



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



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	Tehnologie Electronică și Fiabilitate
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclu de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Ingineria Calității și Siguranței în Funcționare în Electronică și Telecomunicații

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Arhitecturi tolerante la defectări Fault tolerant architectures						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. dr. ing. Angelica BACIVAROV						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Prof. dr. ing. Angelica BACIVAROV						
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	S	2.9 Codul disciplinei	2	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 Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					92
Tutorat					0
Examinări					2
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	94.00				
3.8 Total ore pe semestru	150				
3.9 Numărul de credite	6				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Nu e cazul.
4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea unor cunoștințe de bază din domeniile: calitate / fiabilitate / mentenabilitate, statistică matematică.

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

5.1 Curs	Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer
----------	---



5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Aplicațiile se vor desfășura într-o sală echipată cu sisteme de calcul, software-ul necesar, acces Internet. Prezența la ședintele de laborator este obligatorie (conform regulamentului POLITEHNICA București).
-----------------------------------	--

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.)*

Obiectivul general al disciplinei "Arhitecturi tolerante la defectări" constă în analiza arhitecturii sistemelor informatice moderne cu performanțe de fiabilitate ridicate, esențiale în sistemele de mare răspundere funcțională - aerospațiale, de comunicații, pentru controlul proceselor, sistemele informatice medicale și bancare. Cursul dezvoltă în principal tehnicile de protecție ale sistemului la defectări și prezintă tehnici de realizare a sistemelor - hardware și software - de înaltă fiabilitate.

Laboratorul va evidenția metodele de bază folosite pentru implementarea toleranței la defectări și evaluarea performanțelor acestor structuri. Vor fi realizate aplicații concrete în care studenții vor fi implicați atât la realizarea componentei software, cât și a celei hardware.

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.)*

Specifice	Demonstrează că deține cunoștințe de bază / avansate în domeniul arhitecturilor de sisteme tolerante la defectări Corelează cunoștințele din domeniul toleranței la defecte Aplică în practică cunoștințele corelate cu construirea unor sisteme tolerante la defectări Aplică metode și instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru realizarea procesului de evaluare și diagnoză a unei situații, în funcție de problemele identificate/raportate, și identifică soluții. Argumentează și analizează coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică. Utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral.
Transversale (generale)	Lucrează în echipă și comunică eficient, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie. Autonomie și gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza date în mod independent, precum și de a desprinde și prezenta concluzii / identifica soluții. Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică. Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate. Pune în practică elemente de inteligență emoțională în gestionarea socio-emoțională adecvată a unor situații din viața reală/academică/profesională, demonstrând stăpânire de sine și obiectivitate în luarea deciziilor sau în situații de stres.



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.)

Cunoștințe	<i>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 factice.</i> • Enumeră cele mai importante etape care au marcat dezvoltarea domeniului arhitecturilor tolerante la defectări. • Definește noțiuni specifice toleranței la defecte și redundanței. • Descrie/clasifică noțiuni/procese/fenomene/structuri. • Evidențiază consecințe și relații.
Aptitudini	<i>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).</i> • Selectează și grupează informații relevante într-un context dat. • Utilizează argumentat principii specifice în vederea asigurării toleranței la defecte a sistemelor. • Lucrează productiv în echipă. • Elaborează un text științific. • Verifică experimental soluții identificate. • Rezolvă aplicații practice. • Interpretează adecvat relații de cauzalitate. • Analizează și compară caracteristici și funcționalități specifice unor sisteme tolerante la defectări. • Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare/proiecte. • Formulează concluzii la experimentele realizate. • Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare.



Responsabilitate și autonomie	<i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i>
	• Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează. • Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate. • Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare. • Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice. • Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat. • Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studențească/implicare în evenimentele din comunitatea academică . • Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale. • Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială). • Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător. • Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate.

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 rămânări în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expositive (prelegerea, expunerea), cât și conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directă și indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și rezolvarea de probleme.

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări PowerPoint sau diferite filmulețe care vor fi puse la dispoziția studenților. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.

Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat. Această disciplină acoperă informații și activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare și de dezvoltare a unor relații optime de colaborare și comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire.

Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și a mecanismelor de construcție a feedback-ului, ca modalități de reglare comportamentală în situații diverse și de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților.

Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere. Conceptul de toleranță la defecte/erori. Modelarea conceptului de toleranță la defectări. Descrierea structurală a sistemelor pentru implementarea toleranței la defectări și modelarea performanțelor.	1
2	Strategii de bază utilizate în conceperea arhitecturii tolerante la defectări. Algoritmi de mascare a defectărilor și reconfigurarea sistemelor la apariția defectelor.	1



3	Structuri redundante pentru implementarea toleranței la defectări la nivel hardware. Scheme de implementare. Evaluare performanțe.	2
4	Structuri redundante protective statice de tip individual și global rezultate prin multiplicare. Structura redundantă logică majoritară.	2
5	Structura redundantă protectivă statică cu logică cuadruplă. Structura redundantă protectivă statică cu logică prin cablare. Structura redundantă prin codare.	2
6	Structura redundantă protectivă dinamică. Structura redundantă hibridă.	2
7	Structuri redundante pentru interconexiunile unui sistem. Probleme de sincronizare în sistemele digitale cu structura redundantă.	2
8	Criterii de comparare a structurilor redundante. Indici de îmbunătățire a fiabilității.	2
9	Proiectarea unei structuri redundante la nivel optimal.	2
10	Evaluarea performanțelor de fiabilitate pentru structurile redundante atunci când se fac restabiliri parțiale.	2
11	Arhitecturi tolerante la defectări prin multiplicare. Studii de caz. Arhitectura unui sistem RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks).	2
12	Arhitecturi monoprosesor și multiprosesor tolerante la defectări.	2
13	Studii de caz pe arhitecturi tolerante la defectări comerciale: JPL STAR, TANDEM, FTMP, Sequoia, BIN.	2
14	Tehnici de reconfigurare în prezența defectelor pentru procesoare și memorii.	1
15	Model al reconfigurării în sistemele multiprosesor.	1
16	Structuri liniare și în arbore pentru matrici de procesoare VLSI. Tehnici de reconfigurare.	1
17	Structuri software tolerante la erori. Blocul de restabilire. Sisteme folosind logarea mesajelor și puncte de control. Programarea n-versională.	1
Total:		28

Bibliografie:

- [1] <http://www.euroqual.pub.ro/cursuri/>.
[2] V. Cătuneanu, Angelica Bacivarov, Structuri electronice de înaltă fiabilitate. Toleranța la defectări, Editura Militară, București, 1999.
[3] V. Cătuneanu, I. C. Bacivarov, Fiabilitatea sistemelor de telecomunicații, Editura Militară, București, 1995.
[4] T. Anderson, P. Lee, Fault Tolerance. Principles and Practices, Prentice Hall, 1999.
[5] I. Koren, C. Mani Krishna, Fault Tolerant Systems, Elsevier, 2007.
[6] Suport în platforma Moodle - <https://curs.upb.ro>.

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Proiectarea unei memorii ROM cu coduri de paritate încrucișate	4



2	Analiza fiabilității structurilor cu redundanță statică de tip logică majoritară	4
3	Probleme de fan-in, fan-out și sincronizare la implementarea structurilor redundante de tip static la nivelul circuitelor integrate	4
4	Evaluarea structurilor hardware redundante de tip static/dinamic cu caracteristici de autotestabilitate	4
5	Structuri liniare și în arbore pentru matrici de procesoare VLSI	4
6	Evaluarea previzională a performanțelor de fiabilitate, disponibilitate, credibilitate a sistemelor tolerante la defectări	4
7	Evaluarea structurilor software redundante de tip static/dinamic cu caracteristici de autotestabilitate	4
Total:		28

Bibliografie:

- [1] <http://www.euroqual.pub.ro/cursuri/>.
[2] V. Cătuneanu, Angelica Bacivarov, Structuri electronice de înaltă fiabilitate. Toleranța la defectări, Editura Militară, București, 1999.
[3] Suport în platforma Moodle - <https://archive.curs.upb.ro/2022/course/view.php?id=10144>.

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice	- teme de casă	20%
	Cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale	- lucrare de verificare - examen final (scris)	40%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Aprecierea activității la laborator	- colocviu final de laborator	40%
11.6 Condiții de promovare			
- Îndeplinirea obligațiilor caracteristice activității de laborator: predarea și susținerea referatelor de laborator. - Obținerea a 50% din punctajul aferent activității pe parcursul semestrului. Pentru promovarea disciplinei studentul trebuie să obțină cel puțin 50% din punctajul total, cu respectarea tuturor cerințelor precizate în Regulamentele POLITEHNICA București / ETTI.			

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 (SEİS)

- Prin activitățile desfășurate, studenții dezvoltă abilități de a oferi soluții unor probleme și de a propune idei de îmbunătățire a situației existenței în domeniul arhitecturilor tolerante la defectări
- În dezvoltarea conținutului disciplinei s-au avut în vedere cunoștințe / aspecte / fenomene descrise de literatura de specialitate / cercetările proprii publicate / prezentate în jurnale și conferințe științifice
- Prin activitățile practice în cadrul laboratorului FMSE se are în vedere dezvoltarea abilităților studentului



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



de a gestiona situații practice cu care se poate confrunta în viața reală în scopul creșterii contribuției acestuia la îmbunătățirea mediului socio-economic.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

25.09.2025

Prof. dr. ing. Angelica
BACIVAROV

Prof. dr. ing. Angelica
BACIVAROV

Data avizării în departament

Director de departament

Conf. dr. ing. Marian VLĂDESCU

Data aprobării în Consiliul
Facultății

Decan

26.09.2025

Prof. Dr. Mihnea Udrea