



GUIA DOCENT  
**INTEGRACIÓ DE SISTEMES II**

Coordinació: TRESÁNCHEZ RIBES, MARCEL

Any acadèmic 2020-21

## Informació general de l'assignatura

<b>Denominació</b>	INTEGRACIÓ DE SISTEMES II			
<b>Codi</b>	102131			
<b>Semestre d'impartició</b>	2N Q(SEMESTRE) AVALUACIÓ CONTINUADA			
<b>Caràcter</b>	Grau/Màster	Curs	Caràcter	Modalitat
	Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica	4	OPTATIVA	Presencial
<b>Nombre de crèdits assignatura (ECTS)</b>	6			
<b>Tipus d'activitat, crèdits i grups</b>	<b>Tipus d'activitat</b>	PRAULA		TEORIA
	<b>Nombre de crèdits</b>	3		3
	<b>Nombre de grups</b>	1		1
<b>Coordinació</b>	TRESÁNCHEZ RIBES, MARCEL			
<b>Departament/s</b>	INFORMÀTICA I ENGINYERIA INDUSTRIAL			
<b>Distribució càrrega docent entre la classe presencial i el treball autònom de l'estudiant</b>	Càrrega total: 150h - 60h de classe presencial (40%) - 90h de treball autònom de l'estudiant (60%)			
<b>Informació important sobre tractament de dades</b>	Consulteu <a href="#">aquest enllaç</a> per a més informació.			
<b>Idioma/es d'impartició</b>	Comunicació oral: Segons convingui (Català, Castellà o Anglès). Material i recursos: Anglès. Activitats a presentar: Anglès.			
<b>Distribució de crèdits</b>	Part teòrica: 2 crèdits Ensenyament amb instrumentació: 2 crèdits Pràctiques de estudiant: 2 crèdits			

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

## Informació complementària de l'assignatura

És **OBLIGATORI** haver cursat o estar cursant les assignatures prèvies d'aquest mòdul optatiu, Integració de Sistemes I.

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 auditiu, mascaretes respiratòries, guants de risc químic o elèctric, etc.) dependrà del tipus de pràctica a realitzar. En aquest cas, el personal docent responsable informarà 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>

## COVID-19

Degut a la situació sanitària actual, el curs 20/21 s'ha planificat de forma **50% presencial, 50% virtual i exàmens presencials**. Com a conseqüència de la naturalesa del virus és possible que es produeixin rebrots importants que limitin la mobilitat de les persones (en tot el territori o en zones concretes). Per aquest motiu, la planificació i la metodologia docent del curs 20/21 és susceptible a modificacions condicionades per l'evolució d'aquesta pandèmia.

## 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 I<sup>2</sup>C
- 10.2 Comunicació SPI i I<sup>2</sup>S
- 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 podrà treballar 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 Atollic True Studio Pro basat amb l'entorn Eclipse i amb les eines de GNU.

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 <sup>(2)</sup>	HTP <sup>(3)</sup>	HTNP <sup>(4)</sup>
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 <sup>(1)</sup>	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 <sup>(1)</sup>	Tot		2	2
18	Tutories	Tot		2	2
19	Prova de recuperació: Avaluació	Tot		2	4
			<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>90</b>

(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

**ATENCIÓ:** Degut a les restriccions causades per la pandèmia actual, el desenvolupament d'aquesta assignatura es durà a terme de la següent manera:

Set.	Dies	Dimecres (Contingut / Metodologia)	Dijous (Contingut / Metodologia)
1	17-18 feb.	Presentar assignatura T1. Introducció als sistemes integrats	Videoconferència (Lliçó magistral) Entregar tot el material del curs Resoldre problemes de HW/SW Presencial (Lab.2.05)
2	24-25 feb.	T2. Funcionament d'un microcontrolador T3. Arquitectura ARM i solucions STM32	Videoconferència (Lliçó magistral) T4.3. CMSIS, llibreries i estructura T5.1. Microcontroladors STM32F4 Videoconferència (Experimentació)
3	3-4 març	T5.1. Entrades i sortides digitals Inici Pràctica 1	Videoconferència (Lliçó magistral) T7.2. Interrupcions (IRQ) i EXTI Videoconferència (Suport)
4	10-11 març	T7.1. Relloige del sistema	Videoconferència (Lliçó magistral) T4.4. Registres i memòria Lliçó enregistrada (vídeo)
5	17 març	T9.1. Temporització: Systick T6. Depuració i monitorització T10.3. Comunicació USART	Videoconferència (Experimentació) FESTA
6	24-25 març	Inici Pràctica 2 Dubtes enregistraments	Videoconferència (Suport) T9. Temporització Lliçó enregistrada (vídeo)
SETMANA SANTA			

Set.	Dies	Dimecres (Contingut / Metodologia)		Dijous (Contingut / Metodologia)	
7	7-8 abril	Seguiment pràctiques Dubtes enregistraments	Videoconferència (Suport)	T5.2. Entrada i sortida analògica	Lliçó enregistrada (vídeo)
8	14-15 abril	Laboratori (GRUP A): Tasques amb l'oscil·loscopi	Presencial (Lab.2.05)	Laboratori (GRUP B): Tasques amb l'oscil·loscopi	Presencial (Lab.2.05)
9	22 abril	PARCIALS (Entregar Pràctica 1 i 2)			
10	28-29 abril	Introduir Pràctica 3 Seguiment estudiant	Videoconferència (Suport)	T10.1. Comunicació I2C	Lliçó enregistrada (vídeo)
11	5 maig	Introduir Pràctica Final	Videoconferència (Experimentació)	FESTA	-
12	12-13 maig	T10.2 Comunicació SPI	Videoconferència (Experimentació)	Exemples amb perifèrics avançats	Videoconferència (Experimentació)
13	19-20 maig	Laboratori (GRUP A): Desenvolupar el firmware	Presencial (Lab.2.05)	Laboratori (GRUP B): Desenvolupar el firmware	Presencial (Lab.2.05)
14	26-27 maig	Laboratori (GRUP A): Test del firmware amb el prototip	Presencial (Lab.2.05)	Laboratori (GRUP B): Test del firmware amb el prototip	Presencial (Lab.2.05)
15	2-3 juny	Laboratori (GRUP A): Test del firmware amb el prototip	Presencial (Lab.2.05)	Laboratori (GRUP B): Test del firmware amb el prototip	Presencial (Lab.2.05)
16-17	15 juny	PARCIALS (Entregar Pràctica 3 i presentar Projecte Final)			
18	21-25 juny	Tutories			
19	30 juny	Prova de recuperació: Avaluació			

## 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 automàtic 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

- Clements, Alan. **Microprocessor systems design: 68000 hardware, software, and interfacing**. 3rd ed. Boston [etc.]: PWS, cop. 1997. ISBN 0534948227.
- Noviello, C. **Mastering the STM32 Microcontroller**. Leanpub, 2016.
- 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>
- Atollic TrueSTUDIO: <https://atollic.com/truestudio/>
- ARM Cortex-M architecture: <http://www.arm.com/products/processors/cortex-m/>