

FIȘA DISCIPLINEI

Anul universitar 2023-2024

1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea Lucian Blaga din Sibiu
1.2. Facultatea	Facultatea de Inginerie
1.3. Departament	Departamentul de Calculatoare și Inginerie Electrică
1.4. Domeniul de studiu	Calculatoare și Tehnologia Informației
1.5. Ciclul de studii ¹	Licență
1.6. Specializarea	TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	Sisteme incorporate		Cod	TI.810.SA	
2.2. Titular activități de curs	asist. dr. ing. Radu CHIȘ				
2.3. Titular activități practice	Asist. dr. ing. Radu CHIȘ				
2.4. An de studiu ²	4	2.5. Semestrul ³	8	2.6. Tipul de evaluare ⁴	E
2.7. Regimul disciplinei ⁵	A		2.8. Categoria formativă a disciplinei ⁶	S	

3. Timpul total estimat

3.1. Extinderea disciplinei în planul de învățământ – număr de ore pe săptămână					
3.1.a.Curs	3.1.b. Seminar	3.1.c. Laborator	3.1.d. Proiect	3.1.e Alte	Total
2		1			3
3.2. Extinderea disciplinei în planul de învățământ – Total ore din planul de învățământ					
3.2.a.Curs	3.2.b. Seminar	3.2.c. Laborator	3.2.d. Proiect	3.2.e Alte	Total ⁷
28		14			42
Distribuția fondului de timp pentru studiu individual⁸					Nr. ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					14
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					14
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					14
Tutoriat ⁹					14
Examinări ¹⁰					2
3.3. Total ore alocate studiului individual¹¹ (NOSIsem)					58
3.4. Total ore din Planul de învățământ (NOADsem)					42
3.5. Total ore pe semestru¹² (NOADsem + NOSIsem)					100
3.6. Nr ore / ECTS					25
3.7. Număr de credite¹³					4

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1. Discipline necesar a fi promovate anterior (de curriculum) ¹⁴	Cunoștințe de bază de arhitectura calculatoarelor (microprocesoarelor), limbaje de programare de nivel înalt, sisteme de operare, algoritmi.
4.2. Competențe	

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. De desfășurare a cursului ¹⁵	Participare activă, lectura suportului de curs Tablă, videoproiector
5.2. De desfășurare a activităților practice (lab/sem/pr/aplic) ¹⁶	Elaborarea și susținerea lucrărilor planificate Sală dotată cu calculatoare având instalate instrumentele necesare susținerii lucrărilor de laborator (v. continutul lucrărilor de laborator)

6. Competențe specifice acumulate¹⁷

		Număr de credite alocate disciplinei ¹⁸	4	Repartizare credite pe competențe ¹⁹
6.1. Competențe profesionale	CP1	Operarea cu fundamente științifice, ingineresti și ale informaticii		1
	CP2	Proiectarea componentelor hardware, software și de comunicații		1
	CP3	Soluționarea problemelor folosind instrumentele științei și ingineriei calculatoarelor		
	CP4	Proiectarea și integrarea sistemelor informatice utilizând tehnologii și medii de programare		1
	CP5	Întreținerea și exploatarea sistemelor hardware, software și de comunicații		
	CP6	Utilizarea sistemelor inteligente		
6.2. Competențe transversale	CT1	Comportarea onorabilă, responsabilă, etică, în spiritul legii pentru a asigura reputația profesiei		
	CT2	Identificarea, descrierea și derularea proceselor din managementul proiectelor, cu preluarea diferitelor roluri în echipa și descrierea clară și concisă, verbal și în scris, în limba română și într-o limbă de circulație internațională, a rezultatelor din domeniul de activitate		1
	CT3	Demonstrarea spiritului de inițiativă și acțiune pentru actualizarea cunoștințelor profesionale, economice și de cultură organizațională		

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

7.1. Obiectivul general	Disciplina are rolul de a prezenta studenților într-o manieră integratoare noțiuni de specialitate (hardware și software) legate de un domeniu de mare interes la ora actuală utilizat în toate aplicațiile industriale sau casnice, și anume cel al sistemelor dedicate, cu accent pe elementul central al acestora și anume arhitecturile de calcul folosite, în special procesoare VLIW (very long instruction word). Din punct de vedere istoric, domeniul sistemelor embedded (dedicate) rareori se intersecta cu cel al arhitecturilor de calcul de tip VLIW. Dezvoltările tehnologice au reușit să înlăture aceste separare: tehnicile de procesare avansate de tip VLIW, care pareau scumpe pentru domeniul sistemelor embedded au devenit fezabile, pretabile, acceptabile ca și cost pentru acestea. Această schimbare a determinat trecerea într-o nouă epocă de proiectare a sistemelor de calcul dedicate, în care un procesor de înaltă performanță este elementul central, celelalte elemente (periferice, neprogramabile) de interconectare ale sistemului având un rol secundar. Proiectarea sistemului trebuie făcută ținând cont și de instrumentele software dedicate arhitecturii suport (compilatoare, debugger-e, simulatoare) necesare
--------------------------------	--



	pentru dezvoltarea de aplicații.
7.2. Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> • Înțelegerea conceptelor fundamentale referitoare la sistemele de calcul dedicat: hardware (arhitecturi), software (tehnologii și metodologii de evaluare) și aplicații. • Cunoașterea funcțiilor de bază ale sistemelor dedicate: capacitatea de a proiecta un sistem, o componentă sau proces care să corespundă unor constrângeri realiste, cum ar fi din punct de vedere economic, al mediului, etc, al sănătății și siguranței, al producției, și durabilității • Cunoașterea structurii sistemelor dedicate • Cunoașterea și dezvoltarea de aplicații cu sisteme dedicate • Dezvoltarea și înțelegerea tehnologiilor folosite ca suport pentru sistemele dedicate: capacitățile tehnologice și limitările hardware, componentele software, metode de evaluare a compromisurilor de proiectare între diferite opțiuni tehnologice • Dezvoltarea abilităților de programare pentru sisteme dedicate (C, C++ sub sistem de operare Linux Ubuntu, etc)

8. Conținuturi

8.1. Curs ²⁰		Metode de predare ²¹	Nr. ore
Curs 1	Organizarea cursului. Prezentarea structurii, bibliografiei, modului de desfășurare a activității și a evaluării. Introducere în procesarea dedicată. Legea lui Moore și calculatoare omniprezente. Ce sunt sistemele de calcul dedicate? Diferențe între procesoarele dedicate și cele aferente sistemelor de uz general.	Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicei studiate, utilizare videoprojector, discuții cu studenții	2
Curs 2	Caracterizarea sistemelor dedicate: atribute și limitări fizice în domeniul embedded. Categorii de aplicații cu sisteme dedicate. Metodologii de proiectare. Productivitate versus complexitate.	Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicei studiate, utilizare videoprojector, discuții cu studenții	2
Curs 3	Procesoare RISC cu paralelism la nivelul instrucțiunii (ILP). Mașini cu execuție multiplă: procesoare superscalare și VLIW. Asemănări și deosebiri. Rolul compilatorului în detecția hazardurilor de date. Procesoarele VLIW în calculul dedicat. Procesoare de semnal.	Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicei studiate, utilizare videoprojector, discuții cu studenții	2
Curs 4	Problema hazardurilor în arhitecturile VLIW. Soluții software de eliminare a acestora. Tehnici de optimizare la nivelul compilatorului. Regula 90:10. Loop-Based Strength Reduction, Induction Variable Elimination, Loop-Invariant Code Motion, Loop interchange, Merging array, Loop unswitching.	Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicei studiate, utilizare videoprojector, discuții cu studenții	4
Curs 5	Tehnici de optimizare la nivelul compilatorului. Loop Unrolling, Software Pipelining, Enhance Percolation, Procedure Splitting, List Scheduling. Optimizări globale de tip Trace Scheduling, Function inlining.	Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicei studiate, utilizare videoprojector, discuții cu studenții	4
Curs 6	Analiza performanței programelor. Control dependence graph (CDG). Worst-case execution time (WCET). Considerații referitoare la consumul de putere și energie.	Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicei studiate, utilizare videoprojector, discuții cu studenții	2
Curs 7	Verificare pe parcurs din materia studiată.	Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicei studiate, utilizare videoprojector,	2



		discuții cu studenții	
Curs 8	Procese și sisteme de operare în timp real. Planificarea proceselor care să permită o scalare dinamică a tensiunii de alimentare în vederea satisfacerii restricțiilor de timp (deadline) concomitent cu menținerea unei tensiuni joase satisfăcătoare din punct de vedere a puterii consumate.	Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicei studiate, utilizare videoprojector, discuții cu studenții	2
Curs 9	Instrumente software pentru generarea codului specific arhitecturilor embedded. Compilatoare, Asambleare, Link-editoare, Debugger-e, Simulatoare. Compilatorul VEX (VLIW example).	Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicei studiate, utilizare videoprojector, discuții cu studenții	2
Curs 10	Diferențe între compilatoare pentru sisteme embedded versus pentru sisteme de uz general: constrângeri de memorie, timp real și consum redus de putere. Profiling și granularitatea informațiilor colectate. Scheduling. Generarea codului mașină și compilare la nivel Back-End.	Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicei studiate, utilizare videoprojector, discuții cu studenții	2
Curs 11	Acceleratoare pentru execuția pe arhitecturi dedicate a rețelelor neuronale.	Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicei studiate, utilizare videoprojector, discuții cu studenții	2
Curs 12	Recapitulare finală. Parcurgerea conceptelor esențiale.	Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicei studiate, utilizare videoprojector, discuții cu studenții	2
Total ore curs:			28

8.2. Activități practice

8.2.b. Laborator		Metode de predare ²²	Nr. ore
Laborator 1	Utilizarea simulatorului VLIW-DLX: ilustrarea principiilor fundamentale ale procesării VLIW (very long instruction word). Rolul software-ului în detecția și eliminarea hazardurilor RAW. Relația dintre instrucțiunea multiplă și instrucțiunile RISC primitive și independente, care vor fi alocate unităților de execuție în conformitate strictă cu poziția lor în instrucțiunea multiplă (număr/latențe). Optimizări software în procesoarele VLIW (loop unrolling, software pipelining). Avantaje / Dezavantaje față de procesoarele superscalare. Aplicabilitate – sisteme dedicate (procesoare de semnal, procesoare multimedia). Aplicație rezolvată – execuția pe un procesor VLIW a unui program care înmulțește două matrici pătratice și care translatează un vector de numere flotante. Comparatie timp de execuție față de varianta scalară.	Demonstrație practică, simulări software, exerciții	2
Laborator 2	Instalare SO Linux Ubuntu. Descărcarea compilatorului VEX (http://www.hpl.hp.com/downloads/vex/vex-3.43.i586.tgz), instalarea și testarea pe un program simplu care determină maximul dintr-un șir de numere. Sesizarea diferențelor dintre compilatorul pentru arhitectura nativă (Intel) versus cel dedicat pentru arhitectura simulată VLIW.	Demonstrație practică, simulări software, exerciții	2
Laborator 3	Parcurgerea manualului de utilizare a instrumentului VEX (http://home.deib.polimi.it/ashouri/courses/VEX_manual.pdf) și testarea fiecărei opțiuni de compilare (-mas_t, etc) pe diverse programe. Analizarea statisticilor privitoare la configurația cache-urilor și a ratelor de hit obținute (fișierele ta.log.###). Prezentarea	Demonstrație practică, simulări software, exerciții	2



	rezultatelor sub forma unui tutorial.		
Laborator 4	Aplicarea tehnicilor de optimizare la nivelul compilatorului: Loop-Based Strength Reduction, Induction Variable Elimination, Loop-Invariant Code Motion, Loop interchange, Merging array, Loop unswitching. Măsurarea timpului de execuție în varianta în care codul este neoptimizat (-O0) sau optimizat cu loop unrolling și trace scheduling (-O3).	Demonstrație practică, simulări software, exerciții	2
Laborator 5	Setul de instrumente VEX permite compilarea pentru arhitecturi de procesare diferite. Compilați și executați aplicația “decodorul MPEG2” pentru arhitectura scalară RISC, și pentru arhitecturi VEX2, VEX4 și VEX8. Comparați rezultatele în ceea ce privește timpul de execuție, IPC, ciclul în care procesarea stagnează și NOP. https://www.complang.tuwien.ac.at/cd/vliw/assignment2.pdf Implică modificări în Makefile și schimbată configurația în momentul compilării (risc.mm, etc).	Demonstrație practică, simulări software, exerciții	2
Laborator 6	Aplicarea unor informații de profiling (gprof fis1 gmon-icache.out). Analiza apelurilor de funcții.	Demonstrație practică, simulări software, exerciții	2
Laborator 7	Evaluarea finală a activității de laborator.	Demonstrație practică, simulări software, exerciții	2
Total ore laborator			14

9. Bibliografie

9.1. Referințe bibliografice recomandate	Joseph A. Fisher, Paolo Faraboschi, Cliff Young, Embedded Computing: A VLIW Approach to Architecture, Compilers and Tools, 1st Edition, Morgan Kaufmann, 2005.
	https://sites.google.com/site/alarivliw11/
	Wayne Wolf, High-Performance Embedded Computing: Architectures, Applications, and Methodologies, 1st Edition, Morgan Kaufmann, 2007.
	http://www.ann.ece.ufl.edu/courses/eel6935_11fal/
9.2. Referințe bibliografice suplimentare	Peter Marwedel, Embedded System Design, Springer, 2006;
	John Catsoulis, Designing Embedded Hardware, O'Reilly, 2005.
	A. Florea, V. Fleaca, S.D. Marcu, Innovative Solution for Parking-Sharing of Private Institutions Using Various Occupancy Tracking Methods, Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal, vol. 5, no. 5, pp. 808-819 (2020).
	Florea, A., Berntzen, L., Johannessen, M. R., Stoica, D., Naicu, I. S., & Cazan, V. (2017, June). Low Cost Mobile Embedded System for Air Quality Monitoring. In Proceedings of the Sixth International Conference on Smart Cities, Systems, Devices and Technologies (SMART), Venice, Italy (pp. 25-29).
	Gellert, A., Florea, A., Fiore, U., Palmieri, F., & Zanetti, P. (2019). A study on forecasting electricity production and consumption in smart cities and factories. International Journal of Information Management, 49, 546-556.
	Florea, A., & Gellert, A. (2017). Developing Heuristics for the Graph Coloring Problem Applied to Register Allocation in Embedded Systems. J. Multim. Process. Technol., 8(3), 74-87.

10. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului²³

Disciplina își propune formarea unei gândiri critice, algoritmice, capabile de optimizare a problemelor în general și a microarhitecturilor de calcul în special, abilități necesare viitorilor ingineri.
Se realizează prin discuții periodice în cadru formal și informal cu reprezentanții firmelor de profil în vederea analizei problemei, a îmbunătățirii curiculei și adaptarea la cerințelor de pe piața muncii.

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare		11.3 Pondere din nota finală	Obs. ²⁴
11.4a Examen / Colocviu	<ul style="list-style-type: none"> Cunoștințe teoretice și practice însușite (cantitatea, corectitudinea, acuratețea) 	Teste pe parcurs ²⁵ :	15%	70%	CPE
		Teme de casă:	15%		
		Alte activități ²⁶ :	0%		
		Evaluare finală:	70%		
11.4c Laborator	<ul style="list-style-type: none"> Cunoașterea aparatului, a modului de utilizare a instrumentelor specifice; evaluarea unor instrumente sau realizări, prelucrarea și interpretarea unor rezultate 	<ul style="list-style-type: none"> Chestionar scris Răspuns oral Caiet de laborator, lucrări experimentale, referate etc. Demonstrație practică 		30%	CPE
11.5 Standard minim de performanță ²⁷					CPE
<ul style="list-style-type: none"> Interes constant manifestat pentru însușirea disciplinei. Îndeplinirea condițiilor minime obligatorii (50%) în privința temelor de casă, proiectului și a testelor date pe parcursul semestrului. 					

