

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

Instituția de învățământ superior	Universitatea „Ștefan cel Mare” Suceava
Facultatea	Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor
Departamentul	Departamentul de Calculatoare
Domeniul de studii	Calculatoare și tehnologia informației
Ciclul de studii	Masterat
Programul de studii/calificarea	Știința și ingineria calculatoarelor

### 2. Date despre disciplină

Denumirea disciplinei	Proiectarea sistemelor înglobate				
Titularul activităților de curs	Prof. Dr. Ing. Vasile Gheorghiuță GĂITAN				
Titularul activităților aplicative (proiect)	Prof. Dr. Ing. Vasile Gheorghiuță GĂITAN				
Anul de studiu	II	Semestrul	3	Tipul de evaluare	E
Regimul disciplinei	Categorია formativă a disciplinei DSI – Discipline de sinteză; DAP – Discipline de aprofundare				DSI
	Categorია de opționalitate a disciplinei: DO - obligatorie (impusă), DA - opțională (la alegere), DL - facultativă (liber aleasă)				DO

### 3. Timpul total estimat (ore alocate activităților didactice)

I.a) Număr de ore, pe săptămână	3,5	Curs	2	Seminar		Laborator		Proiect	1,5
I.b) Totalul de ore (pe semestru) din planul de învățământ	49	Curs	28	Seminar		Laborator		Proiect	21

II. Distribuția fondului de timp pe semestru	ore
II.a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe	25
II.b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren	25
II.c) Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri	15
II.d) Tutoriat	7
III. Examinări	4
IV. Alte activități:	25

Total ore studiu individual II (a+b+c+d)	72
Total ore pe semestru (I+II+III+IV)	125
Numărul de credite	5

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

Curriculum	
Competențe	

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

Desfășurarea cursului	• PC, videoproiector	
Desfășurare aplicații	Seminar	•
	Laborator	•
	Proiect	• laborator dotat cu minim 14 calculatoare PC, videoproiector, 14 kit-uri DISCOVERY MCBSTM32F429, Keil - versiunea 5.40 - cu middleware-ul Keil care conține suport pentru un sistem de operare de timp real (RTX), stiva TCP/IP, CAN și USB.

### 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	CP1. Operarea cu concepte și metode științifice avansate din calculatoare și tehnologia informației CP3. Documentarea complexă, fundamentarea, planificarea cercetării, precum și elaborarea rapoartelor de cercetare CP4. Dezvoltarea și proiectarea sistemelor paralele și distribuite CP5. Auditarea sistemelor și serviciilor informatice.
-------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	CP6. Abordarea, planificarea și finalizarea activităților de cercetare științifică în domeniul științei și ingineriei calculatoarelor.
Competențe transversale	CT1. Executarea unor sarcini profesionale complexe, în condiții de autonomie și independență profesională individual sau în grup CT2. Preluarea diferitelor roluri în echipe de proiect și descrierea clară și concisă, verbală și în scris, în limba română și una internațională, a rezultatelor domeniilor de activitate CF3. Demonstrarea spiritului de creativitate, inițiativă și acțiune, pentru actualizarea cunoștințelor profesionale, economice și de cultură organizațională.

