Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti

Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi

Tehnologia Informaţiei

FIŞA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituţia de învăţământ superior	**Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti**
1.2 Facultatea	**Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologia Informaţiei**
1.3 Departamentul	**Dispozitive, Circuite şi Arhitecturi Electronice**
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Calcul Avansat în Sisteme Embedded

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Verificare funcţională Functional Verification			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Conf. Dr. Marius Enachescu			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				As. Drd. Constin-Emanuel Vasile			
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei		S	2.9 Codul disciplinei	3		2.10 Tipul de notare	Nota

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	2	Din care: 3.2 curs	1	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învăţământ	28	Din care: 3.5 curs	14	3.6 seminar/laborator	14
Distribuţia fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie şi notiţe Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii şi eseuri					56
Tutorat					12
Examinări					4
Alte activităţi (dacă există):					0

3.7 Total ore studiu individual	72.00
3.8 Total ore pe semestru	100
3.9 Numărul de credite	4

4. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Programare orientata pe obiecte, Circuite integrate digitale
4.2 de rezultate ale învăţării	Programare Verilog, Linux scripting

5. Condiţii necesare pentru desfăşurarea optimă a activităţilor didactice (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	Proiector, ecran alb şi acces la Internet
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laborator cu acces la Internet pentru studenţi, proiector şi ecran alb

6. Obiectiv general *(Se referă la intenţiile profesorilor pentru studenţi, la ceea ce studenţii vor fi învăţaţi în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului ştiinţific abordat, precum şi 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 învăţământ al specializării studiate etc.)*

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului Ingineriei Electronice, Telecomunicaţiilor şi Tehnologiilor Informaţionale, la specializarea Calcul Avansat în Sisteme Embedded şi prezintă conceptul de verificare funcţională, utilizarea limbajului SystemVerilog în contextul verificării funcţionale, framework-ul UVM şi aplicarea conceptelor de programare orientată pe obiect. Alături de acestea, sunt prezentate metricile de verificare funcţională folosite în industrie.

Se urmăreşte cunoaşterea caracteristicilor unui mediu de verificare robust şi eficient: automatizarea, reutilizarea codului sursă, uşurinţa în scrierea şi menţinerea codului, cuantificarea progresului folosind metricile relevante, verificarea tuturor specificaţiilor şi identificarea tuturor bug-urilor.

Studenţii vor fi familiarizaţi cu framework-ul UVM realizat în SystemVerilog şi folosit în prezent de întreaga industrie pentru verificarea celor mai moderne şi complexe cipuri. Vor fi discutate componentele de verificare standard din cadrul UVM şi fazele de executie ale unei simulări.

7. Competenţe *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoştinţe, aptitudini şi abilităţi personale, sociale şi/sau metodologice în situaţii de muncă sau de studiu şi pentru dezvoltarea profesională şi personală. Reflectă cerinţele angajatorilor.)*

Specifice	La sfârşitul acestui curs, studenţii vor avea cunoştinţe teoretice şi practice de: - Proiectare a unui plan de verificare şi implementarea sa - Programare în SystemVerilog - Analiza rezultatelor verificării - Tehnici de depanare (debugging)
Transversale (generale)	- Are capacitatea de analiză şi sinteză: prezintă în mod concis şi clar cunoştinţele dobândite prin analiza riguroasă a informaţiilor. - Demonstrează abilităţi în lucrul în echipă şi comunică eficient, colaborând cu ceilalţi pentru rezolvarea problemelor de complexitate medie. - Manifestă autonomie şi gândire critică: este capabil să analizeze şi să interpreteze datele în mod independent, să identifice soluţii şi să formuleze concluzii relevante. - Respectă principiile de etică academică: citează corect şi adecvat sursele bibliografice utilizate în activităţile de documentare. - Aplică aspecte ale inteligenţei emoţionale pentru gestionarea eficientă a aspectelor socio-emoţionale în mediul academic, manifestând controlul şi obiectivitatea în luarea deciziilor sau în situaţii tensionate.

