

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Automatică și Calculatoare
1.3 Departamentul	Calculatoare
1.4 Domeniul de studii	Calculatoare și Tehnologia Informației
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Programul de studii / Calificarea	Calculatoare română/ Inginer
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Bazele Informației Cuantice			Codul disciplinei	103
2.2 Titularul de curs	CS1 dr. Liviu Zarbo - liviu.zarbo@itim-cj.ro				
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	CS Levente Mathe - levente.mathe@itim-cj.ro AC Larisa Pioras-Timbolmas - larisa.timbolmas@itim-cj.ro				
2.4 Anul de studiu	II	2.5 Semestrul	I	2.6 Tipul de evaluare	C
2.7 Regimul disciplinei	Categoría formativă: DF – fundamentală, DS – de specialitate, DC – complementară				DC
	Opționalitate: DOB – obligatorie, DOP – opțională, DFA – facultativă				DFA

3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care:	Curs	2	Seminar		Laborator	1	Proiect	
3.2 Număr de ore pe semestru	42	din care:	Curs	28	Seminar		Laborator	14	Proiect	
3.3 Distribuția fondului de timp (ore pe semestru) pentru:										
(a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe										10
(b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platforme electronice de specialitate și pe teren										10
(c) Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri										10
(d) Tutoriat										
(e) Examinări										3
(f) Alte activități:										
3.4 Total ore studiu individual (suma (3.3(a))...3.3(f)))					33					
3.5 Total ore pe semestru (3.2+3.4)					75					
3.6 Numărul de credite					3					

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Algebra Liniară Analiza Matematică Programare Fizică
4.2 de competențe	

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	• Cunoștințe de bază de fizică generală la nivel de liceu, sau primul an de facultate: mecanică, electricitate și magnetism, optică • Cunoștințe de bază de algebra liniară, calcul diferențial și integral, la nivelul primului an de facultate. • Cunoștințe de bază de programare, la nivelul primului an de facultate.
-------------------------	--

Competențe transversale	
-------------------------	--

7. Rezultatele așteptate ale învățării

Cunoștințe	Cunoștințe de bază despre informația cuantică: • Conceptul de qubit, poartă cuantică, circuit cuantic • Câțiva algoritmi cuantici de bază • Fenomene cuantice utilizate în calculul și comunicațiile cuantice (suprapunere, entanglement) • Noțiuni de bază ale măsurării cuantice, protocoale de comunicație cuantică
Aptitudini	Implementarea circuitelor cuantice prin intermediul qiskit sau platformelor de tip uraniu. Implementarea algoritmilor cuantici prin intermediul qiskit și platformelor de tip uraniu.
Responsabilitate și autonomie:	Respectarea eticii conform legii și directivelor universității.

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

8.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea de competente si acumularea de cunostinte relevante pentru aplicatii in domeniul calculului cuantic si al comunicatiilor cuantice.
8.2 Obiectivele specifice	1. Dobandirea notiunilor de baza de calcul cuantic: qubiti, porti cuantice, circuite cuantice, algoritmi cuantici. 2. Dobandirea unor deprinderi de baza necesare pentru dezvoltarea de algoritmi cuantici. 3. Dobandirea unor notiuni de baza privind protocoalele de comunicatii cuantice.

9. Conținuturi

9.1 Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Notiuni introductive. • Introducere istorica: de la calculatoare clasice la calculatoare cuantice. • Comportamentul dual al obiectelor cuantice. • Tunelarea cuantica. • Experimentul cu 2 fante	2	Expunere la tablă, prezentare cu videoproiector, discuții pe marginea unor exemple, rezolvare probleme.	
2. Stari cuantice. • Notatie • Probabilitati • Reprezentarea matriceala si vectoriala a starilor cuantice • Qubiti • Stari pure si mixte.	2		
3. Observabile cuantice si masuratori 1 • Observabile si operatori • Principiul lui Heisenberg • Masuratori proiective • Experimentul Stern-Gerlach	2		
4. Observabile cuantice si masuratori 2. • Staric cuantice.	2		