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

Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obiectivul general al disciplinei este sinteza, organizarea și dobândirea de noi cunoștințe și deprinderi pentru proiectarea unor sisteme înglobate utilizând microcontrolere.</li> </ul>
Obiective specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>De sinteză privind:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ performanțele arhitecturilor Cortex Mx;</li> <li>➤ principalele elemente pentru proiectarea hardware de sisteme utilizând microcontrolere.</li> <li>➤ proiectarea software de sisteme utilizând microcontrolere;</li> <li>➤ proiectarea și utilizarea nucleelor de timp real pentru sistemele înglobate cu microcontrolere;</li> <li>➤ dezvoltarea capacităților de evaluare a diferitelor arhitecturi de sisteme cu microcontrolere (sisteme înglobate, CPS) din punctul de vedere al comportării în timp real, al fiabilității și al facilităților expuse.</li> </ul> </li> <li>• <b>De cercetare prin:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ dobândirea de abilități privind activitățile de cercetare/ proiectare în domeniul sistemelor înglobate bazate pe microcontrolere ARM Cortex-Mx.</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>De explicare și interpretare privind:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ avantajele și dezavantajelor diferitelor arhitecturi de sisteme cu microcontrolere pentru implementarea specifică unor anumitor tipuri de aplicații;</li> <li>➤ interpretarea prețurilor, caracteristicilor, performanțelor și sistemelor cu microcontrolere, în contextul unei teme date.</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tehnice / profesionale referitoare la:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ capacitatea de a cerceta și proiecta sisteme cu microcontrolere care înglobează nuclee Cortex Mx</li> <li>➤ capacitatea de a alege cele mai bune metode și instrumente software pentru proiectarea și dezvoltarea de aplicații</li> <li>➤ capacitatea de a înțelege cerințele aplicațiilor și de a alege cea mai bună arhitectură din punctul de vedere al raportului preț/ performanță.</li> <li>➤ capacitatea de a cerceta, proiecta și implementa aplicații înglobate cu taskuri multiple în timp real.</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Atitudinal – valorice</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Manifestarea interesului față de cercetarea științifică în designul arhitecturii sistemelor cu microcontrolere.</li> <li>➤ Promovarea ultimilor tendințe arhitecturale propuse de firma ARM în noile proiecte pentru implementarea de aplicații înglobate și utilizarea acestora în diferite arii de interes tehnic.</li> </ul> </li> </ul>

8. **Conținuturi**

Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
<b>Introducere în Ingineria software a sistemelor înglobate</b> (Inginerie software, Sisteme încorporate, Sisteme în timp real, Exemplu de sistem hard în timp real, Caracteristicile evenimentelor în timp real, Provocări în proiectarea sistemului în timp real, Procesul de construire a software-ului sistemului încorporat, Arhitecturi distribuite și multiprocesor, Software pentru sisteme încorporate, Sstraturi de abstracție hardware pentru sisteme încorporate)	2h	expunerea, prelegerea-dezbatere,	
<b>Sisteme de operare</b>	4h	expunerea,	

(Sisteme în prim-plan/în fundal, Kernel-uri în timp real, RTOS (sistem de operare în timp real), Atribuirea priorităților la sarcini(task-uri, fire de execuție), Determinarea dimensiunii unei stive, Programare cu suspendare, , Puncte de planificare, Planificare Round-Robin, Schimbarea contextului, Managementul întreruperilor, Tick-ul ceasului (sau Tick-ul sistemului), Managementul resurselor, Sincronizare 196)		prelegerea-dezbatere, demonstrația.	
<b>Construcția blocurilor de timp real: evenimente și declanșatoare (triggers)</b> (Evenimente și declanșatoare, unitate de temperatură în cameră, sisteme de evenimente, manipularea evenimentelor, metode pentru evenimente, structura datelor de tip eveniment, Reentrancy, procesarea evenimentelor,...)	2h	expunerea, prelegerea-dezbatere, demonstrația.	
<b>Procesul de dezvoltare a software-ului</b> (Noțiuni introductive, Planificarea proiectului, Cerințe, Arhitectura, Proiectarea, Implementarea, Derularea împreună: Dezvoltare agilă)	2h	expunerea, prelegerea-dezbatere, demonstrația.	
<b>Arhitectura sistemelor încorporate și multicore - proiectare și optimizare</b> (Introducere, Calea corectă și calea greșită, Înțelegerea cerințelor, Maparea aplicației, Ajutarea compilatorului și a instrumentelor de construcție , Optimizarea consumului de putere)	1h	expunerea, prelegerea-dezbatere, demonstrația.	
<b>Tehnici de bază de programare</b> (Introducere, Prezentare generală a platformei de referință, Instalare SDK, Configurarea și inițializarea sistemului țintă, Exemple de programare)	1h	expunerea, prelegerea-dezbatere, demonstrația.	
<b>Programare și ghiduri de implementare</b> (Introducere, Pornirea proiectului de software încorporat, Structura variabilelor)	2h	expunerea, prelegerea-dezbatere, demonstrația.	
<b>Optimizarea software-ului și a compilatoarelor pentru microcontrollere, procesoare încorporate și dsp-uri</b> (Introducere, Prezentare generală a instrumentelor de dezvoltare, Înțelegerea țintei încorporate, Arhitectura, Obiective și practici de de bază pentru optimizare, Transformări generale în buclă)	2h	expunerea, prelegerea-dezbatere, demonstrația.	
<b>Software înglobat (embedded) calitate, integrare și tehnici de testare</b> (Ce este testarea software-ului? De ce ar trebui să testăm software-ul? Câte teste sunt suficiente? Când ar trebui să aibă loc testarea? Cine ia deciziile? Stabilirea standardului Când ai de-a face cu ceva neobișnuit)	2h	expunerea, prelegerea-dezbatere, demonstrația.	
<b>Dezvoltarea de software înglobat pe multicore</b> (Multiprocesare simetrică și asimetrică, Paralelismul economisește putere, Căutați oportunități de paralelism, Localizarea unei aplicații multicore, modele de programare multicore, Performanța și optimizarea sistemelor multicore, Exemplu de extensii de limbaj—OpenMP, Tragând totul împreună )	2h		
<b>Dezvoltarea de software critic pentru siguranță</b> (care sunt cerințele pentru siguranță, strategii de planificare a unui proiect, erori, căderi, hazard, și analiza riscului, arhitecturi critice pentru siguranță)	2h	expunerea, prelegerea-dezbatere,	
<b>Proprietate intelectuală</b> (Introducere, Este acest software al tău? Patente, Probleme )	2h	expunerea, prelegerea-dezbatere,	
<b>Managementul dezvoltării software-ului înglobat</b>	2h	prelegerea-dezbatere,	

