

FIȘA DISCIPLINEI

SISTEME DE CALCUL ÎN TIMP REAL

1. Date despre program

1.1	Instituția de învățământ superior	Universitatea din Pitești
1.2	Facultatea	Electronica, Comunicatii si Calculatoare
1.3	Departamentul	Electronica, Calculatoare si Inginerie Electrica
1.4	Domeniul de studii	Calculatoare și tehnologia informației
1.5	Ciclul de studii	Licență
1.6	Programul de studii / Calificarea	Calculatoare / Programator, Inginer de sistem în informatică, Programator de sistem informatic, Inginer de sistem software

2. Date despre disciplină

2. Date despre disciplina											
2.1	Denumirea disciplinei					Sisteme de calcul în timp real					
2.2	Titularul activităților de curs					Conf. dr. ing. Laurențiu Ionescu					
2.3	Titularul activităților de laborator					Conf. dr. ing. Laurențiu Ionescu					
2.4	Anul de studii	IV	2.5	Semestrul	I	2.6	Tipul de evaluare	Examen	2.7	Regimul disciplinei	O

3. Timpul total estimat

3.1	Număr de ore pe săptămână	4	3.2	din care curs	2	3.3	seminar/laborator	2
3.4	Total ore din planul de inv.	56	3.5	din care curs	28	3.6	seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp								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, eseuri								10
Tutoriat								4
Examinări								2
Alte activități								
3.7	Total ore studiu individual	44						
3.8	Total ore pe semestru	100						
3.9	Număr de credite	4						

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1	De curriculum	
4.2	De competențe	C2 Proiectarea componentelor hardware, software și de comunicații (Disciplina: Proiectarea cu microprocesoare), C3 Soluționarea problemelor folosind instrumentele științei și ingineriei calculatoarelor (Disciplinele: Algoritmi paraleli și distribuți, Sisteme de operare),

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1	De desfășurare a cursului	Sală cu o capacitate de minim 60 locuri dotată cu tablă, videoproiector și ecran de proiecție
5.2	De desfășurare a seminarului/laboratorului	Sală de laborator dotată cu 6 stații de lucru, videoproiector, ecran proiecție. Fiecare stație de lucru are: calculator, SO Windows, Office, Acrobat reader, macheta cu MCU AVR ATMEGA (arhitectura RISC pe 8 biți), machetă cu MCU C8051Fx (arhitectură RISC pe 8 biți), ambele machete au interfețe de comunicare serială (RS232), pini GPIO cu dispozitive IO conectate (butoane, led-uri), interfețe de comunicare ethernet, fiecare machetă are interfața de programare pe USB, pe calculator rulează aplicații pentru dezvoltare și programare machete (Compilatoare Limbajul C/C++) Microchip Studio (ediție free), Silabs IDE împreună cu pachetul stiva TCPIP (ediție pusă la dispoziție de fabricantul machetelor Silabs), mediul IAR Make Applications.. În plus există machete suplimentare pentru desfășurarea anumitor laboratoare: embedded PC cu procesor Vortex8086, Raspberry Pi cu procesor ARM, machetă Digilent cu FPGA Virtex 2. Platforme de laborator la fiecare stație tipărite pe hârtie și electronic (în format pdf), Platforma Libelium Evaluator Kit.

6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> C4 Îmbunătățirea performanțelor sistemelor hardware, software si de comunicații – 4 PC <ul style="list-style-type: none"> C4.1 Identificarea si descrierea elementelor definitorii ale performanțelor sistemelor hardware, software si de comunicatii – 0.8PC C4.2 Explicarea interacțiunii factorilor care determina performantele sistemelor hardware, software si de comunicatii – 0.8PC C4.3 Aplicarea metodelor si principiilor de baza pentru cresterea performanțelor sistemelor hardware, software si de comunicatii – 0.8PC C4.4 Alegerea criteriilor si metodelor de evaluare a performanțelor sistemelor hardware, software si de comunicatii – 0.8PC C4.5 Dezvoltarea de solutii profesionale pentru sisteme hardware, software si de comunicatii bazate pe cresterea performanțelor – 0.8PC
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> ...

7. Obiectivele disciplinei

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Modelarea, analiza și proiectarea sistemelor în timp real
7.2 Obiectivele specifice	<p><i>Obiective cognitive</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Identificarea si descrierea elementelor definitorii ale performanțelor sistemelor în timp real; Explicarea interacțiunii factorilor care determina performantele sistemelor în timp real; <p><i>Obiective procedurale</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aplicarea metodelor si principiilor de baza pentru creșterea performanțelor sistemelor în timp real; Dezvoltarea de soluții profesionale pentru sistemele în timp real; <p><i>Obiective atitudinale</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Cultivarea unei discipline a muncii efectuate corect, cu îndeplinirea sarcinilor de lucru la termen; Promovarea spiritului de inițiativă, a unei atitudini constructive, a dialogului în vederea lucrului în echipa și cultivarea respectului pentru profesia de inginer.

8. Conținuturi

8.1. Curs	Metode de predare	Observații Resurse folosite
<p>Conceptul de sistem in timp real. Clasificările sistemelor și caracteristicile sistemelor în timp real</p> <p>a. Prezentarea organizării cursului. Precizarea noțiunilor care trebuiesc cunoscute pentru acest curs. Integrarea cursului în raport cu alte cursuri și adiacența între acest curs și altele care au fost frecventate sau care vor fi frecventate. Importanța studierii sistemelor în timp real. – 0,5 ore</p> <p>b. Prezentarea unor referințe bibliografice utilizate la acest curs. Definiții ale unui sistem în timp real. Clasificări ale sistemelor în general și încadrarea sistemelor în timp real. – 0,5 ore</p> <p>c. Caracteristicile unui sistem în timp real. Denumiri ale intervalelor de timp utilizate în sisteme în timp real. – 0,5 ore</p> <p>d. Exemple de aplicații în timp real. Problema exemplu de timp real (terminal on line). – 0,5 ore</p>	Prelegere Studii de caz Dezbateri	Tabla, Videoproiector
<p>Algebra proceselor</p> <p>a. Definiție procese și stări ale proceselor. Algebra proceselor fără constrângeri de timp: Operatori, componente ale algebrei și axiome. – 0,5 ore</p>	Prelegere Studii de caz Dezbateri	Tabla, Videoproiector

