

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Comunicații
1.4 Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	Tehnologii Multimedia (TM) / Master
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	TM08.00

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Arhitecturi avansate de calculatoare						
2.2 Aria de conținut	Arie teoretică Arie metodologică Arie de analiză						
2.3 Responsabil de curs	Sl.dr.ing. Ovidiu BUZA – Ovidiu.Buza@com.utcluj.ro						
2.4 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Sl.dr.ing. Ovidiu BUZA – Ovidiu.Buza@com.utcluj.ro						
2.5 Anul de studiu	1	2.6 Semestrul	2	2.7 Tipul de evaluare	Examen	2.8 Regimul disciplinei	DA/DI

### 3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar / laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42	din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar / laborator	14
Distribuția fondului de timp					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					20
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					12
Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					20
Tutoriat					3
Examinări					3
Alte activități: .....					
3.7 Total ore studiu individual	58				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	<i>Sisteme cu Microprocesoare</i>
4.2 de competențe	

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Cluj-Napoca, UTCN sau online
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Cluj-Napoca, laborator UTCN sau online

### 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	C1. Utilizarea elementelor fundamentale referitoare la dispozitivele, circuitele, sistemele, instrumentația și tehnologia electronică C3. Aplicarea cunoștințelor, conceptelor și metodelor de bază privitoare la arhitectura sistemelor de calcul, microprocesoare, microcontrolere, limbaje și tehnici de programare C4. Conceperea, implementarea și operarea serviciilor de date, voce, video, multimedia, bazate pe înțelegerea și aplicarea notiunilor fundamentale din domeniul comunicațiilor și transmisiunii informației
Competențe transversale	N/A

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea de competente privind arhitectura sistemelor de calcul.
7.2 Obiectivele specifice	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Înțelegerea conceptelor de baza privind arhitectura sistemelor de calcul și a sistemelor de calcul paralele</li> <li>2. Dezvoltarea de deprinderi și abilități necesare pentru lucrul cu sisteme paralele de calcul</li> <li>3. Dezvoltarea de deprinderi și abilități necesare pentru proiectarea programelor cu structura paralela</li> </ol>

### 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
1. Notiuni introductive; istoric; taxonomia arhitecturilor de calculatoare; familii de procesoare; metode de evaluare a performanțelor; legea lui Amdahl; exemple de arhitecturi paralele; granularitatea sistemelor paralele	Expunere la tablă, prezentare cu videoproiector, discuții.	Nu este cazul.
2. Tehnologii avansate utilizate în arhitecturile de procesoare; procesoare în sisteme paralele; transputerul; procesoare RISC; arhitectura pipeline; procesoare superscalare și superpipeline; procesoare VLIW; procesoare vectoriale		
3. Memorii cache: memorii cache cu mapare directă; memorii cache complet asociative; memorii cache set-asociative; strategii de implementare pentru memorii cache; memorii write-through și memorii write-back		
4. Rețele de comunicație pentru sisteme paralele(I); comutarea și rutarea; clasificarea rețelelor în funcție de topologie; rețele directe; rețele indirecte; rețele bazate pe magistrală;		

magistrale sincrone si asincrone; magistrale cu tranzacții multiple		
5. Rețele de comunicare pentru sisteme paralele(II); rețele multistagiu; rețele blocante si neblocante; rețelele Omega; rețele crossbar; comparație între rețelele directe și cele indirecte; comutarea prin pachete: metodele Store & Forward, Wormhole Routing si Virtual Cut-through		
6. Tehnici de rutare; rutare stabilită la nivelul nodului sursă; rutarea locală; rutarea adaptivă si rutarea deterministă; eliminarea blocajelor de rutare; folosirea canalelor virtuale; metode de implementare a comunicației multicast		
7. Arhitecturi paralele si distribuite: arhitectura multiprocesor si multicalculator; sisteme distribuite; arhitectura grid; sisteme SIMD: procesoare matriciale, hipercuburi, sisteme sistolice		
8. Multicalculatoare; implementarile VSM si SVM; abordari si metode folosite in proiectarea sistemelor multicalculator; metoda cu server central; metoda migrației; metoda replicarii datelor la citire; metoda Full Replication; exemple de multicalculatoare: IBM SP2 si Parsytec C		
9. Sisteme multiprocesor (I): arhitecturile UMA, NUMA, CC-NUMA; coerenta memoriilor cache in sisteme cu memorie partajata; surse de inconsistenta a datelor; protocoalele write-invalidare si write-update		
10. Sisteme multiprocesor (II); ascunderea latenței la accesul memoriei de la distanță; modele de consistență a memoriei; arhitectura COMA; comparație între arhitectura COMA și arhitectura CC-NUMA; arhitecturile S-COMA, R-NUMA		
11. Coerenta memoriilor cache in sisteme multiprocesor: protocoalele Snoopy-bus si bazate pe director; metode de implementare pentru memoria director: implementarile Full map si Limited map; metoda cu director înlănțuit; diagramele de stari si tranzitii pentru memoriile write-through si write-back		
12. Sisteme de operare pentru multiprocesoare: exploatarea concurenței, detectarea paralelismului in programe, mecanisme de sincronizare, exemple.		
13. Standarde și medii de programare pentru arhitecturi paralele: standardul MPI, mediul PVM, limbajul CUDA, agenți inteligenți		
14. Recapitulare. Teme pentru examen		
<b>Bibliografie</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Yan Solihin, Fundamentals of Parallel Multicore Architecture, 1st Edition, Chapman and Hall/CRC June 30, 2020, ISBN-13 : 978-0367575281</li> <li>2. O. Buza, Arhitecturi Paralele de Calculatoare, Ed. Grinta, Cluj-Napoca, 2018, ISBN 978-606-037-012-3</li> <li>3. J. L. Hennessy, D. A. Patterson, Computer Architecture, 6th Edition (The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design), Elsevier, 2017, ISBN 978-0128119051</li> <li>4. J. L. Hennessy, D. A. Patterson, Computer Organization and Design RISC-V Edition: The Hardware Software Interface (The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design) 1st Edition, Elsevier, 2017, ISBN-13: 978-0128122754</li> </ol>		

