

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" DIN IAȘI**  
**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației**

**Domeniul:** *Inginerie electronică și telecomunicații*

**Specializarea:** Sisteme Avansate în Electronica Aplicata

**Forma de învățământ:** masterat      **Anul de studii:** 1      **Anul universitar:** 2009-2010

**P R O G R A M A   A N A L I T I C Ă**  
a disciplinei:

**Sisteme embedded inteligente**

**1. Titularul disciplinei:** Șef Lucrări Dobrea Dan Marius

**2. Tipul disciplinei:** disciplină de specialitate      **codul:** 503 SAEA

**3. Structura disciplinei:**

Semestrul	Numărul de ore pe săptămână				Forma de evaluare finală	Numărul de ore pe semestru				
	C	S	L	P		C	S	L	P	Total
I	2		2		Examen	28		28		56

**4. Obiectivele cursului:**

Această disciplină are ca obiectiv fundamental formarea studenților pentru cunoașterea și înțelegerea particularităților legate de sistemele embedded, din punct de vedere: hardware, al sistemului de operare și al particularităților aplicațiilor în vederea dezvoltării de produse software pentru aceste sisteme.

**5. Concordanța între obiectivele disciplinei și obiectivele planul de învățământ:**

La întocmirea acestei programe analitice s-a avut în vedere integrarea disciplinei în planul de învățământ pentru specializarea „Sisteme avansate în electronica aplicată”. Disciplina „Sisteme *embedded* inteligente” transmite acele informații și formează acele deprinderi practice și cognitive necesare viitorilor specialiști din domeniul sistemelor electronice avansate.

**6. Rezultatele învățării exprimate în competențe cognitive, tehnice sau profesionale**

Cunoștințele obținute în cadrul acestui curs vor fi folosite în dezvoltarea competențelor profesionale ce țin de înțelegerea conceptuală, a limitărilor și a avantajelor sistemelor de tip embedded.

În urma finalizării acestei discipline studentul va fi capabil să:

1. înțeleagă conceptele fundamentale ce susțin (din punct de vedere a performanțelor și cerințelor specifice sistemelor în timp real) familia dispozitivelor dedicate procesării de semnal;
2. aleagă dispozitivul optim în conformitate cu aplicația implementată din cadrul familiilor produse de firma Texas Instruments;
3. scrie o aplicație de timp real printr-o implementare corectă prin intermediul facilităților hardware și software oferite de aceste dispozitive - precum: sistemele de întreruperi hardware (HWI), software (SWI) și a task-uri (TSK), a dispozitivelor de tipul: *Multi-channel Buffered Serial Port (McBSP)*, *External Memory Interface (EMIF)*, *General Purpose I/O* etc.;

4. utilizeze noi abordări conceptuale în stocarea și ulterior procesarea semnalelor (înțelegerea atât teoretică cât și practică a tehnicilor de dublă și triplă *buffer*-are, a necesității utilizării lor);
5. înțeleagă conceptele fundamentale ce stau în spatele sistemelor de operare în timp real, a noilor paradigme aduse de aceste sisteme de operare;
6. dezvolte aplicații pentru sistemele de operare Windows CE și Windows XP Embedded;
7. utilizeze practic în mod optim avantajele oferite de sistemele de operare Windows CE și Windows XP Embedded.

## 7. Proceduri folosite la predarea disciplinei:

În cadrul acestei discipline nu se va urmări în mod direct doar predarea cunoștințelor și în final evaluarea acestora. Cursul se va desfășura în cadrul laboratorului asociat disciplinei. Odată cu predarea informațiilor, în directă legătură cu sistemele de tip embedded, prin utilizarea videoproietorului, se vor dovedi și exemplifica principiile predate prin diferite experimente demonstrative, chiar în cadrul cursului, prin utilizarea sistemelor embedded de dezvoltare existente în laborator (kituri de dezvoltare: TMS320C6711 DSP Starter Kit, TMS320C6713 DSP Starter Kit, TMS320C6416 DSP Starter Kit și PC104/Plus). Predarea va fi interactivă printr-un proces continuu de dialog cu studenții orientat în special după ritmul, modul și cunoștințele deținute de studenți.

În cadrul laboratoarelor studenții vor primi parțial codul sursă a diferitelor aplicații. Acest cod sursă, studenții vor trebui să îl completeze în vederea atingerii obiectivelor fiecărui laborator. Studenții vor avea posibilitatea să găsească și să descopere soluția corectă. Nota pe care o vor primi în cadrul laboratorului va cuantiza atât atingerea obiectivelor propuse în cadrul fiecărui laborator cât și originalitatea acestor soluții găsite, descoperite de studenți.

Un alt obiectiv al acestei discipline este de a implica studenții în participarea la diferite competiții naționale și internaționale precum: Digilent Contest (Romania, Cluj-Napoca), Computer Science International Design Competition (SUA) sau NASA robotics competition. La primele două concursuri echipe coordonate de titularul acestei discipline au luat deja parte în anii anteriori. În cadrul acestor concursuri se urmărește implicarea studenților în realizarea de proiecte utilizând materia predată pentru:

- rezolvarea de probleme care au tangență directă cu viața practică (prin găsirea unor soluții noi, originale ale acestora),
- realizarea diferitelor investigații științifice în vederea găsirii și descoperirii de noi dispozitive, scopul final fiind acela de a stimula gândirea, imaginația, creativitatea și originalitatea studenților.

Cursul are ca bază materialele educative oferite de către firmele Texas Instruments și Microsoft. Aceste materiale sunt folosite de sute de universități din întreaga lume drept baza în crearea programelor analitice a diferitelor discipline. Informațiile predate în cadrul cursului vor fi îmbunătățite în mod continuu în principal funcție de criteriile de calitate adoptate în cadrul Fultății de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informațiilor, Iași, de cunoștințele studenților și de schimbările în planurile de învățământ a materiilor pe care cursul își fundamentează baza. În mod aprioric ambele companii care pun la dispoziție materialele didactice folosite în cadrul cursului le îmbunătățesc în mod continuu conform noilor cerințe și trenduri ale dezvoltării cunoașterii legate de aceste sisteme embedded. Deci, chiar această actualizare continuă a acestor materiale va determina o actualizare a informațiilor predate studenților.

## 8. Sistemul de evaluare:

*Evaluarea continuă:*

*Activitatea la laborator (mixt)*

Pondere în nota finală: 20%

În cadrul acestei evaluări se va ține cont de: frecvența și relevanța intervențiilor orale a studenților, corectitudinea răspunsurilor oferite la întrebările puse de cadrul

didactic, calitatea lucrărilor efectuate, atingerea obiectivelor fiecărui laborator și a originalității soluțiilor propuse.

*Participarea studenților în cadrul cursului (mixt)*

Ponderea în nota finală: 10%

În cadrul acestei evaluări se va ține cont de: frecvența și relevanța intervențiilor orale a studenților și de corectitudinea răspunsurilor oferite la întrebările puse de cadrul didactic.

*Lucrări de specialitate*

Ponderea în nota finală: 20%

În cadrul acestui curs se vor da studenților anumite proiecte ce vor necesita o activitate practică, de cercetare în vederea atingerii acestor obiective. Această activitate va fi evaluată pe baza unui raport de cercetare și a rezultatelor obținute (cod program dezvoltat).

*Evaluarea finală, examen (tradițional)*

Ponderea în nota finală: 50%

În cadrul acestei evaluări se va da un test de cunoștințe ce va conține două întrebări (atât de tip închis cât și deschis) cât și o problemă ce va fi supusă rezolvării studenților. Studenții vor avea la dispoziție 2 ore pentru finalizarea examenului, toate cele 3 subpuncte vor avea o pondere egală în nota finală a examenului.

## 9. Conținutul disciplinei:

### a) Curs

1. Noțiuni de bază: **Nr. ore: 2**
  - a. Definiere termeni;
  - b. Sisteme de timp *embedded* și de tip real, restricții;
  - c. Domenii de aplicabilitate sisteme *embedded*, caracteristici, cerințe;
  - d. Arhitecturi Von Newman versus Harvard - asemănări/deosebiri, avantaje/dezavantaje;
  - e. asemănări/deosebiri, avantaje/dezavantaje între microcontrolere, DSP-uri, procesoare
  - f. alte sisteme *embedded*: *Application-Specific Integrated Circuits* (ASIC), *Application-Specific Standard Products* (ASSP), *Field Programmable Gate Array* (FPGA), soluția „*System on Chip*” (SOC) și soluția „*System in Package*” (SiP);
  - g. Procesul de design al sistemelor *embedded*;
  - h. Formalism pentru design-ul de sistem. **Nr. ore: 2**
2. Introducere în familia dispozitivelor de tip DSP. Arhitecturi. Familii. **Nr. ore: 4**
3. Modalități de tratarea în timp real a evenimentelor (întreruperi hardware (HWI), întreruperi software (SWI) și *task*-uri (TSK) – concepte fundamentale, particularități, asemănări/deosebiri, avantaje/dezavantaje, tehnici de comunicare și sincronizare, modalități practice de implementare). **Nr. ore: 2**
4. Nucleul **DSP/BIOS**
  - a. programare a aplicațiilor cu mai multe fire de execuție de abstractizare

