



### FIȘA DISCIPLINEI

#### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
1.2 Facultatea	Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Dispozitive, Circuite și Arhitecturi Electronice
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Calcul Avansat în Sisteme Embedded

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Calcul Reconfigurabil					
(en)		Reconfigurable Computing					
2.2 Titularul activităților de curs		Prof. dr. ing. Gheorghe Ștefan					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Prof. dr. ing. Gheorghe Ștefan					
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	II	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M1.O.22-05	2.10 Tipul de notare	Nota		

#### 3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	Din care: 3.2 curs	2.00	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56.00	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					60
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					6
Examinări					3
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	69.00				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

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

4.1 de curriculum	Programarea Calculatoarelor și Limbaje de Programare, Circuite Integrate Digitale, Arhitectura Microprocesoarelor
4.2 de rezultate ale învățării	Programarea în limbajele C/C++ și Python, Proiectarea circuitelor digitale folosind Verilog/SystemVerilog/VHDL, Cunoașterea conceptelor fundamentale ale sistemelor încorporate (arhitecturi hardware, programare software, interacțiunea între dispozitive)

#### 5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice (acolo unde este cazul)



5.1 Curs	Sală de curs cu videoproiector
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Sală de laborator dotată cu plăci de dezvoltare PYNQ Z2 și calculatoare cu programul Vivado instalat

**6. Obiectiv general** (Se referă la intențiile profesorilor pentru studenți, la ceea ce studenții vor fi învățați în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului științific abordat, precum și la rolul pe care acesta îl are în cadrul specializării studiate. Vor fi descrise de o manieră generală tematicile abordate, justificarea includerii cursului în planul de învățământ al specializării studiate etc.)

Dezvoltarea competențelor de utilizare a sistemelor încorporate bazate pe FPGA și a componentelor de proiectare a circuitelor digitale destinate FPGA

**7. Competențe** (Capacitatea dovedită de a utiliza cunoștințe, aptitudini și abilități personale, sociale și/sau metodologice în situații de muncă sau de studiu și pentru dezvoltarea profesională și personală. Reflectă cerințele angajatorilor.)

<b>Specifice</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Definirea următoarelor noțiuni: ASIC, CPLD, FPGA, SoC</li><li>2. Enumerarea caracteristicilor principale ale unui SoC cu FPGA</li><li>3. Definirea arhitecturii unui FPGA (celule elementare, interconexiuni, alte periferice)</li><li>4. Definirea etapelor principale de proiectare a unui circuit digital pentru FPGA (high-level synthesis, proiectare la nivel de limbaj de descriere hardware, sinteză, optimizare, integrare)</li><li>5. Cunoașterea metodelor prin care blocul de logică reconfigurabilă (PL) se poate interfața cu sistemul programabil (PS) și cu perifericele – porturi I/O și protocolul de comunicație AXI</li></ol>
<b>Transversale (generale)</b>	Gândire logică și critică, Capacitatea de a analiza și a descompune o problemă în etape consecutive

**8. Rezultatele învățării** (Sunt enunțuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învățării reflectă realizările studentului și mai puțin intențiile profesorului. Rezultatele învățării informează studenții despre ceea ce se așteaptă de la ei din punct de vedere al performanței, pentru a obține notele și creditele dorite. Sunt definite în termeni concreți, folosind verbe similare exemplurilor de mai jos și indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învățării vor fi astfel redactate încât să fie evidențiată clar relația față de competențele definite la punctul 7.)

<b>Cunoștințe</b>	Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau faptice. Concepte generale cu privire la utilizarea dispozitivelor embedded cu FPGA
<b>Aptitudini</b>	Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente). Proiectarea și optimizarea circuitelor digitale pentru FPGA și dezvoltarea de aplicații pentru a le integra în sisteme complexe



Responsabilitate  
și autonomie

*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale. Aplicând noțiunile învățate la acest curs, studenții vor fi capabili să evalueze criteriile de performanță ale unor dispozitive cu FPGA, să aleagă dispozitivul optim pentru o anumită aplicație și să îl integreze într-un sistem conform cu un set de cerințe date*

**9. Metode de predare** (Se vor avea în vedere metode care să asigure predarea centrată pe student. Se va descrie modul în care se asigură participarea studenților la stabilirea propriului parcurs de învățare, cum se identifică eventualele rămăneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)

Se vor folosi problematizarea și studiul de caz în vederea ridicării interesului studenților față de obiectivele generale ale cursului. Pentru a verifica înțelegerea conceptelor noi, se va folosi metoda conversației în vederea evaluării gradului de înțelegere al studenților. În procesul de predare a noțiunilor noi se vor folosi expunerea și explicația, iar evaluarea se va realiza individual, în două etape – o etapă scrisă, la mijlocul semestrului și o etapă orală la finalul semestrului.