	<p>b. Tranzitia de la un proces la altul. Tipuri de procese și exemple. Algebra proceselor cu constrângeri de timp: operatorii extinși. – 0,5 ore</p> <p>c. Algebra resurselor partajate: Semantici utilizate și axiome. – 0,5 ore</p> <p>d. Probleme exemplu care se rezolva utilizând algebra resurselor partajate (problema monitorizării la aeroport). – 0,5 ore</p>		
3	<p>Descrierea prin diagrame a programelor pentru aplicațiile de timp real. Diagrame GRAFCET. și mașini de stare extinse</p> <p>a. Reprezentarea prin diagrame a aplicațiilor de timp real. Tipuri de diagrame utilizate pentru descrierea aplicațiilor de timp real. Diagrame GRAFCET, prezentare. – 0,5 ore</p> <p>b. Diagrame GRAFCET: simboluri, stări și tranziții. Exemplu de descriere a unui bistabil D și a unui bistabil JK utilizând GRAFCET. – 0,5 ore</p> <p>c. Definiții evenimente, condiții, variabile logice și tranziții. Reguli de execuție. – 0,5 ore</p> <p>d. Exemple de descrieri utilizând GRAFCET (problema număratorului cu reîncărcare, problema sistemului pentru alimentare cu apă, problema sistemului pilot automat pentru un elicopter). – 0,5 ore</p>	<p>Prelegere Studii de caz Dezbateri</p>	<p>Tabla, Videoproiector</p>
4	<p>Descrierea prin diagrame a programelor pentru aplicațiile de timp real. Automate cu stări extinse</p> <p>a. Mașini de stare, mașini cu stări finite. Deficiențe în utilizarea acestora pentru reprezentarea sistemelor în timp real. Mașini de stare extinse, prezentare. – 0,5 ore</p> <p>b. Mașini de stare extinse. Ansamblul controler – proces controlat (instalație). Definiția formală a unei mașini de stare extinse. Comunicația între procese. – 0,5 ore</p> <p>c. Exemple de implementare C pentru funcțiile de comunicație între procese. Tipuri de evenimente. Acțiuni. – 0,5 ore</p> <p>d. Descrieri utilizând MSE, formalismul (XVCLA) și asocierea cu limbaje de programare. Exemple (problema sistemului telefon-multimedia pentru auto). – 0,5 ore</p>	<p>Prelegere Studii de caz Dezbateri</p>	<p>Tabla, Videoproiector</p>
5	<p>Planificarea task-urilor. Planificarea cu priorități specificate.</p> <p>a. Cerințele unui sistem în timp real din perspectiva planificării – 0,5 ore</p> <p>b. Modelul de calcul. Relații între perioadele de timp caracteristice unui sistem în timp real (T,C,D). Planificarea statică, descriere. – 0,5 ore</p> <p>c. Planificarea cu priorități. Planificarea cu priorități cu posibilitatea suspendării. Exemple în care se utilizează analiza grafică a planificării prin diagrame de timp (2 exemple în care se specifică T, C și D la fiecare proces). – 0,5 ore</p>	<p>Prelegere Studii de caz Dezbateri</p>	<p>Tabla, Videoproiector</p>

	d. Metode de analiză precisă a planificării. Condițiile necesare de fezabilitate a unui sistem în timp real. Exemple la fiecare condiție necesară în care nu este îndeplinită fezabilitatea (probleme în care procesele se exprimă în forma timpilor T, C și D). – 0,5 ore		
6	Planificarea task-urilor. Analiza planificării a. Condiția suficientă de fezabilitate a unui sistem. Utilizarea timpului de răspuns în analiza exactă. - 0,5 ore b. Condiții necesare și suficiente de fezabilitate. Funcțiile I, C și R. - 0,5 ore c. Enunțul condiției necesare și suficiente. Demonstrația corectitudinii enunțului prin inducție matematică. – 0,5 ore d. Exemplu de calcul al timpului de răspuns și utilizarea acestuia pentru determinarea fezabilității unui sistem (problema cu 4 task-uri specificate ca timp T, C și D). – 0,5 ore	Prelegere Studii de caz Dezbateri	Tabla, Videoproiector
7	Cerințe hardware pentru sistemele în timp real. Calculatoarele de timp real. Procesor, memorii și porturi I/O a. Etape în proiectarea unui sistem în timp real. Asocierea acestor etape cu cele prezentate pe parcursul Cursurilor 1..6 (elaborare model, reprezentare grafică, stabilire procese, analiză). Proiectarea hardware și proiectare software. – 0,5 ore b. Resursele hardware necesare într-un sistem în timp real. Enumerare. Exemplificare pentru microcontrolerele AVR ATMEGA128, C8051F120 (Atmel și Silabs) și procesorul x86 utilizare în STR. – 0,5 ore c. Memoria de program. Dimensiunea memoriei de program. Memoria de date. Dimensiunea memoriei de date. Exemplu de dimensionare pentru o aplicație în timp real. – 0,5 ore d. Interfețe paralele. Partajare port IO între mai multe resurse hard interne (multiplexare, crossbar). Exemple de cerințe de porturi IO pentru aplicații de timp real. – 0,5 ore	Prelegere Studii de caz Dezbateri	Tabla, Videoproiector
8	Cerințe hardware pentru sistemele în timp real. Calculatoarele de timp real. Temporizatoare, generatoare întreruperi și interfețe specializate a. Circuite temporizatoare. Dimensiuni. Rezolvarea cerințelor de contorizare a timpului la o aplicație în timp real prin intermediul temporizatoarelor. Exemple. – 0,5 ore b. Mecanismul de întreruperi. Utilizarea întreruperilor externe ca surse de evenimente. Declararea subrutinelor de tratare a întreruperii în C. – 0,5 ore	Prelegere Studii de caz Dezbateri	Tabla, Videoproiector

	<p>c. Interfețe de comunicare la sistemele în timp real. Interfețe seriale asincrone peer to peer: protocolul RS232, interfața K-LINE. Exemplu de comunicații între sisteme în domeniul auto. – 0,5 ore</p> <p>d. Interfețe seriale sincrone master - slave: Interfața I2C, interfața SPI. Exemplu de comunicație cu un circuit de memorie. Protoale de comunicație multilayer (TCPIP și CAN cu exemplificare la tipul de aplicații utilizate). – 0,5 ore</p>		
9	<p>Proiectarea unui sistem în timp real. Partajarea resurselor hardware într-un sistem în timp real</p> <p>a. Alocarea resurselor hardware pentru un task. Setul de regiștrii. Stiva hardware și stiva software. – 0,5 ore</p> <p>b. Structura unui task. Exemplu în C declararea structurii unui task. – 0,5 ore</p> <p>c. Alocarea resurselor pentru nucleul în timp real. Subrutina de tratare a întreruperii de la canalul timer. – 0,5 ore</p> <p>d. Exemplificare – subrutina declarata în C pentru compilatorul IAR. Alocarea memoriei pentru variabilele globale. – 0,5 ore</p>	Prelegere Studii de caz Dezbateri	Tabla, Videoproiector
10	<p>Proiectarea unui sistem în timp real. Partajarea resurselor software în sistemul în timp real</p> <p>a. Comunicarea între task-uri. Mesaje și căsuțe poștale. Exemplificare cu declarații funcții în C. – 0,5 ore</p> <p>b. Alocarea resurselor pentru sistemul de task-uri. Administrarea listei de task-uri. Exemplu C pentru IAR pentru un administrator de task-uri cu alocarea statica a listei de task-uri – 0,5 ore</p> <p>c. Alocarea dinamică a listei de task-uri. Exemplu C – 0,5 ore</p> <p>d. Partajarea resurselor hardware unice într-un sistem de timp real. Lucrul cu semafoare. Exemplu de lucru cu resursa hardware unica (problema administrării afișajului LCD). – 0,5 ore</p>	Prelegere Studii de caz Dezbateri	Tabla, Videoproiector
11	<p>Portabilitatea sistemelor în timp real</p> <p>a. Portabilitatea de sistem. Portabilitatea de sursa (open source). Prezentarea librăriei MyOS. – 0,5 ore</p> <p>b. Librăria MyOS. Alocarea resurselor. Medii suportate. – 0,5 ore</p> <p>c. Proiectarea nucleelor de timp real portabile – 0,5 ore</p> <p>d. Aplicație în timp real (problema sistemului pentru monitorizarea numărului de persoane). – 0,5 ore</p>	Prelegere Studii de caz Dezbateri	Tabla, Videoproiector
12	<p>Arhitecturi de sisteme de operare în timp real</p> <p>a. Caracteristici ale unui SO în timp real – 0,5 ore</p> <p>b. Sistemele operare pentru timp real. Windows CE. Embedded Linux. – 0,5 ore</p> <p>c. Sistemul UCOSII. Librăriile ZTP – 0,5 ore</p> <p>d. Aplicație (problema sistemului ABS) – 0,5 ore</p>	Prelegere Studii de caz Dezbateri	Tabla, Videoproiector
13	<p>Limbaje de programare pentru timp real</p> <p>a. Caracteristica unui limbaj de programare în timp real</p>	Prelegere Studii de caz Dezbateri	Tabla, Videoproiector

	– 0,5 ore b. Limbajul ADA. Extensii în limbajele de descriere hardware – 0,5 ore c. Taskuri și fire de execuție. Multitasking și multithreading – 0,5 ore d. Limbajul Java Real Time – 0,5 ore		
14	Elemente avansate de planificare a task-urilor. Utilizarea algoritmilor genetici și a tehnicilor fuzzy a. Utilizarea algoritmilor genetici pentru alocarea task-urilor – 1 oră b. Utilizarea tehnicilor fuzzy pentru organizarea proceselor – 1 oră	Prelegere Studii de caz Dezbateri	Tabla, Videoproector
Bibliografie <ol style="list-style-type: none"> 1. Laurențiu Ionescu, Sisteme de timp real – Note de curs, Universitatea din Pitești, 2016 2. L. Ionescu, A. Mazăre, G. Șerban, G. Iana, P. Angheliescu, Aplicații cu sisteme în timp real, Matrix Rom, București, 2010 3. Grama Alin, Chindris Gabriel, Sisteme Embedded : Proiectare hardware și software, Mediamira, Cluj Napoca, ISBN 978-973-713-354-0, 2015 4. IEEE Transactions on Industrial Informatics, Volume 12, ISSN 1551-3203, 2016 5. IEEE Transactions on Communications, Vol. 61, ISSN 0090-6778, 2013 			
8.2. Aplicații – Seminar / Laborator		Metode de predare	Observații Resurse folosite
1	Medii de dezvoltare software și limbaje de programare pentru aplicații în timp real. Pachetul IAR, AVRStudio	Studiul de caz, Exercițiul, Proiectare	Calculator, machetă AVR ATMEGA, interfața IO
2	Proiectarea sistemului de operare în timp real MyOS. Task-ul. Comutarea în funcție de timp	Studiul de caz, Exercițiul, Proiectare	Calculator, machetă AVR ATMEGA, interfața IO
3	Proiectarea sistemului de operare în timp real MyOS. Comutarea în funcție de evenimente	Studiul de caz, Exercițiul, Proiectare	Calculator, machetă AVR ATMEGA, interfața IO, interfață serială
4	Proiectarea sistemului de operare în timp real MyOS. Definirea unui context și comutarea contextului. Comutarea funcțiilor cu durată nelimitată	Studiul de caz, Exercițiul, Proiectare	Calculator, machetă AVR ATMEGA, interfața IO, interfață serială
5	Proiectarea sistemului de operare în timp real MyOS. Administratorul de task-uri. Alocarea resurselor pentru un task.	Studiul de caz, Exercițiul, Proiectare	Calculator, machetă AVR ATMEGA, interfața IO, interfață serială
6	Proiectarea sistemului de operare în timp real MyOS. Comunicarea între taskuri. Mesaje și cutii poștale	Studiul de caz, Exercițiul, Proiectare	Calculator, machetă AVR ATMEGA, interfața IO, interfață serială
7	Proiectarea sistemului de operare în timp real MyOS. Partajarea resurselor prin semafoare.	Studiul de caz, Exercițiul, Proiectare	Calculator, machetă AVR ATMEGA, interfața IO, interfață serială
8	Portabilitatea sistemelor de operare în timp real. Construirea porturilor	Studiul de caz, Exercițiul, Proiectare	Calculator, machetă C8051 Silabs, interfață IO
9	Portabilitatea sistemelor de operare în timp real. Implementarea MyOS pe C8051F120	Studiul de caz, Exercițiul, Proiectare	Calculator, machetă C8051 Silabs, interfață IO
10	Aplicații RTOS integrate. Implementarea server WEB pe microsystem	Studiul de caz, Exercițiul, Proiectare	Calculator, machetă C8051 Silabs, interfață IO interfață ethernet
11	Configurarea unui sistem de operare pentru aplicații în timp real. Embedded Linux (Raspbian), Microsoft Windows CE 6.0,	Studiul de caz, Exercițiul, Proiectare	Calculator, Raspberry PI, embedded PC
12	Arhitecturi de calcul paralel pentru sisteme în timp real.	Studiul de caz, Exercițiul, Proiectare	Calculator, machetă Xilinx Virtex 2
13	Implementarea de arhitecturi paralele pentru sisteme în timp real. Proiectarea unui sistem	Studiul de caz, Exercițiul, Proiectare	Calculator, machetă Xilinx Virtex 2
14	Tehnici avansate de comutare a proceselor. Utilizarea algoritmilor genetici pentru comutarea proceselor	Studiul de caz, Exercițiul, Proiectare	Calculator, macheta Xilinx Spartan 3, macheta MCU AVR ATMEGA128,

