațională</p>

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea competențelor profesionale în domeniul proiectării sistemelor digitale bazate pe componente FPGA/SoC, folosind sisteme pe microprocesor reconfigurabile și limbaje de descriere hardware de nivel înalt (HDL)
7.2 Obiectivele specifice	Asimilarea cunoștințelor teoretice despre structura dispozitivelor FPGA/SoC, cunoașterea posibilităților și limitărilor acestora Folosirea mediilor de proiectare CAD și a plăcilor de dezvoltare specifice microcontrolerelor și dispozitivelor FPGA/SoC

	<p>Asimilarea cunoștințelor teoretice ale limbajelor de programare descriere hardware HDL și folosirea eficientă a acestora pentru creare de proiecte digitale</p> <p>Dezvoltarea cunoștințelor privitoare la testarea, depanarea și optimizarea pentru viteză de lucru și arie ocupată a proiectelor digitale</p> <p>Folosirea componentelor speciale ale dispozitivelor FPGA: Generatoare de tact, memorii bloc, controllere DDR, componente XADC</p> <p>Deprinderea unor metodologii și tehnici de proiectare sistematică, care îmbină analiza analitică, simulările și experimentele practice</p>
--	---

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
1. Introducere. Ce este FPGA? Stadiul actual a dispozitivelor FPGA, a aplicațiilor și a mediilor de dezvoltare pe dispozitive FPGA. Sisteme SoC. Structura de principiu a circuitelor FPGA		
2. Sisteme pe microprocesoare Microblaze pe FPGA din seria 7 Xilinx. Sisteme pe microprocesoare ARM A9 pe SoC din seria ZynQ. Arhitectura bazată pe magistrale de tip AMBA: AXI		
3. Accesarea dispozitivelor periferice din procesor la nivel de registre. Accesarea folosind driver-e de dispozitive		
4. Controlere de întreruperi. Sistemul de întreruperi în procesoare Microblaze și ARM A9.		
5. Configurarea întreruperilor în software. Controlul proceselor. Răspuns în timp real.		
6. Metodologia proiectării sistemelor digitale cu FPGA. Etapele parcurse în cadrul proiectării. Metode de verificare ale proiectelor	Prezentarea, conversația euristică, exemplificarea, prezentarea de probleme, rezolvarea de exerciții, studiul de caz, demonstrația, problematizarea	Se utilizează prezentări .pe videoprojector, tablă
7.. Protocolul magistralei AXI Lite. Modelul de comunicare microprocesor – dispozitiv periferic. Adăugarea perifericelor utilizator		
8. Structura HDL a dispozitivelor periferice utilizator (Custom Peripheral). Propagarea porturilor și a parametrilor prin arhitectura dispozitivului periferic.		
9. Sinteza componentelor digitale. Aspecte legate de minimizarea și optimizarea circuitelor de către sintetizator. Tipuri de automate secvențiale. Metode de descriere a automatelor secvențiale.		
10. Tehnici de evitare a hazardurilor. Tehnici de maximizare a vitezei de lucru. Tehnici speciale de proiectare a circuitelor digitale: Pipelining, duplicarea circuitelor bistabile în FPGA. Tehnici de proiectare a circuitelor sincrone: Sincronizarea semnalelor externe. FIFO.		
11. Configurarea circuitelor FPGA. Metode de configurare. Controllerul JTAG. Secvența de configurare de la power-up la EOS. Configurarea parțială		
12. Alimentarea dispozitivelor FPGA. Tensiunile VCCINT, VCCAUX și VCCIO. Secvența de alimentare a FPGA din Seria 7.		