8. Rezultatele învăţării *(Sunt enunţuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învăţării reflectă realizările studentului şi mai puţin intenţiile profesorului. Rezultatele învăţării informează studenţii despre ceea ce se aşteaptă de la ei din punct de vedere al performanţei, pentru a obţine notele şi creditele dorite. Sunt definite în termeni concreţi, folosind verbe similare exemplelor de mai jos şi indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învăţării vor fi astfel redactate încât să fie evidenţiată clar relaţia faţă de competenţele definite la punctul 7.)*

Cunoştinţe	*Rezultatul asimilării de informaţii prin învăţare. Cunoştinţele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii şi practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice şi/sau faptice.* - Defineşte noţiunile şi conceptele specifice verificării funcţionale, în strânsă relaţie cu particularităţile metodologiei UVM. - Descrie în mod corespunzător tehnicile de analiză şi verificare utilizate pentru testarea modulelor digitale in funcţie de nivelul de integrare analizat. - Înţelege şi descrie funcţionarea blocurilor componente ale sistemului şi impactul acestora la nivelul cipului. - Enumeră cele mai importante caracteristici ale unui mediu de verificare robust, evidenţiind limitările, avantajele, dezavantajele şi aplicabilitatea acestora în practică - Înţelege şi descrie corespunzător principalele faze ale simulării conform cu organizarea, cerinţele şi modul de lucru utilizate în industrie.
Aptitudini	*Capacitatea de a aplica cunoştinţe şi de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini şi a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive şi creative) sau practice (implicând dexteritate manuală şi utilizarea de metode, materiale, unelte şi instrumente).* – Selectează şi grupează informaţii relevante într-un context dat, putând astfel să descrie corespunzător diverse aspecte teoretice sau practice relevante pentru verificarea funcţională. – Utilizează argumentat concepte şi principii specifice verificării funcţionale în vederea stabilirii gradului de îndeplinire a specificaţiilor cipului. – Validează experimental soluţiile identificate pentru rezolvarea practică a temei de proiect. – Identifică şi interpretează în mod corect relaţii de cauzalitate în funcţionarea sistemului. – Formulează concluzii corecte asupra rezultatelor de simulare obţinute.
Responsabilitate şi autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom şi responsabil cunoştinţele şi aptitudinile sale.* – Selectează surse bibliografice potrivite şi le analizează. – Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate. – Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învăţare. – Demonstrează autonomie în organizarea contextului de învăţare şi a problemelor de rezolvat.

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 studenţilor la stabilirea propriului parcurs de învăţare, cum se identifică eventualele rămâneri în urmă şi ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Predarea disciplinei este construită în jurul comunicării orale, cu accent pe metodele interactive şi demonstrative, precum şi folosind metoda problematizării, toate fiind aplicate frontal. Se foloseşte videoproiectorul pentru a comunica şi ilustra conţinutul, combinat cu mijloace interactive bazate pe întrebări şi feedback-ul activ al studenţilor.

În cadrul procesului de predare, studenţilor le sunt prezentate metodologii de analiză a specificaţiilor modulelor digitale complexe şi de dezvoltare a suitelor de teste pentru verificarea funcţionalităţii acestora.

Metodele de predare includ prelegeri susţinute folosind prezentări PowerPoint şi utilizarea de materiale video relevante, care vor fi puse la dispoziţia studenţilor. Fiecare lecţie debutează cu o recapitulare a materialului prezentat anterior, concentrându-ne pe noţiunile esenţiale prezentate în cursul precedent. Prezentările conţin numeroase secţiuni de cod sursă şi diagrame, pentru a facilita înţelegerea şi asimilarea informaţiilor.

Alături de noţiunile teoretice, această disciplină integrează şi activităţi practice complexe, constând în elaborarea unui proiect, menite să sprijine procesul de învăţare al studenţilor şi să dezvolte abilităţi esenţiale pentru funcţia de verificare funcţională a sistemelor digitale.

Sunt promovate abilităţile de ascultare activă şi comunicare asertivă, împreună cu înţelegerea şi aplicarea conceptelor de feedback constructiv, adaptând astfel procesul de predare la nevoile individuale ale studenţilor.