• Observabile si operatori, matricea densitate. • Probabilitati, valori asteptate. • Masuratori parțiale.			
5. Qubiti. • Sistemul cu doua nivele in laborator • Porti cuantice • Superpozitia si entanglarea qubitilor • Sfera Bloch.	2		
6. Controlul qubitilor • Precesia Larmor. • Oscilatii Rabi. • Principiul de functionare al portilor cuantice.	2		
7. Aplicatii ale masuratorilor cuantice 1 • Imposibilitatea clonarii starilor cuantice • Teleportarea cuantica • Senzori cuantici • Tomografie cuantica	2		
8. Aplicatii ale masuratorilor cuantice 2. • Generarea cuantica de numere aleatoare • Protocoale de comunicatii cuantice	2		
9. Comunicatii cuantice • Protocoale de comunicatii cuantice • Retele de comunicatii cuantice	2		
10. Calcul cuantic si simulari cuantice • Tipuri de calculatoare cuantice: digital si analog. • Conceptul de simulare cuantica. • Aplicatii ale simularilor cuantice.	2		
11. Circuite cuantice si algoritmi • Platforma Uranium • Utilizarea resurselor aflate online pentru calcul cuantic	2		
12. Algoritmi cuantici 1 • Algoritmul Deutsch-Josza • Algoritmul Grover	2		
13. Algoritmi cuantici 2 • Transformata Fourier cuantica • RSA si algoritmul lui Shor	2		
14. Platforme fizice pentru calcul cuantic • Qubiti supraconductori • Atomi reci • Capcane cu ioni.	2		
Bibliografie: 1. Nielsen and Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press (2010). 2. Ioan Burda, Introduction to Quantum Computation, Universal Publishers (2005). 3. David McIntyre, Quantum Mechanics: A Paradigms Approach, Pearson Addison-Wesley (2012). 4. Cohen-Tannoudji, Quantum Mechanics, Wiley-VCH; 2nd edition (2019).			
9.2 Seminar / laborator / proiect	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Vizualizarea operatiilor pe qubiti: sfera Bloch, porti cuantice simple (X, Y, Z, etc.), interferenta constructiva si distructiva (Quantum Odyssey)/	2	Lucrari efectuate in laborator: experimente cuantice cu fotoni, Operatii cu qubiti folosind platforma Uranium (TC-ITIM) si Quantum Odyssey.	
2. Circuite cuantice in Q. Odyssey: vectori, valori proprii, schimbare de baze.	2		
3. Generarea de entanglement in circuite cuantice (porti cuantice: CNOT, SWAP, Toffoli). Vizualizare in Q. Odyssey, design de algoritmi pe platforma Uranium.	2		
4. Evolutia temporala a bitilor cuantici si a cantitatilor fizice asociate acestora. Vizualizare in Python.	2		
5. Platforma de calcul TQ-ITIM: crearea de circuite cuantice pentru mai multi qubiti, operatii si masuratori cuantice	2		

6. Oracol cuantic, algoritmul lui Grover (Uranium, Q. Odyssey)	2		
7. Factorizarea numerelor întregi folosind algoritmul lui Shor.	2		
Bibliografie 1. Nielsen and Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press (2010). 2. Ioan Burda, Introduction to Quantum Computation, Universal Publishers (2005). 3. David McIntyre, Quantum Mechanics: A Paradigms Approach, Pearson Addison-Wesley (2012). 4. Cohen-Tannoudji, Quantum Mechanics, Wiley-VCH; 2nd edition (2019).			

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

--

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare (și forma evaluare: continuă/sumativă)	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Rezolvarea a 2 probleme și răspunsuri la un set de întrebări din teorie	Probă scrisă	60%
11.5 Seminar/Laborator /Proiect		Verificare pe parcurs prin teste de laborator	40%
11.6 Standard minim de performanță: Cunoștințe minimale: - Cunoașterea conceptelor: qubit, stare cuantica, observabila, masuratoare cuantica. - Cunoașterea conceptelor de superpoziție, interferența, entanglement. Competențe minimale: - Sa poată preciza efectul unor porți cuantice pentru un singur qubit asupra unui sistem cu mai mulți qubiti. - Sa poată preciza efectul portilor cuantice care creează entanglement asupra unui sistem cu mai mulți qubiti. - Sa poată construi circuite cuantice cu sisteme de până la 3 qubiti. - Sa poată efectua un experiment în care să demonstreze superpoziția stărilor cuantice. Nivel cantitativ: - Efectuarea tuturor lucrărilor de laborator - Notele la examen și laborator să fie minim 5.			

Data completării: 12.05.2026	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
	Curs	Dr. Liviu ZARBO	
	Aplicații	CS Levente MATHE	
		AC Larisa Pioras - TIMBOLMAS	

Data avizării în Consiliul Departamentului Calculatoare	Director Departament Prof.dr.ing. Rodica Potolea
Data aprobării în Consiliul Facultății de Automatică și Calculatoare	Decan Prof.dr.ing. Vlad Mureșan