Fișa disciplinei cuprinde componente adaptate persoanelor cu CES (persoane cu dizabilități și persoane cu potențial înalt), în funcție de tipul și gradul acestora, la nivelul tuturor elementelor curriculare (competențe, obiective, conținuturi, metode de predare, evaluare alternativă), pentru a asigura șanse echitabile în pregătirea academică a tuturor studenților, acordând atenție sporită nevoilor individuale de învățare.

Data completării: 14.09.2023

Data avizării în Departament: 15.09.2023

	Grad didactic, titlul, prenume, numele	Semnătura
Titular disciplină	asist. dr. ing. Radu CHIȘ	
Responsabil program de studii	conf. dr. mat. Radu George CREȚULESCU	
Director Departament	prof. dr. ing. Daniel VOLOVICI	
Decan	prof. dr. ing. Maria VINȚAN	

¹ Licență / Master

² 1-4 pentru licență, 1-2 pentru master

³ 1-8 pentru licență, 1-3 pentru master

⁴ Examen, colocviu sau VP A/R – din planul de învățământ

⁵ Regim disciplină: O=Disciplină obligatorie; A=Disciplină opțională; U=Facultativă

⁶ Categoria formativă: S=Specialitate; F=Fundamentală; C=Complementară; I=Asistată integral; P=Asistată parțial; N=Neasistată

⁷ Este egal cu 14 săptămâni x numărul de ore de la punctul 3.1 (similar pentru 3.2.a.b.c.)

⁸ Liniile de mai jos se referă la studiul individual; totalul se completează la punctul 3.37.

⁹ Între 7 și 14 ore

¹⁰ Între 2 și 6 ore

¹¹ Suma valorilor de pe liniile anterioare, care se referă la studiul individual.

¹² Suma (3.5.) dintre numărul de ore de activitate didactică directă (NOAD) și numărul de ore de studiu individual (NOSI) trebuie să fie egală cu numărul de credite alocate disciplinei (punctul 3.7) x nr. ore pe credit (3.6.)

¹³ Numărul de credit se calculează după formula următoare și se rotunjește la valori vecine întregi (fie prin micșorare fie prin majorare)

$$\text{Nr. credite} = \frac{\text{NOCpSpD} \times C_C + \text{NOApSpD} \times C_A}{\text{TOCpSdP} \times C_C + \text{TOApSdP} \times C_A} \times 30 \text{ credite}$$

Unde:

- NOCpSpD = Număr ore curs/săptămână/disciplina pentru care se calculează creditele
- NOApSpD = Număr ore aplicații (sem./lab./pro.)/săptămână/disciplina pentru care se calculează creditele
- TOCpSdP = Număr total ore curs/săptămână din plan
- TOApSdP = Număr total ore aplicații (sem./lab./pro.)/săptămână din plan
- C_C/C_A = Coeficienți curs/aplicații calculate conform tabelului

Coeficienți	Curs	Aplicații (S/L/P)
Licență	2	1
Master	2,5	1,5
Licență lb. străină	2,5	1,25

¹⁴ Se menționează disciplinele obligatoriu a fi promovate anterior sau echivalente

¹⁵ Tablă, videoprojector, flipchart, materiale didactice specifice, platforme on-line etc.

¹⁶ Tehnică de calcul, pachete software, standuri experimentale, platforme on-line etc.

¹⁷ Competențele din Grilele aferente descrierii programului de studii, adaptate la specificul disciplinei

¹⁸ Din planul de învățământ

¹⁹ Creditele alocate disciplinei se distribuie pe competențe profesionale și transversale în funcție de specificul disciplinei

²⁰ Titluri de capitole și paragrafe

²¹ Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicii studiate, utilizare videoprojector, discuții cu studenții (pentru fiecare capitol, dacă este cazul)

²² Demonstrație practică, exercițiu, experiment

²³ Legătura cu alte discipline, utilitatea disciplinei pe piața muncii

²⁴ CPE – condiționează participarea la examen; nCPE – nu condiționează participarea la examen; CEF - condiționează evaluarea finală; N/A – nu se aplică

²⁵ Se va preciza numărul de teste și săptămânile în care vor fi susținute.

²⁶ Cercuri științifice, concursuri profesionale etc.

²⁷ Se particularizează la specificul disciplinei standardul minim de performanță din grila de competențe a programului de studii, dacă este cazul.