			Soft Active HDL cu instrumente Xilinx ISE
Bibliografie			
1. L. Ionescu, A. Mazăre, G. Șerban, G. Iana, P. Angheliescu, Aplicații cu sisteme în timp real, Matrix Rom, București, 2010			
2. Grama Alin, Chindris Gabriel, Sisteme Embedded : Proiectare hardware și software, Mediamira, Cluj Napoca, ISBN 978-973-713-354-0, 2015			
3. IEEE Transactions on Industrial Informatics, Volume 12, ISSN 1551-3203, 2016			
4. IEEE Transactions on Communications, Vol. 61, ISSN 0090-6778, 2013			
5. IEEE Industry Applications Magazine, Vol.20, ISSN 1077-2618, 2014			
6. IEEE Industry Applications Magazine, Vol.21, ISSN 1077-2618, 2015			

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

În vederea actualizării și îmbunătățirii conținutului disciplinei, cadrele didactice au participat la următoarele activități:			
- întâlniri de lucru cu specialiști din producție și angajatori (Mira Technologies (RO), Visionware, MinCom Smart Solutions GmbH (GER), E-On, Lisa Draxlmaier, Renault Technologie Roumaine);			
- schimb de practici cu colegi din alte centre universitare (Universite Joseph Fourier Grenoble, Politehnica Bucuresti, Poznan University);			
- participarea la conferințe și workshop-uri din domeniu.			

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Participare activă la curs, rezolvarea unor probleme de implementare, interes pentru disciplină Capacitatea de a corela cunoștințele și de a le aplica în cazuri de proiectare și de implementare Înțelegerea și aplicarea corectă a problematicei tratate, capacitatea de analiză și sinteză	1. Înregistrarea activității săptămânale 2. Test scris – proiectare, studii de caz 3. Test scris – proiectare, studii de caz	1. 10% 2. 20% 3. 50%
10.5 Seminar/ Laborator	Cunoașterea sistemelor de laborator care sunt utilizate și a metodologiei de programare a acestora	1. Realizarea de aplicații de laborator, evaluare practică	1. 20%
10.6 Standard minim de performanță	Distribuția punctajului minim pe activități este la alegerea studentului dar cu respectarea următoarelor cerințe: a. Minim nota 5 la laborator: prezență 100%, implementarea de programe ce permit accesul la resursele MCU (cod realizat în problemele de proiectare propuse): la AVR comanda pe portul GPIO, utilizarea canalului timer cu întreruperi, utilizarea portului USART pentru monitorizare, o comutare între funcții realizată în subrutina timer, la C8051: comanda pe portul GPIO, utilizarea canalului timer cu întreruperi, utilizarea portului serial pentru monitorizare, o comutare între funcții realizată în subrutina timer. b. Minim nota 5 la evaluarea finală - rezolvarea subiectelor cu cerință minimă și grad de dificultate redus: la problema de analiză performanțe: prezentarea etapelor pentru analiza fezabilității unui sistem în timp real chiar dacă nu ajunge la rezultatul corect final, la problema de proiectare: reprezentarea grafică corectă a sistemului în timp real utilizând automate cu stări extinse.		

Data completării
10.09.2022

Titular de curs
Conf. dr. ing. Laurențiu Ionescu

Titular de seminar / laborator
Conf. dr. ing. Laurențiu Ionescu
Conf. dr. ing. Alin Mazăre

Data avizării în departament
15.09.2022

Director de departament
Prof.univ.dr. ing. Gheorghe SERBAN