



Universitat de Lleida

GUIA DOCENT
INTEGRACIÓ DE SISTEMES I

Coordinació: TRESANCHEZ RIBES, MARCEL

Any acadèmic 2023-24

Informació general de l'assignatura

Denominació	INTEGRACIÓ DE SISTEMES I			
Codi	102130			
Semestre d'impartició	1R Q(SEMESTRE) AVALUACIÓ CONTINUADA			
Caràcter	Grau/Màster	Curs	Caràcter	Modalitat
	Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica	4	OPTATIVA	Presencial
Nombre de crèdits assignatura (ECTS)	6			
Tipus d'activitat, crèdits i grups	Tipus d'activitat	PRAULA		TEORIA
	Nombre de crèdits	3		3
	Nombre de grups	1		1
Coordinació	TRESANCHEZ RIBES, MARCEL			
Departament/s	ENGINYERIA INDUSTRIAL I DE L'EDIFICACIÓ			
Distribució càrrega docent entre la classe presencial i el treball autònom de l'estudiant	Càrrega total: 150h - 60h de classe presencial (40%) - 90h de treball autònom de l'estudiant (60%)			
Informació important sobre tractament de dades	Consulteu aquest enllaç per a més informació.			
Idioma/es d'impartició	Comunicació oral: Segons convingui (Català, Castellà o Anglès). Material i recursos: Anglès. Activitats a presentar: Anglès.			
Distribució de crèdits	Part teòrica: 1 crèdit Ensenyament amb instrumentació: 2 crèdits Pràctiques: 3 crèdits			

Professor/a (s/es)	Adreça electrònica professor/a (s/es)	Crèdits impartits pel professorat	Horari de tutoria/lloc
TRESANCHEZ RIBES, MARCEL	marcel.tresanchez@udl.cat	7,2	

Informació complementària de l'assignatura

És **OBLIGATORI** que els estudiants portin els següents equips de protecció individual (EPI) a les pràctiques docents.

- Bata laboratori blava UdL unisex
- Ulleres de protecció
- Guants de protecció mecànica

Poden adquirir-se a través de la botiga de la UdL:

Carrer de Jaume II, 67 baixos
Centre de Cultures i Cooperació Transfronterera

<http://www.publicacions.udl.cat/>

L'ús d'altres equips de protecció (per exemple taps auditius, mascaretes respiratòries, guants de risc químic o elèctric, etc.) dependrà del tipus de pràctica a realitzar. En aquest cas, el personal docent responsable informará en cada una de les pràctiques si és necessari la utilització d'EPI's específics.

No portar els EPI's descrits o no complir les normes de seguretat generals que es detallen a sota comporta que l'estudiant no pugui accedir als laboratoris o hagi de sortir del mateixos. La no realització de les pràctiques docents per aquest motiu comporta les **conseqüències en l'avaluació** de l'assignatura que es descriuen en aquesta guia docent.

NORMES GENERALS DE SEGURETAT EN LES PRÀCTIQUES DE LABORATORI

- Mantenir el lloc de realització de les pràctiques net i ordenat. La taula de treball ha de quedar lliure de motxilles, carpetes, abrics...
- En el laboratori no es pot anar amb pantalons curts ni faldilles curtes.
- Portar calçat tancat i cobert durant la realització de les pràctiques.
- Portar el cabell llarg sempre recollit.
- Mantenir les bates cordades per protegir enfront d'esquitxades i vessaments de substàncies químiques.
- No portar polseres, penjolls o mànigues amples que puguin ser atrapats pels equips, muntatges...
- Evitar portar lents de contacte, ja que l'efecte dels productes químics és molt més gran si s'introdueixen entre la lent de contacte i la còrnia. Es pot adquirir un cobre-ulleres de protecció.
- No menjar ni beure dins el laboratori.
- Està prohibit fumar dins dels laboratoris.
- Rentar-se les mans sempre que es tingui contacte amb algun producte químic i abans de sortir del laboratori.
- Seguir les instruccions del professor i dels tècnics de laboratori i consultar qualsevol dubte sobre seguretat.

Per a major informació es pot consultar el manual d'acollida del Servei de Prevenció de Riscos Laborals de la UdL que es troba a: <http://www.sprl.udl.cat/alumnes/index.html>

Objectius acadèmics de l'assignatura

- Aprendre el funcionament intern d'un microcontrolador de 32 bits.
- Ser capaç de programar qualsevol perifèric d'un microcontrolador de 32 bits per poder realitzar una tasca automatitzada específica.
- Conèixer la arquitectura ARM Cortex-M i la seva aplicació en microcontroladors de 32 bits.
- Saber controlar sensors, sensors electromecànics i sistemes actuadors des d'un microprocessador de baix cost.
- Aprendre a utilitzar els principals busos de comunicació entre circuits integrats.
- Adquirir els coneixements necessaris per ser capaços de dissenyar i programar un sistema integrat intel·ligent.