(Integrarea modelului de maturitate a capacităților, modelul OSI, Dezvoltare software, Organizare, Carta programului, Părțile interesate (stakeholders) și echipa de bază, Managementul ciclului de viață al produsului, Managementul portofoliului, Ciclul de viață al managementului proiectelor, Ciclul de viață al proiectului, Rezolvarea problemelor, Comunicații)		demonstrația.	
<b>Software înglobat pentru aplicații automotiv</b> (Scurt istoric, Segmentul automotiv și cum diferă acesta, Calitatea în automotiv, testare și dezvoltare, diagnostic în automotiv)	2h	prelegerea-dezbateri, demonstrația.	

## Bibliografie

- [1] **Robert Oshana, Mark Kraeling - Software Engineering for Embedded Systems Methods, Practical Techniques, and Applications, Second Edition, ISBN: 978-0-12-809448-8, Elsevier 2019**
- [2] **Robert Oshana, Mark Kraeling - Software Engineering for Embedded Systems Methods, Practical Techniques, and Applications, ISBN: 978-0-12-415917-4, Elsevier 2013**
- [3] Embedded Systems Architecture A Comprehensive Guide for Engineers and Programmers By Tammy Noergaard, Elsevier 2013, ISBN: 978-0-12-382196-6.
- [4] Vasile Gheorghită GĂITAN, Nicoleta-Cristina GĂITAN, Ioan UNGUREAN, Valentin POPA - Utilizarea specificațiilor OPC DA pentru implementarea aplicațiilor distribuite de tip SCADA, Editura DrukArt, Cernăuți, Ucraina, 2013, ISBN 978-966-2021-69-1.
- [5] Yiu, Joseph - The definitive guide to the ARM Cortex-M3, second edition. Newnes 2010, ISBN 978-1-85617-963-8.
- [6] INTEGRATION TECHNOLOGIES FOR INDUSTRIAL AUTOMATED SYSTEMS - Edited by Richard Zurawski, Taylor & Francis Group, 2007, ISBN 978-0-8493-9262-7.
- [7] NETWORKED EMBEDDED SYSTEM - Edited by Richard Zurawski, Taylor & Francis Group, 2009, ISBN 978-1-4398-0761-3.
- [8] Kai Qian, David den Haring, Li Cao - Embedded Software Development with C, Springer 2009, ISBN 978-1-4419-0605-2.
- [9] Wolfgang Ecker, Wolfgang Müller, Rainer Dömer - Hardware-dependent Software - Principles and Practice, Springer 2009, ISBN 978-1-4020-9435-4.
- [10] Daniel W. Lewis – Fundamental of Embedded Software with the ARM Cortex-M3, 2Ed., Pearson 2013, ISBN 978-0-13-335722-6.
- [11] Don C. Berndt - A Software Design Method for Embedded Systems Part II – Design and Coding Guidelines
- [12] Sponsored by: IEEE Educational Activities , Developed exclusively for IEEE Expert Now, September 1, 2009.
- [13] Matt McBride - Software Architecture and Design for the Certified Software, Development Professional (CSDP), Developed exclusively for IEEE eLearning Library . Sponsored by: IEEE Computer Society.
- [14] Kim R. Fowler - Introduction to Developing Embedded Systems, July 5, 2007, Instrumentation & Measurement Technology Conference (IMTC), Sponsored by: IEEE Instrumentation & Measurement Society
- [15] Dr. Phillip A. Laplante, CSDP, PE, PhD - Real-Time Computer Systems with Applications II, Developed exclusively for IEEE eLearning Library , Sponsored by: IEEE Educational Activities.