Monitorizarea temperaturii și a tensiunilor de alimentare a FPGA. Componenta XADC		
13. Distribuția semnalelor de tact în FPGA. Tact global și tact regional. Regiuni de tact. Componente folosite pentru generarea și distribuția semnalelor de tact. Constrângeri de sinteză/implementare		
14. Sinteza circuitelor folosind limbaje de nivel înalt - HLS		
<p>Bibliografie:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Albert Fazakas, Sisteme cu FPGA, prezentări PowerPoint, 2018-2019 2. Steve Kilts, "Advanced FPGA Design", John Wiley and Sons, 2007 3. Xilinx inc., „Artix-7 FPGAs Data Sheet: Overview”, DS180 (v2.6) February 27, 2018, www.xilinx.com <ul style="list-style-type: none"> • Foi de catalog și ghiduri de utilizare atașate Seriei 7: DS181, UG470..UG476 4. Xilinx inc., „Zynq-7000 SoC Data Sheet: Overview”, DS190 (v1.11.1) July 2, 2018, www.xilinx.com <ul style="list-style-type: none"> • Foi de catalog și ghiduri de utilizator atașate dispozitivelor ZynQ, : UG585, DS191, DS187, UG1165, UG873 		
8.2. Laborator	Metode de predare	Observații
1. Introducere. Familiarizarea cu mediul de proiectare Xilinx Vivado și plăcile de dezvoltare Digilent Nexys4DDR, Zybo.		
2. Accesarea dispozitivelor periferice la nivel de registre. Depanarea programelor folosind instrumentele de depanare. Vizualizarea semnalelor		
3. Accesarea dispozitivelor periferice folosind driver-e de dispozitiv. Exemple Microblaze și ARM-9.		
4. Adăugarea dispozitivelor periferice în sistemul hardware. Controlerul de întreruperi. Dispozitive timer. Configurarea dispozitivelor în software.		
5. Configurarea și tratarea rutinelor de întreruperi. Exemple pentru controlul proceselor. Răspuns în timp real.		
6. Simularea unui proiect Microblaze. Protocolul AXI LITE. Accesul la scrierea respectiv citirea registrelor.		
7. Sincronizarea semnalelor asincrone provenite de la dispozitivele periferice GPIO. Circuite de impulsuri. Circuite debouncer. Exemplificare pe un dispozitiv periferic utilizator.		
8. Crearea dispozitivelor periferice utilizator I. Verificarea codului HDL. Conectarea la registrele dispozitivului periferic.		
9. Crearea unui dispozitiv periferice utilizator II. Aplicații cu dispozitivul periferic adăugat.		
10. Generarea semnalelor de tact. Componentele MMCM2E_ADV și PLL2E_ADV. Exemplificare: Interfață VGA pentru diferite rezoluții.		
11. Constrângerile legate de timpii de propagare. Exemple de folosire a utilitarului de constrângeri. Efectul acestuia în fișierul de constrângeri.		
12. Interfață VGA în sisteme pe microprocesor MicroBlaze și ARM. Componenta Video DMA (VDMA).		
	Demonstrația și experimentul didactic, exercițiul didactic, lucrul în echipa	Se utilizează plăci de dezvoltare pe FPGA, aparatură de laborator, calculator cu software Vivado, videoprojector, tablă.

13. Depanarea hardware a proiectelor din interiorul chip-ului. Pregătirea unui proiect pentru depanare. Componenta Integrated Logic Analyzer (ILA). Componenta VIO (Virtual I/O)		
14. Exemple de configurare a FPGA la pornire. Crearea fișierelor de configurare pentru memorie externă. Programarea configurației în memoria externă		
Bibliografie <ol style="list-style-type: none"> 1. Albert Fazakas, Sisteme cu FPGA, lucrări de laborator, 2018-2019 2. Digilent inc., „Nexys4DDR User Manual”, rev. C, April 11, 2016, https://reference.digilentinc.com/media/nexys4-ddr:nexys4ddr_rm.pdf 3. Digilent inc., „Nexys4DDR Schematics”, rev. C, 2014, https://reference.digilentinc.com/media/nexys4-ddr:nexys_4_ddr_sch.pdf 4. Digilent inc., „Zybo Z7 Board Reference Manual”, Revised February 21, 2018, https://reference.digilentinc.com/media/reference/programmable-logic/zybo-z7/zybo-z7_rm.pdf 5. Digilent inc., „Zybo Z7 Board Schematic”, Rev. B.2, Copyright 2017, https://reference.digilentinc.com/media/reference/programmable-logic/zybo-z7/zybo_z7_sch-public.pdf 6. Xilinx inc., „Vivado Design Suite User Guide: Getting Started”, UG910, https://www.xilinx.com/support/documentation/sw_manuals/xilinx2017_4/ug910-vivado-getting-started.pdf 7. Xilinx inc., „Vivado Design Suite User Guide: Using the Vivado IDE”, UG893, https://www.xilinx.com/support/documentation/sw_manuals/xilinx2017_4/ug893-vivado-ide.pdf 		

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

Conținutul disciplinei și competențele achiziționate corespund așteptărilor organizațiilor profesionale și firmelor de profil la care studenții desfășoară stagii de practică, iau parte la concursuri profesionale în profil și/sau ocupă un loc de muncă, în domeniul proiectării, simulării și testării sistemelor digitale, în special, implementate pe FPGA, precum și organismelor naționale de asigurare a calității (ARACIS).

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	C – Evaluare formativă continuă (răspunsuri la întrebările de la curs) ES – Examen scris de evaluare sumativă (rezolvare de probleme)	C (max. 1 p) ES (max. 10 pct.), 40%
10.5 Laborator	Nivelul abilităților dobândite	RL – 4 Referate de laborator (rezolvare exerciții de laborator) P - Proiect digital implementat practic pe	RL1, RL2, RL3, R4 (max. 10p) - P (max. 10 pct.), 60%

		placă de dezvoltare, folosind mediul de proiectare CAD specific.	
10.6 Standard minim de performanță			
$RL1 \geq 5$ și $RL2 \geq 5$ și $RL3 \geq 5$ și $RL4 \geq 5$ și $P \geq 5$ și $E \geq 5$. Nota finală = $0,4E + 0,6P + C$			

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
24.09.2019	Curs	Conf. Dr. Ing. Albert FAZAKAS	
	Aplicații	Conf. Dr. Ing. Albert FAZAKAS	

Data avizării în Consiliul Departamentului BE	Director Departament Bazele Electronicii Prof.dr.ing. Sorin HINTEA

Data aprobării în Consiliul Facultății ETTI	Decan, Prof.dr.ing. Gabriel OLTEAN