5. G. Lerman, L. Rudolph, Parallel Evolution of Parallel Processors (Evaluation in Education and Human Services), Springer, 2013, ISBN-13: 978-1461362371
6. Michel Dubois, Parallel Computer Organization and Design, 1st Edition, Cambridge University Press August 1, 2012, ISBN-13 : 978-0521886758

**Online references**

1. \*\*\* Computer Architecture, 2020, <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/computer-architecture>
2. \*\*\* Computer Organization and Architecture, 2020, <https://www.geeksforgeeks.org/computer-organization-and-architecture-tutorials>

<b>8.2 Laborator</b>	Metode de predare	Observații
1. Introducere în PVM; construirea unei mașini virtuale paralele	Prezentare teoretica si lucru interactiv	
2. Funcții de transmitere a mesajelor și control al task-urilor		
3. Funcții pentru grupuri de procese în PVM		
4. Implementarea algoritmului lui Cannon folosind biblioteca PVM (I)		
5. Implementarea algoritmului lui Cannon folosind biblioteca PVM (II)		
6. Alte aplicații pe arhitecturi paralele		
7. Testul de laborator		

**Bibliografie**

1. R. Trobec, B. Slivnik, P. Bulić, B. Robič, Introduction to Parallel Computing: From Algorithms to Programming on State-of-the-Art Platforms (Undergraduate Topics in Computer Science) 1st edition, Springer 2018, ISBN-13: 978-3319988320
2. D. B. Kirk, W. W. Hwu, Programming Massively Parallel Processors, Second Edition: A Hands-on Approach, Elsevier, 2012, ISBN-10: 0124159923
3. Shane Cook, CUDA Programming: A Developer's Guide to Parallel Computing with GPUs (Applications of GPU Computing Series), Elsevier, 2013, ISBN-10: 0124159338
4. A. Hangan, A. Rarau, C. Sipos, Calcul Paralel si Distribuit, Indrumator de Laborator, Ed. UTPRESS, Cluj-Napoca 2009, ISBN 978-973-662-484-1
5. C. Lin, L. Snyder, Principles of Parallel Programming, Addison-Wesley, 2008, ISBN-13: 978-0321487902
6. Michael Quinn, Parallel Programming in C with MPI and OpenMP, 1st Edition, McGraw-Hill Science/Engineering/Math, June 5, 2003, ISBN-13: 978-0072822564

**Online references**

1. \*\*\*Introduction to Parallel Programming with MPI, 2020, <https://pdc-support.github.io/introduction-to-mpi/05-parallel-paradigms/index.html>
2. \*\*\* Introduction to CUDA, 2017, <https://developer.nvidia.com/blog/even-easier-introduction-cuda/>

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

Competențele dobândite vor fi folosite în următoarele ocupații conform COR (Clasificarea Ocupațiilor din România): Inginer emisie; Inginer electronist, transporturi, telecomunicații; Inginer imagine; Inginer sunet; Proiectant inginer electronist; Proiectant inginer de sisteme și calculatoare; Inginer șef car reportaj; Inginer șef schimb emisie; Inginer proiectant comunicații; Inginer sisteme de securitate; Inginer suport vânzări; Dezvoltator de aplicații multimedia; Inginer operare rețea; Inginer testare sisteme de comunicații; Manager proiect; Inginer de trafic; Consultant pentru sisteme de comunicații.

## 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Rezolvarea unei probleme și răspunsuri la un set de întrebări din teorie	Probă scrisă	80%
10.5 Laborator	Verificarea deprinderilor și abilităților dobândite în urma activităților de laborator	Verificare pe parcurs prin teste de laborator	20%

### 10.6 Standard minim de performanță

#### Nivel calitativ:

##### Cunoștințe minimale:

- ✓ Cunoașterea arhitecturii unui sistem de calcul precum și a unui sistem de calcul paralel
- ✓ Cunoașterea tehnologiilor utilizate în cadrul arhitecturilor de procesoare
- ✓ Cunoașterea arhitecturii și a modului de funcționare a memoriilor cache
- ✓ Cunoașterea tipurilor și principiilor de funcționare a rețelelor de interconectare
- ✓ Cunoașterea tipurilor de arhitecturi paralele și distribuite
- ✓ Cunoașterea arhitecturii sistemelor multicalculator și multiprocesor
- ✓ Cunoașterea standardelor de programare pentru arhitecturile paralele

##### Competențe minimale:

- ✓ Să înțeleagă modul de realizare a unei mașini virtuale paralele
- ✓ Să poată realiza un program cu structura paralela folosind biblioteca PVM

#### Nivel cantitativ:

- ✓ Efectuarea tuturor lucrărilor de laborator
- ✓ Notele la examen și laborator să fie minim 5.
- ✓ Nota la disciplină se calculează cu relația:  $0,8 * \text{Nota\_examen} + 0,2 * \text{Nota\_laborator}$

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
13.09.2022	Curs	Sl.dr.ing. Ovidiu BUZA	
	Aplicații	Sl.dr.ing. Ovidiu BUZA	

Data avizării în Consiliul Departamentului COM 13.09.2022	Director Departament Comunicații Prof.dr.ing. Virgil DOBROTĂ
Data aprobării în Consiliul Facultății ETTI 21.09.2022	Decan Prof.dr.ing. Ovidiu POP