- hardware (*preemptive multi-threading*);
  - b. planificarea aplicațiilor (*scheduling*);
  - c. sincronizare în timp real a aplicațiilor și a firelor de execuție;
  - d. analiză de timp real;
  - e. configurare a perifericelor.
5. Dispozitive specifice hardware (*Multi-channel Buffered Serial Port (McBSP), External Memory Interface (EMIF), General Purpose I/O etc.*) **Nr. ore: 5**
- a. concepte fundamentale;
  - b. caracterizare periferice;
  - c. aplicații practice.
6. Utilizarea DMA (*Direct Memory Access*) în sistemele embedded pentru execuția în timp real a aplicațiilor. **Nr. ore: 2**
7. Tehnici specifice de buffer-are: **Nr. ore: 1**
- a. dublă buffer-are (concepte, noțiuni teoretice și aplicație 1D);
  - b. triplă buffer-are (concepte, noțiuni teoretice și aplicație 2D).
8. Tehnici de optimizare și analiză a aplicațiilor și sistemelor embedded **Nr. ore: 4**
- a. Diagrama dependențelor (*dependency graph*) - tehnică de analiză și optimizare a codului sursă;
  - b. Compromisul: viteză de execuție – lungime cod;
  - c. Tehnici de utilizare a memoriei interne *cache*;
  - d. Eficientizarea codului prin utilizarea corectă a tehnicilor de *pipelining* și a instrucțiunilor paralele;
  - e. Analiza buclelor *software*;
  - f. Tehnica „*cod profiling*” de analiză a performanțelor unui sistem embedded de timp real;
9. Sisteme de operare pentru sistemele embedded (se vor studia doar următoarele sisteme de operare: Windows CE (Embedded Compact) și Windows XP Embedded). **Nr. ore: 6**
- a. Windows CE – Prezentare concepte fundamentale a sistemului de operare Windows CE (cu particularizare pentru DaVinci DSP și procesoare de tipul PXA).
  - b. Windows XP Embedded:
    1. Analiză comparativă Windows CE versus Windows XP Embedded;
    2. Prezentare concepte fundamentale Windows XP (*Hardware Abstraction Layer (HAL)*, fire de execuție și prioritățile lor, Windows XP *kernel* etc.);
    3. Analiză comparativă între sistemele de operare Windows XP și Windows XP Embedded (Windows XP Embedded este o extensie în timp real – *Real-time Extension – RTX* – a sistemului de operare Windows XP);
    4. Structura RTX a sistemului Windows XP Embedded (HAL de timp real, latența sistemului de întreruperi și RTX, tehnici de reducere a latenței, programatorul RTSS (*real-time subsystem*), *Service Request Interrupt (SRI)*, suportul în utilizarea *timer*-elor rapide etc.);
    5. Procesul de dezvoltare și construire a sistemului Windows XP Embedded din componentele sale în conformitate cu aplicația dezvoltată și cu sistemului *hardware* pe care va rula.

**Total 28 ore**

**b) Aplicații**

1. Introducere (prezentarea DSP-urilor de tipul TMS320C6713 și a mediului Code Composer Studio prin mici aplicații demonstrative). **Nr. ore: 4**
2. Prezentarea subsistemelor McBSP/HWI și dezvoltarea de aplicații pe baza lor. **Nr. ore: 2**
3. Prezentarea subsistemelor EDMA și a memoriei *cache* și dezvoltarea de aplicații pe baza lor. **Nr. ore: 2**
4. DSP/BIOS (o simplă problema de procesare în timp real, HWI, SWI, TSK, planificarea aplicațiilor, multitask-ing). **Nr. ore: 4**
5. Tehnici de dublă *buff*-erare; dezvoltarea de aplicații pentru filtrarea FIR și IIR în timp real. **Nr. ore: 2**
6. Tehnici de triplă *buff*-erare; dezvoltarea unei aplicații pentru procesarea imaginilor video în timp real. **Nr. ore: 4**
7. Exemplu practic: sistem robotic inteligent cu auto-organizare. **Nr. ore: 4**
8. Utilizarea instrumentelor Microsoft: *Target Analyzer* și *Target Designer*. **Nr. ore: 2**
9. Crearea și instalarea unei imagini a sistemului de operare Windows XP *embedded*. **Nr. ore: 2**
10. Înțelegerea și utilizarea funcțiilor *embedded* pentru sistemul de operare Windows XP *embedded* (*Headless*, *EWB*, *Remote Management*, *HORM*, *DUA*). **Nr. ore: 2**

Total: 28 ore

**10. Bibliografie selectivă**

1. Jack Ganssle, 2004, *The firmware handbook – The definitive guide to embedded firmware design and applications*, Elsevier, USA, ISBN 0-7506-7606-X
2. Tammy Noergaard, 2005, *Embedded Systems Architecture - A Comprehensive Guide for Engineers and Programmers*, Elsevier, USA, ISBN: 0-7506-7792-9
3. Noim Dahnoum, 2002, *Digital signal processing implementation using the TMS320C6711 processors*, Texas Instruments CD, Bristol, UK
4. MSD training, 2008, *Developing Embedded Solutions for Microsoft Windows XP Embedded*, Microsoft, USA

**Semnături:**

Data: 03.09.2008

Titular curs: *Dobrea Dan Marius*

Titular aplicații: *Dobrea Dan Marius*