Toate materialele de curs sunt disponibile în format electronic pe platforma Moodle a facultăţii, pentru accesul şi consultarea lor uşoară şi convenabilă.

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Introducere -Importanta verificarii hardware -Nivele de verificare -Limbaje si metodologii -Unelte si tehnologii de verificare	1
2	Procesul de verificare functionala -Provocarea verificarii -Planificarea verificarii -Mediul de verificare -Rularea de teste -Procesul de depanare -Masurarea progresului	2
3	Generarea stimulilor -Reset -Generare aleatoare -Secvente de test -Module de test -Simulare si regresie	2
4	Monitoare si evaluare -Importanta auto-evaluarii -Ce este un model de referinta? -Evenimente, verificari temporale -Recuperarea datelor	2
5	Depanare -Analiza defectelor -Gestiunea defectelor cunoscute	1
6	Definirea si colectarea Metricilor de progres -Acoperirea codului -Acoperirea functionala -Acoperirea temporala si de asertie -Metrici unificate	2
7	Finalizarea verificarii -Analiza acoperirii -Rata de succes a testelor	1

8	Modele de verificare -Registre -FIFO -Arbitri -Translatoare -Blocuri algoritmice -Procesoare	2
9	Alte subiecte -Verificare la nivel de sistem -Verificare de semnal mixt -Verificarea sistemelor de putere scazuta	1
	Total:	14

Bibliografie:
Bibliografie
- Bruce Wile, John Goss, Wolfgang Roesner, Comprehensive Functional Verification: The Complete Industry Cycle, Morgan Kaufmann; 1st edition (June 9, 2005)
-Andreas Meyer, Principles of functional verification, Newnes; 1st edition (November 5, 2003)

LABORATOR

Nr. crt.	Conţinutul	Nr. ore
1	Aplicatii SystemVerilog	2
2	Module de test si Simulare	2
3	Constructia mediului de Verificare	2
4	Metrici si acoperirea testului	2
5	Teste de regresie	2
6	Asertii	2
7	Evaluare	2
	Total:	14

Bibliografie:
Bibliografie
- Bruce Wile, John Goss, Wolfgang Roesner, Comprehensive Functional Verification: The Complete Industry Cycle, Morgan Kaufmann; 1st edition (June 9, 2005)
-Andreas Meyer, Principles of functional verification, Newnes; 1st edition (November 5, 2003)

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Test Partial	scris	25%
	Examen final	scris	25%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Finalizarea si performanta proiectului.	Prezentari recurente ale proiectului.	50%
11.6 Condiţii de promovare			

Obținerea a 50% din punctajul aferent activității pe parcursul semestrului.
Obținerea a 50% din punctajul de la examenul final.
Finalizarea proiectului.

12. Coroborarea conţinutului disciplinei cu aşteptările reprezentanţilor angajatorilor şi asociaţiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum şi cu stadiul actual al cunoaşterii în domeniul ştiinţific abordat şi practicile în instituţii de învăţământ superior din Spaţiul European al Învăţământului Superior (SEÎS)

Calitatea unui sistem electronic depinde în mare măsură de calitatea metodologiei de verificare aplicate acelui sistem și efortul depus pentru verificare. Din aceste motive, în industria sistemelor electronice, până la 60% din efortul total pentru realizarea unui produs este dedicat verificării. Din aceleași motive, cererea pentru ingineri de verificare capabili este foarte crescută, atât în țară cât și în străinătate. Cursul oferă studenților oportunitatea de a acumula cunoștințe ce le permit să abordeze verificarea sistemelor de complexitate medie, permițându-le să fie rapid integrați într-o echipă de ingineri, fără a necesita antrenament suplimentar la angajare.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
21.09.2026	Conf. Dr. Marius Enachescu	As. Drd. Constin-Emanuel Vasile

Data avizării în departament	Director de departament
22.09.2026	Prof. Dr. Claudius Dan

Data aprobării în Consiliul Facultăţii	Decan
22.09.2026	Prof. Dr. Mihnea Udrea