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Curs introductiv in domeniul „calcul reconfigurabil”	2
2	Arhitectura dispozitivelor FPGA	4
3	Introducee în proiectarea circuitelor cu FPGA	2
4	Sinteză de nivel înalt (High Level Synthesis)	2
5	Evaluare pe parcurs	2
6	Sinteza circuitelor pentru FPGA	2
7	Analiza consumului de energie și optimizări	2
8	Analiza timpilor de propagare și optimizări	2
9	Noțiuni despre implementarea aplicațiilor pe FPGA	4
10	Aplicații complexe cu FPGA	4
11	Noțiuni avansate de calcul reconfigurabil și viitorul industriei	2
	<b>Total:</b>	28

**Bibliografie:**

1. Reconfigurable computing, Scott Hauck and Andre DeHon, Morgan Kaufmann Publishers, 2008
2. Designing with Xilinx FPGAs, Sanjay Churiwala, Springer, 2017

## LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Recapitularea conceptelor de circuit digital, limbajul HDL Verilog. Utilizarea programului Vivado pentru a crea un circuit sintetizabil pe FPGA.	2



2	Vivado Block Design. Prezentarea bibliotecii PYNQ și a protocolului de comunicație AXI4Lite.	4
3	Prezentarea sintezei de nivel înalt (High Level Synthesis). Analiza optimizării circuitelor digitale. Prezentarea protocolului de comunicație AXI4Stream. Prezentarea conceptului de Direct Memory Access	4
4	Prezentarea protocolului de comunicație AXI4MemoryMapped. Prezentarea modalităților de depanare a sistemelor reconfigurabile.	4
5	Aplicații cu sisteme reconfigurabile. Analiza constrângerilor de timp, analiza energiei utilizate și optimizarea acestora.	10
6	Depanarea proiectelor.	4
	<b>Total:</b>	28

**Bibliografie:**

1. High Level Synthesis User Guide - <https://docs.xilinx.com/r/en-US/ug1399-vitis-hls>
2. Introduction to Digital Systems Design, Giuliano Donzellini, Luca Oneto, Domenico Ponta, Davide Anguita
3. Introduction to Logic Circuits & Logic Design with Verilog, Brock J. LaMeres

**11. Evaluare**

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Însușirea cunoștințelor specifice	Evaluare scrisă de tip parțial	20
	Însușirea cunoștințelor specifice	Evaluare orală	30
11.5 Seminar/laborator/proiect	Realizarea sarcinilor primite	Evaluare scrisă	20
	Proiect	Evaluare orală	30
11.6 Condiții de promovare			
O pondere de 50% din punctajul de laborator, 50% din punctajul total alocat materiei, prezență la min. 80% din sesiunile de laborator.			

**12. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților angajatorilor și asociațiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum și cu stadiul actual al cunoașterii în domeniul științific abordat și practicile în instituții de învățământ superior din Spațiul European al Învățământului Superior (SEIS)**

Pe parcursul activităților, studenții își însușesc abilități de creare a circuitelor digitale utilizând biblioteci de sinteză de nivel înalt și devin familiari cu metodele de design și verificare utilizate în industrie. Complexitatea graduală a sistemelor prezentate în cadrul ședințelor de laborator și a noțiunilor teoretice prezentate la curs facilitează integrarea cunoștințelor acumulate în proiecte industriale.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

09.09.2022

Prof. dr. ing. Gheorghe Ștefan

Prof. dr. ing. Gheorghe Ștefan



**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**  
**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și**  
**Tehnologia Informației**



Data avizării în departament

Director de departament

31.10.2024

Prof. Dr. Claudiu DAN

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

01.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea