

FIȘA DISCIPLINEI
ANUL UNIVERSITAR 2023 - 2024

1. DATE DESPRE PROGRAM

1.1 Instituția de învățământ superior	UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA
1.2 Facultatea	Facultatea de Automatică, Calculatoare și Electronică
1.3 Departamentul	Departamentul de Automatică și Electronică
1.4 Domeniul de studii	Ingineria sistemelor, calculatoare și tehnologia informației
1.5 Ciclu de studii ¹	Master
1.6 Programul de studii (denumire/cod) ² /Calificarea	Sisteme automate încorporate / M206020220

2. DATE DESPRE DISCIPLINĂ

2.1 Denumirea disciplinei		Procesoare numerice de semnal							
2.2 Titularul activităților de curs		Conf. dr. ing. Ion-Marian POPESCU							
2.3 Titularul activităților aplicative		Conf. dr. ing. Ion-Marian POPESCU							
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	2	2.6 Tipul disciplinei (conținut) ³	DA	2.7 Regimul disciplinei (obligativitate) ⁴	DI	2.8 Tipul de evaluare	E

3. TIMPUL TOTAL ESTIMAT (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care: 3.2 curs	2	3.3 laborator	0	3.4 proiect	1
3.5 Total ore din planul de învățământ	42	din care: 3.6 curs	28	3.7 laborator	0	3.8 proiect	14
3.9 Distribuția fondului de timp							ore
▪ Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe							18
▪ Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren							16
▪ Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri							16
▪ Tutoriat							2
▪ Examinări							3
▪ Alte activități: consultații, cercuri studențești							3
Total ore activități individuale		58					
3.10 Total ore pe semestru ⁵		100					
3.11 Numărul de credite ⁶		4					

4. PRECONDIȚII (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Studentul trebuie să posede cunoștințe de specialitate dobândite la următoarele discipline: Electronică digitală, Analiza și sinteza dispozitivelor numerice, Transmiterea datelor, Prelucrarea numerică a semnalelor, Programarea calculatoarelor și limbaje de programare [ciclul licență], Arhitecturi de sisteme încorporate, Tehnici avansate de programare, Sisteme încorporate pentru monitorizarea proceselor, Testare software;
4.2 de competențe	Programare în C++, Matlab/Simulink, Labview; Descrierea funcționării și a structurii procesoarelor numerice de semnal și aplicațiilor acestora în sistemele încorporate folosind cunoștințe referitoare la limbaje și medii de programare, precum și la tehnologii hardware;

5. CONDIȚII (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Predarea cursului se face folosind videoproiectorul. Pentru unele explicații și răspunsuri la întrebări se folosește tabla. Se asigură suport de curs în format electronic și acces la documentații actualizate. Procesul de predare are următoarea structură: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 80% prezentare teoretică, pe baza suportului de curs (slide-uri) ▪ 20% activitate interactivă (discuții cu studenții)
5.2. de desfășurare a proiectului	Laboratorul unde se desfășoară proiectul are rolul de a familiariza studentul cu arhitecturile hardware de tip embedded și software-ul asociat, folosite în procesarea numerică de semnale.

6. COMPETENȚELE SPECIFICE ACUMULATE ⁷

Competențe profesionale	<p>Prin cunoștințele predate la curs, prin exemplele și aplicațiile practice prezentate, disciplina „Procesoare numerice de semnal” contribuie la formarea competențelor profesionale:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ C1 Utilizarea executivelor, sistemelor de operare și tehnicilor de programare în timp real specifice proiectării și implementării sistemelor încorporate în diverse domenii. ▪ C2 Analiza, proiectarea și dezvoltarea aplicațiilor bazate pe achiziția, prelucrarea, monitorizarea și managementul informațiilor, într-o manieră integratoare hardware-software, folosind tehnologii moderne.
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> ▪ N/A

7. OBIECTIVELE DISCIPLINEI (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<p>Contribuie la formarea inginerilor din domeniul ingineriei sistemelor ca specialiști în sisteme automate încorporate, asigurându-le cunoștințe în domeniul procesării numerice de semnal, atât la nivel software cât și la nivel hardware. Sunt abordate concepte de bază utilizate în proiectarea și realizarea sistemelor încorporate de prelucrare numerică a semnalelor.</p>
7.2 Obiectivele specifice	<p>Cursul prezintă principalele probleme și abordările specifice de prelucrare la nivel hardware a semnalelor din lumea reală. Abordarea este făcută în contextul implementării unor soluții de control din domeniul Sisteme Automate Încorporate.</p> <p>Masteranzii vor învăța să:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ formuleze cerințele impuse unui sistem pentru procesare numerică de semnal ce încorporează/încapsulează o soluție de control automat; ▪ utilizeze metode de proiectare, modelare și simulare pentru sisteme de procesare numerică de semnal atât la nivel hardware cât și software; ▪ să evalueze performanțele arhitecturilor de timp real utilizate în procesarea numerică de semnal. <p>Proiectul are rolul de a fixa cunoștințele teoretice și de a reliefa problemele la nivel hardware de proiectare a unei aplicații încorporate de control automat.</p>

8. CONȚINUTURI

8.1 Curs (unități de conținut)	Nr. ore	Metode de predare
<p>1. Introducere în domeniul procesoarelor numerice de semnal</p> <ul style="list-style-type: none"> – Definiere. Caracteristici. Principii de realizare; – Descrierea principalelor firme producătoare de DSP-uri; – Aplicații specifice ale DSP-urilor în domeniul sistemelor încorporate de control automat; 	2	<p>Predarea cursului se face folosind videoprojectorul.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 80% prezentare teoretică, pe baza suportului de curs (slide-uri). - 20% activitate interactivă (discuții cu studenții) <p>Materialele necesare vor fi puse la dispoziția studenților în format electronic.</p>
<p>2. Arhitecturi de sisteme cu microprocesoare</p> <ul style="list-style-type: none"> – Evoluția arhitecturilor de sisteme cu microprocesoare; – Descrierea principală a tehnologiilor de prelucrare la nivel hardware: pipeline, multiprocesare, multithreading, execuție speculativă, predicția salturilor, execuție aut-of-order, etc. 	4	
<p>3. Sisteme încorporate pentru procesarea numerică a semnalelor</p> <ul style="list-style-type: none"> – Probleme generice în procesarea digitală a semnalelor la nivel hardware; – Arhitecturi de sisteme din familia NXP; – Descrierea arhitecturii sistemului NXP® MC9S08AW60 ; – Arhitecturi de sisteme de timp real ce folosesc circuite FPGA. – Descrierea arhitecturii sistemului NI cRIO-9024; 	4	

<p>4. Structura hardware a procesoarelor din familia NXP® MC9S08AW60</p> <ul style="list-style-type: none"> – Descrierea semnalelor prelucrate; – Privire generală asupra funcțiilor arhitecturii analizate; – Organizarea memoriei interne; – Memoria externă și interfața I/O; – Accesul direct la memorie (DMA); – Unitatea centrală aritmetică și logică; – Circuitele de control ale sistemului; – Gestiunea sistemului de întreruperi; – Gestiunea porturilor de comunicație pe întreruperi; 	6	
<p>5. Proiectarea de aplicații încorporate cu sistemul de dezvoltare NXP® MC9S08AW60</p> <ul style="list-style-type: none"> – Descrierea mediului de dezvoltare CodeWarrior-Development Studio – Proiectarea funcțională a încorporării/incapsulării unei aplicații de control automat în sistemului NXP® MC9S08AW60, în concordanță cu resursele hardware disponibile; – Proiectarea unui sistem de evenimente și implementarea unui sistem de întreruperi la nivel hardware pentru gestiunea unei aplicații de timp real; – Proiectarea/dezvoltarea tehnologiei de testare a unei aplicații de timp real; 	6	
<p>6. Proiectarea de aplicații încorporate cu sistemul NI cRIO-9024</p> <ul style="list-style-type: none"> – Descrierea mediului de dezvoltare RT-LabView și Labwindows/CVI – Proiectarea/Implementarea unei aplicații de control automat (ce include prelucrare de semnal), încorporată (incapsulată) la nivel de circuit FPGA, folosind mediul de dezvoltare LabView. – Proiectarea/Implementarea unei aplicații de control automat (ce include prelucrare de semnal) pe mai multe nuclee cu compararea rezultatelor. – Proiectarea/Implementarea unor aplicații de control automat, ce includ prelucrări de semnale multiple, în mod ierarhizat, pe mai multe nivele: Circuit FPGA <> Procesor RT <> PC 	6	
Total	28	
<p>Bibliografie⁸</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Oshana R. Kraeling M., <i>Software Engineering for Embedded Systems: Methods, Practical Techniques, and Applications</i>, 2013, ISBN:978-0-12-415941-9; 978-0-12-415917-4; 2. Steven W. Smith <i>The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing</i>, 1998, https://www.dspguide.com/whatsp.htm 3. KCS Murti, <i>Design Principles for Embedded Systems</i>, 2021, eBook ISBN: 978-981-16-3293-8; 4. Bruce Reidenbach, <i>Practical Digital Design: An Introduction to VHDL</i>, 2022, ISBN: 978-1612497662 5. Jim Ledin, <i>Architecting High-Performance Embedded Systems: Design and build high-performance real-time digital systems based on FPGAs and custom circuits</i>, 2021, ISBN: 978-1789955965 6. Jim Cooling, <i>The Complete Edition – Software Engineering for Real-Time Systems: A software engineering perspective toward designing real-time systems</i>, 2019, ISBN: 1839216581; 7. Daniele Lacamera, <i>Embedded Systems Architecture: Design and write software for embedded devices to build safe and connected systems</i>, 2nd Edition, 2023, ISBN: 1803239549; 8. Yifeng Zhu, <i>Embedded Systems with ARM Cortex-M Microcontrollers in Assembly Language and C: Fourth Edition</i>, 2023, ISBN: 9780982692677; 9. Ian Sommerville, <i>Engineering Software Products: An Introduction to Modern Software Engineering, Global Edition 1st Edition</i>, 2020, ISBN: 978-1292376349 10. Adel Sedra Kenneth C.(KC) Smith, Tony Chan Carusone, Vincent Gaudet, <i>Microelectronic Circuits (The Oxford Series in Electrical and Computer Engineering)</i>, 2020, ISBN: 9780190853464; 11. Adrian Kitai, <i>Fundamentals of Semiconductor Materials and Devices</i>, 2023, ISBN: 9781119891406; 12. Neal Ford, Mark Richards, Pramod Sadalage, Zhamak Dehghani, <i>Software Architecture: The Hard Parts: Modern Trade-Off Analyses for Distributed Architectures 1st Edition</i>, 2021, ISBN: 1492086894 13. ***, www.ni.com/en/shop/electronic-test-instrumentation/programming-environments-for-electronic-test-and-instrumentation/what-is-labwindows-cvi.html (11.01.2024) 14. ***, www.ni.com/en/shop/labview.html (10.01.2024) 15. ***, www.ni.com/ro-ro/shop/select/compactrio-controller; (10.01.2024) 16. ***, www.nxp.com/pages/demonstration-board:DEMO9S08AW60E; (12.01.2024) 		

8.2 Activități aplicative (subiecte/teme)	Nr. ore	Metode de predare
<p>Proiect Tema proiectului: Analiza, proiectarea și implementarea unei arhitecturi de sistem de automatizare încorporat, ce implementează o soluție de control pentru un proces real sau simulat. -Sistemul încorporat poate fi implementat pe o structură cu nucleu cu microcontroler NXP® MC9S08AW60 sau sistemul NI cRIO-9024 (National Instruments); -Calculatorul găzduiește o interfață grafică (sau nivel superior) pentru aplicația încorporată; -Procesul controlat poate fi real, simulat sau ambele;</p>		Sunt formulate direcții particularizate ale temei abordate, prin care se cere studenților să rezolve probleme legate de proiectarea sistemelor ce încapsulează o aplicație de conducere în timp real. Temele de proiect particularizate se repartizează individual sau pe mici echipe. Activități:
Etapa(milestone) 1. Alegerea unui proces real (din cele existente în laborator sau din mediul industrial extern facultății);	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 10% analiza etapelor (milestone-urilor) legate de derularea temporală a proiectului;
Etapa(milestone) 2. Analiza și modelarea matematică a procesului fizic ales;	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 80%, analiza de proces, proiectarea soluției de control, configurarea arhitecturii hardware, implementarea sistemului încorporat;
Etapa(milestone) 3. Configurarea structurii de control (schema-bloc) și proiectarea soluției de control numerice folosind mediul de proiectare software Matlab/Simulink;	2	
Etapa(milestone) 4. Implementarea soluției de control ca sistem încorporat, folosind: - familia de microcontrolere NXP® MC9S08AW60 (sistem existent în laborator) sau - sistemul NI cRIO-9024 - National Instruments (sistem existent în laborator); sau - orice nucleu de sistem cu microcontroler disponibil;	6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 10% Dezvoltarea tehnologiei de testare a aplicației de timp real și interpretarea rezultatelor;
Etapa(milestone) 5. Testarea performanțelor obținute și prezentarea individuală a concluziilor(prezentarea aplicației ca sistem încorporat);	2	
Total	14	
<p>Bibliografie</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Oshana R. Kraeling M., Software Engineering for Embedded Systems: Methods, Practical Techniques, and Applications, 2013, ISBN:978-0-12-415941-9; 978-0-12-415917-4; 2. Steven W. Smith The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing, 1998, https://www.dspguide.com/whatsdsp.htm 3. KCS Murti, Design Principles for Embedded Systems, 2021, eBook ISBN: 978-981-16-3293-8; 4. Bruce Reidenbach, Practical Digital Design: An Introduction to VHDL, 2022, ISBN: 978-1612497662 5. Jim Ledin, Architecting High-Performance Embedded Systems: Design and build high-performance real-time digital systems based on FPGAs and custom circuits, 2021, ISBN: 978-1789955965 6. Jim Cooling, The Complete Edition – Software Engineering for Real-Time Systems: A software engineering perspective toward designing real-time systems, 2019, ISBN: 1839216581; 7. Daniele Lacamera, Embedded Systems Architecture: Design and write software for embedded devices to build safe and connected systems, 2nd Edition, 2023, ISBN: 1803239549; 8. Yifeng Zhu, Embedded Systems with ARM Cortex-M Microcontrollers in Assembly Language and C: Fourth Edition, 2023, ISBN: 9780982692677; 9. Ian Sommerville, Engineering Software Products: An Introduction to Modern Software Engineering, Global Edition 1st Edition, 2020, ISBN: 978-1292376349 10. Adel Sedra Kenneth C.(KC) Smith, Tony Chan Carusone, Vincent Gaudet, Microelectronic Circuits (The Oxford Series in Electrical and Computer Engineering), 2020, ISBN: 9780190853464; 11. Adrian Kitai, Fundamentals of Semiconductor Materials and Devices, 2023, ISBN: 9781119891406; 12. Neal Ford, Mark Richards, Pramod Sadalage, Zhamak Dehghani, Software Architecture: The Hard Parts: Modern Trade-Off Analyses for Distributed Architectures 1st Edition, 2021, ISBN: 1492086894 13. ***, www.ni.com/en/shop/electronic-test-instrumentation/programming-environments-for-electronic-test-and-instrumentation/what-is-labwindows-cvi.html (11.01.2024) 14. ***, www.ni.com/en/shop/labview.html (10.01.2024) 15. ***, www.ni.com/ro-ro/shop/select/compactrio-controller ; (10.01.2024) 16. ***, www.nxp.com/pages/demonstration-board:DEMO9S08AW60E ; (12.01.2024) 		