Aplicații (Seminar/laborator/proiect)	Nr. ore	Metode de predare	Observații
<p><b>Tema principală a proiectului:</b> Să se implementeze un sistem distribuit de achiziții de date bazat pe microcontrolere ARM care să cuprindă un gateway MODBUS, care implementează protocoalele MODBUS (TCP/IP, RTU și ASCII), și cinci stații MODBUS Slave care implementează protocoalele MODBUS RTU și ASCII. Conexiunea GATEWAY-ului cu PC-ul se realizează prin: 1) Ethernet (DLL în C++); 2) USB (DLL în C++)</p> <p>Tema principală cuprinde următoarele subteme: <b>(pe un calculator gazdă)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) un utilitar în Python pentru testare și configurare ce poate lucra utilizând fie MODBUS TCP/IP fie USB (care transportă mesajele în format MODBUS TCP/IP);</li> <li>2) un driver MODBUS TCP/IP (scris în C++) pentru a permite conexiunea la serverul OPC DA;</li> <li>3) un driver USB MODBUS TCP/IP (scris în C++,</li> </ol>	21h	Discuții, dezbateri, demonstrații	Pe durata celor 21 ore de proiect se vor discuta, prezenta, demonstra soluții pentru toate cele 17 subteme. Subtemele pot fi luate în grupuri de 2-3 studenți.

