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	**Tehnologie Electronică şi Fiabilitate**
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Ingineria Calităţii şi Siguranţei în Funcţionare în Electronică şi Telecomunicaţii

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Arhitecturi tolerante la defectări Fault tolerant architectures			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Prof. dr. ing. Angelica BACIVAROV			
2.3 Titularul activităţilor 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 activităţilor 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 învăţământ	56.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	28
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					92
Tutorat					0
Examinări					2
Alte activităţi (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. Precondiţii (acolo unde este cazul)

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

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

5.1 Curs	Cursul se va desfăşura într-o sală dotată cu videoproiector şi computer

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

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.)*

Obiectivul general al disciplinei "Arhitecturi tolerante la defectări" constă în analiza arhitecturii sistemelor informatice moderne cu performanţe de fiabilitate ridicate, esenţiale în sistemele de mare răspundere funcţională - aerospaţiale, de comunicaţii, pentru controlul proceselor, sistemele informatice medicale şi bancare. Cursul dezvoltă în principal tehnicile de protecţie ale sistemului la defectări şi prezintă tehnici de realizare a sistemelor - hardware şi software - de înaltă fiabilitate.
Laboratorul va evidenţia metodele de bază folosite pentru implementarea toleranţei la defectări şi evaluarea performanţelor acestor structuri. Vor fi realizate aplicaţii concrete în care studenţii vor fi implicaţii atât la realizarea componentei software, cât şi a celei hardware.

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	Demonstrează că deţine cunoştinţe de bază / avansate în domeniul arhitecturilor de sisteme tolerante la defectări Corelează cunoştinţele din domeniul toleranţei la defecte Aplică în practică cunoştinţele corelate cu construirea unor sisteme tolerante la defectări Aplică metode şi instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru realizarea procesului de evaluare şi diagnoză a unei situaţii, în funcţie de problemele identificate/raportate, şi identifică soluţii. Argumentează şi analizează coerent şi corect contextul de aplicare a cunostinţelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei şi metodologia specifică. Utilizează vocabularul ştiinţific specific domeniului, în vederea comunicării eficace, în scris şi oral.
Transversale (generale)	Lucrează în echipă şi comunică eficient, coordonându-şi eforturile cu ceilalţi pentru rezolvarea de situaţii problemă de complexitate medie. Autonomie şi gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni ştiinţifici, de a căuta şi analiza date în mod independent, precum şi de a desprinde şi prezenta concluzii / identifica soluţii. Capacitate de analiză şi sinteză: prezintă în mod sintetic cunoştinţele 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 inteligenţă emoţională în gestionarea socio-emoţională adecvată a unor situaţii din viaţa reală/academică/profesională, demonstrând stăpânire de sine şi obiectivitate în luarea deciziilor sau în situaţii de stres.

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.* • Enumeră cele mai importante etape care au marcat dezvoltarea domeniului arhitecturilor tolerante la defectări. • Defineşte noţiuni specifice toleranţei la defecte şi redundanţei. • Descrie/clasifică noţiuni/procese/fenomene/structuri. • Evidenţiază consecinţe şi relaţii.
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. • Utilizează argumentat principii specifice în vederea asigurării toleranţei la defecte a sistemelor. • Lucrează productiv în echipă. • Elaborează un text ştiinţific. • Verifică experimental soluţii identificate. • Rezolvă aplicaţii practice. • Interpretează adecvat relaţii de cauzalitate. • Analizează şi compară caracteristici şi funcţionalităţi specifice unor sisteme tolerante la defectări. • Identifică soluţii şi elaborează planuri de rezolvare/proiecte. • Formulează concluzii la experimentele realizate. • Argumentează soluţiile identificate/modurile de rezolvare.

Responsabilitate și autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și 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 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 şi 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 rămâneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învățare ale studenților şi de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expozitive (prelegerea, expunerea), cât şi conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directă şi indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea), dar şi pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice şi 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 şi scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie uşor de înțeles şi asimilat.
Acestă disciplină acoperă informații şi activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare şi de dezvoltare a unor relații optime de colaborare şi comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire.
Se va avea în vedere exersarea abilităţilor de ascultare activă şi de comunicare asertivă, precum şi a mecanismelor de construcţie a feedback-ului, ca modalităţi de reglare comportamentală în situaţii diverse şi de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învăţare ale studenţilor.
Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învăţare.

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Intoducere. Conceptul de toleranţă la defecte/erori. Modelarea conceptului de toleranţă la defectări. Descrierea structurală a sistemelor pentru implementarea toleranţei la defectări şi modelarea performanţelor.	1
2	Strategii de bază utilizate în conceperea arhitecturii tolerante la defectări. Algoritmi de mascare a defectărilor şi reconfigurarea sistemelor la apariţia defectelor.	1

3	Structuri redundante pentru implementarea toleranţei la defectări la nivel hardware. Scheme de implementare. Evaluare performanţe.	2
4	Structuri redundante protective statice de tip individual şi 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 îmbunătăţire a fiabilităţii.	2
9	Proiectarea unei structuri redundante la nivel optimal.	2
10	Evaluarea performanţelor de fiabilitate pentru structurile redundante atunci când se fac restabiliri parţiale.	2
11	Arhitecturi tolerante la defectări prin multiplicare. Studii de caz. Arhitectura unui sistem RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks).	2
12	Arhitecturi monoprocesor şi multiprocesor 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 prezenţa defectelor pentru procesoare şi memorii.	1
15	Model al reconfigurării în sistemele multiprocesor.	1
16	Structuri liniare şi în arbore pentru matrici de procesoare VLSI. Tehnici de reconfigurare.	1
17	Structuri software tolerante la erori. Blocul de restabilre. Sisteme folosind logarea mesajelor şi 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. Toleranţa la defectări, Editura Militară, Bucureşti, 1999.
[3] V. Cătuneanu, I. C. Bacivarov, Fiabilitatea sistemelor de telecomunicaţii, Editura Militară, Bucureşti, 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.	Conţinutul	Nr. ore
1	Proiectarea unei memorii ROM cu coduri de paritate încrucişate	4

2	Analiza fiabilităţii structurilor cu redundanţă statică de tip logică majoritară	4
3	Probleme de fan-in, fan-out şi 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 şi în arbore pentru matrici de procesoare VLSI	4
6	Evaluarea previzională a performanţelor 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. Toleranţa la defectări, Editura Militară, Bucureşti, 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	Cunoaşterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice	- teme de casă	20%
	Cunoaşterea noţiunilor teoretice fundamentale	- lucrare de verificare - examen final (scris)	40%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Aprecierea activităţii la laborator	- colocviu final de laborator	40%
11.6 Condiţii 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 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)

- 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

de a gestiona situaţii practice cu care se poate confrunta în viaţa reală în scopul creşterii contribuţiei acestuia la îmbunătăţirea mediului socio-economic.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicaţii
21.09.2026	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 Facultăţii	Decan
22.09.2026	Prof. Dr. Mihnea Udrea