Competències

Competències de la titulació

UdL2. Domini d'una llengua estrangera.

UdL3. Domini de les TIC.

Competències transversals

EPS4. Posseir habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors o millorar la seva formació amb un cert grau d'autonomia.

EPS9. Capacitat de treball en equip, tant unidisciplinar com a multidisciplinar.

Competències específiques

GEEIA21. Coneixement dels fonaments i aplicacions de l'electrònica digital i microprocessadors.

GEEIA25. Coneixement i capacitat per al modelatge i simulació de sistemes.

GEEIA27. Coneixements de principis i aplicacions dels sistemes robotitzats.

Continguts fonamentals de l'assignatura

Tema 1. Introducció als sistemes integrats

- 1.1 Tipus de sistemes integrats
- 1.2 Aplicacions dels sistemes integrats
- 1.3 Solucions de sistemes integrats robotitzats

Tema 2. Funcionament d'un microcontrolador

- 2.1 Unitat d'instrucció
- 2.2 Registres
- 2.3 Memòria
- 2.4 Busos i perifèrics

Tema 3. Arquitectura ARM Cortex-M

- 3.1 Model de llicència ARM
- 3.2 Família ARM Cortex-M
- 3.3 Arquitectures Von Neuman i Harvard
- 3.4 Interconnexió de busos
- 3.5 Interrupcions
- 3.6 Suport CMSIS i llibreria DSP

Tema 4. Microcontroladors STM32F4

- 4.1 STM32F407VGT6
- 4.2 STM32F4Discovery
- 4.3 Arxius CMSIS i llibreries
- 4.4 Registres i gestió de la memòria

Tema 5. Entrades i sortides

- 5.1 Entrades i sortides digitals
- 5.2 Entrades i sortides analògiques (ADC i DAC)

Tema 6. Depuració i monitorització

- 6.1 Depuració i monitorització amb SWV i ITM
- 6.2 Depuració amb USART

Tema 7. Configuració del sistema

- 7.1 Relotge del sistema
- 7.2 Interrupcions (NVIC) i interfície EXTI

Tema 8. Sincronització i multitasca

- 8.1 Sincronització per polling i interrupció
- 8.2 Scheduling amb interrupcions i DMA
- 8.3 Sistemes operatius de temps real (RTOS)

Tema 9. Temporització

- 9.1 Timers del sistema (SysTick)
- 9.2 Timers d'un microcontrolador ARM
- 9.3 Modulació PWM
- 9.4 Captura d'entrada i comparació de sortida

Tema 10. Comunicació sèrie

- 10.1 Comunicació I²C
- 10.2 Comunicació SPI i I²S
- 10.3 Comunicació USART

Eixos metodològics de l'assignatura

L'assignatura es desenvoluparà mitjançant la realització de treballs experimentals que es duran a terme al laboratori d'electrònica 2.05 (2a planta) de l'Escola Politècnica Superior.

L'aprenentatge en la integració de sistemes es durà a terme mitjançant les eines de desenvolupament de ST Microelectronics, principalment la STM32F4-Discovery.

El conjunt d'eines de desenvolupament seran facilitades íntegrament per l'escola i cada alumne treballarà tant de forma tant individual com en equip.

Els exercicis pràctics seran basats en la programació de microcontroladors mitjançant llenguatge C. L'entorn de desenvolupament, compilador i depurador que s'utilitzarà serà el STM32CubeIDE.

Les sessions seran presencials i es dividiran en tres etapes consecutives que seran repetides per cada un dels continguts de l'assignatura:

- **Sessions de teoria** (aula docent/virtual): Conceptes teòrics preliminars.
- **Sessions experimentals d'aprenentatge** (laboratori d'electrònica): Adquirir coneixements pràctics amb el suport del professorat.
- **Sessions de pràctiques** (laboratori d'electrònica): Realització d'exercicis i activitats per part de l'alumne de forma individual.