<p>care transportă mesajele în format MODBUS TCP/IP) pentru a permite conexiunea la serverul OPC DA;</p> <p><b>(la nivelul gateway-ului)</b></p> <p>4) un task pentru protocolul MODBUS TCP-IP (Ethernet - se vor utiliza socket-uri BSD);</p> <p>5) un task USB-MODBUS TCP-IP mesaje</p> <p>6) pe PC se va afla aplicația client, iar pe GATEWAY aplicația server și, ca urmare, va fi prevăzut un task care să asigure funcționarea GATEWAY-ului ca un SLAVE (server) care poate executa funcțiile clasice MODBUS (un task de funcții MODBUS clasa 0,1 și 2);</p> <p>7) un task pentru achiziții de date (analogice și digitale) și comenzi (analogice și digitale);</p> <p>8) un task MODBUS TCP-IP, MODBUS RTU/ASCII – gateway-ul propriu-zis;</p> <p>9) un task care să definească un ciclu de achiziții;</p> <p>10) un task de configurare;</p> <p>11) un task data logger;</p> <p><b>(la nivelul celor cinci stații SLAVE RTU/ASCII).</b></p> <p>12) un task pentru implementarea protocolului MODBUS ASCII/RTU;</p> <p>13) un task de achiziție de date și control;</p> <p>14) un task pentru data logger și configurare;</p> <p><b>(proiectare hardware)</b></p> <p>15) Gateway-ul,</p> <p>16) Stația slave</p> <p><b>(la nivelul întregului sistem)</b></p> <p>17) Integritate de sistem</p>			
•			
•			
<b>Bibliografie</b>			
<p>[1] Vasile Gheorghiu GĂITAN, Nicoleta-Cristina GĂITAN, Ioan UNGUREAN, Valentin POPA - Utilizarea specificațiilor OPC DA pentru implementarea aplicațiilor distribuite de tip SCADA, Editura DrukArt, Cernăuți, Ucraina, 2013, ISBN 978-966-2021-69-1.</p> <p>[2] Yiu, Joseph - The definitive guide to the ARM Cortex-M3, second edition. Newnes 2010, ISBN 978-1-85617-963-8.</p> <p>[3] INTEGRATION TECHNOLOGIES FOR INDUSTRIAL AUTOMATED SYSTEMS - Edited by Richard Zurawski, Taylor &amp; Francis Group, 2007, ISBN 978-0-8493-9262-7.</p> <p>[4] NETWORKED EMBEDDED SYSTEM - Edited by Richard Zurawski, Taylor &amp; Francis Group, 2009, ISBN 978-1-4398-0761-3.</p> <p>[5] Kai Qian, David den Haring, Li Cao - Embedded Software Development with C, Springer 2009, ISBN 978-1-4419-0605-2.</p> <p>[6] Daniel W. Lewis – Fundamental of Embedded Software with the ARM Cortex-M3, 2Ed., Pearson 2013, ISBN 978-0-13-335722-6.</p> <p>[7] <a href="http://www.arm.com">www.arm.com</a></p> <p>[8] <a href="http://www.keil.com">www.keil.com</a></p> <p>[9] <a href="http://www.st.com">www.st.com</a></p> <p>[10] <a href="http://www.modbus.org">www.modbus.org</a></p>			

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

- Conținutul cursului este coroborat cu tendințele actuale din domeniu expuse în jurnale de prestigiu cum ar fi IEEE Transaction of Embedded System, Industrial Informatics, Industrial Electronics, Computer și altele. Se au în vedere și cerințele unor potențiali “beneficiari” ai disciplinei, cum ar fi firma Continental cu filialele din Iași și Sibiu, la care studenții masteranzi participă anual la concursurile, întâlnirile și bursele oferite de aceștia. Se au în vedere și noile direcții de cercetare discutate în societatea SRAIT. Nu în ultimul rând amintim ca zona sistemelor înglobate este un trend universal recunoscut în comunitatea științifică din domeniul IT.

**10. Evaluare**

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere din nota finală
Curs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nota acordată pentru participarea activă în timpul cursurilor.</li> <li>Nota acordată la examinarea finală</li> </ul>	Evaluare continuă	10 %
		Evaluare prin probă finală de tip test grilă cu întrebări din conținutul cursului sub controlul mediului de învățare - examinare Moodle, sau opțional prezentarea individuală a unei teme de casă bazată pe subiecte din curs dar prezentate într-o manieră diferită de aceea din curs.	40 %
Seminar			
Laborator			
Proiect	Respectarea etapelor de proiectare Corectitudinea soluțiilor alese. Originalitatea soluțiilor alese.	Evaluare continuă, Evaluare continuă, Evaluare sumativă.	10 % 20 % 20 %
Standard minim de performanță			
Însușirea și comunicarea într-o formă lizibilă a elementelor teoretice de bază legate de proiectarea sistemelor cu microcontrolere care să conducă la un răspuns corect la cel puțin 50 % dintre problemele din testul grilă. Cunoașterea soluțiilor alese pentru proiect și implementarea a 50 % din acesta.			

Data completării	Semnătura titularului de curs	Semnătura cadrului didactic coordonator
<b>23.09.2024</b>		

Data avizării	Semnătura responsabilului de program
<b>24.09.2024</b>	

Data avizării în departament	Semnătura directorului de departament
<b>25.09.2024</b>	

Data aprobării în consiliul facultății	Semnătura decanului
<b>27.09.2024</b>	