



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales  
 Departamento: Informatica  
 Area: Area II: Sistemas de Computacion

(Programa del año 2023)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
SISTEMAS EMBEBIDOS	ING. EN COMPUT.	28/12	2023	1° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
GROSSO, ALEJANDRO LEONARDO	Prof. Responsable	P.Asoc Exc	40 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	2 Hs	1 Hs	5 Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
13/03/2023	24/06/2023	15	120

### IV - Fundamentación

Los sistemas incrustados o incorporados (embedded systems) están presentes en la mayoría de los dispositivos con los que interactuamos: electrodomésticos, automóviles, aviones, ruteadores, impresoras, etc.. En la mayoría de estos sistemas la ausencia de fallas y un tiempo de respuesta preciso son requerimientos indispensables para su funcionamiento. Por lo tanto es necesario utilizar, y en algunos casos desarrollar, herramientas adecuadas para la especificación, diseño y verificación del sistema incorporado (embedded system). En este curso introduciremos algunas herramientas que ayudan al desarrollo de los sistemas incorporados (embedded systems).

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Introducir métodos para el diseño de sistemas incorporados (embedded systems). Modelos discretos y analógicos.  
 Introducir métodos formales para la verificación de sistemas incorporados (embedded systems).  
 Utilizar los métodos anteriores para desarrollar sistemas concretos sobre plataformas concretas y comprobar su funcionamiento.  
 Conocer distintas plataformas utilizadas en el desarrollo de sistemas incorporados (embedded systems).

### VI - Contenidos

#### Programa Analítico

#### Unidad 1: Sensores y Actuadores

**Sensores:** Rango, rango dinámico, cuantización, ruido, muestreo, acondicionamiento de señal, sensores comunes: medición de inclinación y aceleración, medición de posición y velocidad, medición de rotación, otros sensores.  
**Actuadores:** diodos emisores de luz, control de servos, parlantes, relés.

## **Unidad 2: Procesadores.**

**Introducción Cortex-M3 de ARM: elementos básicos, registros, mapa de memoria, instrucciones, interrupciones.**

**Introducción a Cortex-M4. Procesadores multicore simétricos y asimétricos.**

Análisis de documentación de fabricantes. Plataforma de desarrollo. Introducción a un entorno de desarrollo para microcontroladores de 32 bits. Análisis del hardware empleado en el curso.

## **Unidad 3**

**Interfaces del microcontrolador utilizadas para la adquisición y almacenamiento de datos, y, para control y comunicación con otros microcontroladores y periféricos.**

## **Unidad 4: Modelos reactivos y transformacionales.**

**Diferencia entre sistemas transformacionales y reactivos.**

Introducción a los StateCharts (Diagramas de estados): estados, eventos, jerarquía de máquinas, superestados, subestados, estados OR, estados AND. Modelado utilizando StateCharts. Introducción de herramientas que generan código C a partir de una especificación que utiliza StateCharts.

## **Unidad 5: Sistemas operativos para sistemas incorporados (embedded systems)**

**Predicción de los tiempos de ejecución. Planificación en sistemas de tiempo real. Clasificación de los algoritmos de planificación. Sistemas Operativos incorporados (embedded operating systems).**

## **Unidad 6: Programación de microcontroladores de 32 bits en C.**

**Análisis en bajo nivel de la asignación de memoria. Estructura de programas reactivos sin sistemas operativos de tiempo real. Especificación de drivers. Generación de eventos. Estructura de sistemas incorporados (embedded systems) que usan Sistemas Operativos de Tiempo Real.**

## **Unidad 7; Introducción a Chequeo de modelos (Model Checking).**

**La necesidad de métodos formales. Verificación de Hardware y Software. El proceso de Model Checking. Lógicas temporales. Expresando propiedades con fórmulas LTL (Linear Temporal Logic).**

## **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

Todos los prácticos utilizan las placas disponibles en el laboratorio de sistemas incorporados (embedded systems).

Práctico N°1: Titilar un led. Utilizar el ambiente de desarrollo eclipse y la herramienta de diseño VisualSTATE.

Práctico N°2: Titilar un led definiendo el periodo. Utilizar el ambiente de desarrollo eclipse y la herramienta de diseño VisualSTATE.

Práctico N°3: Interactuar con los periféricos a través de las distintas interfaces de la placa para el LPC 1769.

Práctico N°3: Led con atenuación utilizando PWM (pulse-width modulation) a partir de la intensidad definida por un potenciómetro. Programación de Timers. Utilizar el ambiente de desarrollo eclipse y la herramienta de diseño VisualSTATE.

Práctico N°4: Antirebotes de llaves (debouncing). Utilizar el ambiente de desarrollo eclipse y la herramienta de diseño VisualSTATE.

Práctico N°5: Implementar un proceso de pesado de precisión.

Práctico N°6: implementar un sistema de control de ascensor.

Práctico N°7: Comunicaciones en bus serie: SPI e I2C. Utilización de un magnetómetro y un servo motor angular para implementar una brújula.

## VIII - Regimen de Aprobación

La asignatura es promocional. El alumno debe asistir al 80% de las clases teóricas y prácticas, aprobar con al menos el 70% todos los laboratorios y el parcial o alguna de sus dos recuperaciones, aprobar con al menos el 70% un proyecto de mediana complejidad, aprobar un examen integrador con al menos el 70%. En caso de aprobar todas la evaluaciones el alumno promociona la materia. En caso de aprobar todas la evaluaciones con excepción del examen integrador el alumno obtiene la regularidad de la materia.

## IX - Bibliografía Básica

- [1] P. Marwedel; Embedded System Design; Springer; 2006
- [2] D.E. Simon; An Embedded Software Primer; Addison-Wesley; 1999
- [3] Q. Li, C. Yao; Real-Time Concepts for Embedded Systems; CMP Books; 2003
- [4] J. Labrosse et. al.; Embedded Software: Know It All; Newnes; 2008
- [5] T. Noergaard; Embedded Systems Architecture: A Comprehensive Guide for Engineers and Programmers; Newnes; 2005
- [6] J. Yiu. The Definitive Guide to the ARM® Cortex-M3 (Second Edition). Newnes. 2010.
- [7] E. Lee, S. Seshia. Introduction to Embedded Systems A Cyber-Physical Systems Approach Second Edition. LeeSeshia.org, 2015.
- [8] M. Samek. Practical UML Statecharts in C/C++ Second Edition. Newnes. 2009.
- [9] D. HAREL. STATECHARTS: A VISUAL FORMALISM FOR COMPLEX SYSTEMS. Science of Computer Programming 8 (1987) 231-274. North-Holland

## X - Bibliografía Complementaria

- [1] S.C. McConnell; Code Complete: A Practical Handbook of Software Construction; Microsoft Press, 2nd ed., 2004

## XI - Resumen de Objetivos

Introducir métodos para el diseño de sistemas incorporados (embedded systems).

Conocer distintas plataformas utilizadas en el desarrollo de sistemas incorporados (embedded systems).

## **XII - Resumen del Programa**

Sensores y actuadores. Procesadores. Modelos reactivos. Sistemas operativos para sistemas incorporados (embedded systems). Programación de microcontroladores de 32 bits. Model checking.

## **XIII - Imprevistos**

Comunicarse con la cátedra.  
Sistemas Embebidos.  
Departamento de Informática.  
Of. 25. Bloque II. 1er. Piso.  
Facultad de Cs. Físico, Matemáticas y Naturales.  
Universidad Nacional de San Luis.  
Ejército de los Andes 950. CP 5700.

## **XIV - Otros**