Pla de desenvolupament de l'assignatura

Setmana	Metodologia	Contingut	Contingut asíncron ⁽²⁾	HTP ⁽³⁾	HTNP ⁽⁴⁾
1	Classes magistrals	Tema 1		2	2
1, 2	Classes magistrals	Tema 2		3	4
2	Classes magistrals	Tema 3		3	4
3, 4	Classes experimentals	Tema 4	Tema 7	5	5
4	Classes experimentals	Tema 5	Tema 8, 9	3	6
5	Pràctiques laboratori: Pràctica 1	Tema 1-5	Tema 7, 8	2	8
6	Classes experimentals	Tema 6, 7	Tema 10	4	6
7	Classes experimentals	Tema 8	Tema 9	4	7
8	Pràctiques laboratori: Pràctica 2	Tema 5-7	Tema 9, 10	4	8
9	Dubtes pràctiques ⁽¹⁾	Tema 5-7		2	2
10	Classes experimentals	Tema 8, 9		4	4
11	Pràctiques laboratori: Pràctica 3	Tema 5-10		2	4
12	Classes experimentals	Tema 10		4	4
13-15	Pràctiques laboratori: Projecte Final	Tot		12	18
16, 17	Dubtes pràctiques ⁽¹⁾	Tot		2	2
18	Tutories	Tot		2	2
19	Prova de recuperació: Avaluació	Tot		2	4
			TOTAL	60	90

(1) Setmanes d'exàmens. Com que no hi han proves escrites es dediquen a classes de dubtes de pràctiques.

(2) Contingut que encara no s'ha impartit però s'ha introduït part d'ell per poder seguir el fil.

(3) HTP = Hores de Treball Presencial

(4) HTNP = Hores de Treball No Presencial

Sistema d'avaluació

L'avaluació de l'assignatura es realitzarà de forma continuada i es basarà en la valoració ponderada dels informes de les activitats realitzades al llarg del curs.

Aquestes activitats hauran de fer-se individualment menys l'activitat final que es farà en parelles. Cada un dels alumnes disposarà del material de desenvolupament electrònic necessari per tal de poder treballar tant a casa com en les hores de disponibilitat del laboratori d'electrònica.

El conjunt d'activitats que s'hauran de presentar estarà compost per tres activitats de seguiment i una activitat final. Les activitats de seguiment s'aniran augmentant de dificultat i tindran una puntuació sobre la nota final de 2, 2 i 2.5 punts respectivament. Finalment s'haurà de realitzar una activitat final amb l'objectiu d'aplicar els conceptes impartits durant el curs en una aplicació de sistema integrat real. Aquesta activitat final tindrà un pes del 35% de la nota final (3.5 punts).

Les activitats a realitzar seran les següents:

- P1. Control d'accions sincronitzades utilitzant entrades, sortides i interrupcions.**
- P2. Programació d'un sistema autòmat controlat per intèrpret de comandes.**
- P3. Captura, mostreig i enregistrament de dades d'un sensor.**
- PF. Programació d'un sistema intel·ligent de baix cost basat en microcontroladors de 32 bits.**

La qualificació del curs (NC) serà calculada de la següent manera:

$$NC = P1 \cdot 0.20 + P2 \cdot 0.20 + P3 \cdot 0.25 + PF \cdot 0.35$$

En cas de que l'avaluació continuada sigui inferior a 5.0 hi haurà l'opció de realitzar un examen opcional amb un pes de 8 punts. Llavors la nota final es calcularà:

$$NF = NR + (NC \times 0,2)$$

Bibliografia i recursos d'informació

- Warwick A. Smith (2009) **C Programming for Embedded Microcontrollers**. Publitrionic-Elektor. ISBN: 978-0905705804.
- Noviello, C. (2016) **Mastering the STM32 Microcontroller**. Leanpub.
- Jonathan W Valvano (2015) **Embedded Systems: Introduction to Arm® Cortex(TM)-M Microcontrollers**, Fifth Edition. ISBN: 978-1477508992
- Joseph Yiu (2013) **The Definitive Guide to ARM® Cortex®-M3 and Cortex®-M4 Processors**. Elseiver. Cambridge, UK.
- Donald Reay (2015) **Digital Signal Processing and Applications Using the Arm Cortex M4**. Wiley. ISBN: 978-1118859049.
- ARM Cortex-M architecture: <http://www.arm.com/products/processors/cortex-m/>
- STM32 32-bit ARM Cortex MCUs: <http://www.st.com/web/en/catalog/mmc/FM141/SC1169>
- STM32F4Discovery – STMicroelectronics: <http://www.st.com/web/catalog/tools/FM116/SC959/SS1532/PF252419>