9. COROBORAREA CONȚINUTURILOR DISCIPLINEI CU AȘTEPTĂRILE REPREZENTANȚILOR COMUNITĂȚII EPISTEMICE, ASOCIAȚIILOR PROFESIONALE ȘI ANGAJATORI REPREZENTATIVI DIN DOMENIUL AFERENT PROGRAMULUI

Disciplina oferă cunoștințe de bază în domeniul procesării numerice de semnale. Conținutul îmbină cunoștințe teoretice cu aplicații și se concentrează pe formularea și rezolvarea unor probleme specifice, care pot să apară într-o diversitate de domenii din inginerie. Tematica tinde să devină clasică, subiectele abordate apar în programele cursurilor similare din universitățile importante din țară și străinătate.

Conținutul disciplinei a fost discutat cu reprezentanții:

- S.C. HELLA S.A. Craiova;
- S.C. CONTINENTAL S.A. Sibiu;
- S.C. RELOC S.A. Craiova;
- S.C. INDA ELTRAC S.A. Craiova;

10. EVALUARE

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	<ul style="list-style-type: none"> – Înțelegerea fundamentelor teoretice corespunzătoare procesoarelor de semnal; – Capacitatea de a realiza conexiuni între noțiunile predate; – Capacitatea de analiză și sinteză într-o situație de proiectare inginerescă concretă; 	<ul style="list-style-type: none"> - Examen final-scris (3 subiecte teoretice /sau/ grilă online). - Examen parțial la cererea studenților (probă scrisă, 2 subiecte teoretice, pondere 50% din notele finale la subiectele teoretice) / grilă online. 	30%
10.5 Activități aplicative Proiect	<ul style="list-style-type: none"> – Proiectarea unui sistem automat încorporat, ce va încorpora /integra o soluție de control din domeniul automaticii. – Testarea și interpretarea rezultatelor obținute pentru aplicația încorporată, de timp real; 	<ul style="list-style-type: none"> Prezentare proiect Verificare pe parcurs a unor teme individuale și testare finală. <i>Activitatea de evaluare presupune discuții directe cu studenții.</i> 	70%
10.6 Standard minim de performanță (volumul de cunoștințe minim necesar pentru promovarea disciplinei și modul în care se verifică stăpânirea lui)			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Obținerea a minim 50 % din punctajul verificărilor pe parcurs și examenului final. ▪ Calculul notei finale se face prin rotunjirea la notă întreagă a punctajului final. 			

Data completării: 27.09.2023

Titular curs
Conf. dr. ing. Popescu Ion-Marian

Titular activități aplicative
Conf. dr. ing. Popescu Ion-Marian

Data avizării în departament: 29.09.2023

Director de departament
Prof. dr. ing. Cătălin Cosmin Ionete