



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Nacional de San Luis  
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales  
Departamento: Electrónica  
Area: Electrónica

(Programa del año 2022)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
SISTEMAS EMBEBIDOS	TEC.UNIV.TELEC.	16/13	2022	2° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
NUÑEZ MANQUEZ, ALEJANDRO ENRIQ	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
6 Hs	Hs	Hs	Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	2° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
08/08/2022	18/11/2022	15	90

### IV - Fundamentación

Un sistema embebido (SE) es un sistema de computo implementado en un microcontrolador o un microprocesador, diseñado para realizar una o algunas pocas funciones dedicadas. Estos sistemas han manifestado un gran desarrollo sustentado en dos tendencias fundamentales las cuales son el aumento de la capacidad de cómputo que ha aumentado en el diseño de los microcontroladores y la disminución de los costos de producción que implica la fabricación de los mismos. Debido a esto, los sistemas embebidos están presentes en casi todas las interacciones que realizan los seres humanos hoy en día, como por ejemplo computación portable, electrónica de consumo, sistemas de control, etc. Las telecomunicaciones no son ajenas a estas tendencias y hacen un uso intensivo de estas tecnologías. Es preciso entonces contar con conocimientos y habilidades específicas en esta tecnología.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

En la presente actividad curricular se pretende introducir a los estudiantes en el desarrollo de aplicaciones en Sistemas Embebidos. Para ello, se estudia la arquitectura y programación de microprocesadores y microcontroladores actuales, periféricos y componentes asociados, así como los estándares y protocolos de interconexión de los mismos. Se presentan los conceptos generales que permitan obtener un criterio de selección para optimizar las prestaciones para una aplicación determinada. Durante el transcurso del semestre se enfocará el estudio en una de las familias de microcontroladores y se utilizarán herramientas de desarrollo para realizar la programación de los mismos en lenguajes de alto nivel.

### VI - Contenidos

**Introducción a Sistemas Embebidos (SE)**  
Definición de Sistemas Embebidos. Características. Ejemplos de Sistemas Embebidos. Opciones para construir un SE. Introducción al Internet de las cosas (Internet of Things, IoT) Desafíos en IoT. Implementación de Sistemas Embebidos

usando MCUs, SoC, SoM y plataformas de desarrollo.

### **Introducción a plataformas de desarrollo de SE**

Arquitecturas de MCU actuales. SoC (System on Chip), SiP (System in a Package), Módulos PCB y Placas de desarrollo. Herramientas de programación, lenguajes de programación de bajo y alto nivel, compilados e interpretados. Control de versiones usando GIT y GITHUB.

### **Introducción a la programación de SE**

Estructura de un programa en C. Elementos de programación en Lenguaje C. Flujo de generación de programa. Almacenamiento en memoria. Tipos de datos. Acceso a datos en C. Librerías de usuario.

### **Entradas y salidas digitales**

Características eléctricas de los puertos. Controladores GPIO. Estructura de datos para periféricos. Funciones para el control de entradas y salidas digitales. Conexión de dispositivos externos al puerto de un microcontrolador. Interfaces con dispositivos de entrada. Conexión de Interruptores y pulsadores. Interface con teclados matriciales. Técnicas de exploración de teclados. Adaptación de señales de entrada. Opto aislación. Interfaces con dispositivos de salida.

### **Interrupciones.**

Interrupciones, que son y para que se usan. Prioridades. Latencia de servicio de interrupción. Configuración. Tabla de vectores. Manejo de interrupciones. Interrupciones de periféricos. Bibliotecas de Software.

### **Entradas y salidas analógicas**

Descripción general. Entrada analógica. Conversor Analógico a Digital. Salida Analógica, Conversor Digital a Analógico. Rango, resolución y cuantización. Frecuencia de muestreo. Uso de entradas y salidas analógicas.

### **Temporizadores y modulación de ancho de pulso**

Descripción de temporizadores, componentes, modos de comparación y de captura. Modo de modulación por ancho de pulsos (PWM).

### **Comunicaciones embebidas**

Comunicación Serial: UART, SPI e I2C. Protocolos e implementaciones. Comunicación WIFI. Comunicación Bluetooth.

### **Técnicas de programación de SE**

Etapas de desarrollo de proyecto. Sistemas en tiempo real. Hard Real Time System. Soft Real Time System. Clasificación de Sistemas; reactivos y transformacionales. Programación Bare Metal. El patrón Súper Lazo. Programación mediante interrupciones (background / foreground). Máquinas de estados finitos (FSM). Tablas y diagramas de estados. Implementación de FSM en C. Sistemas Operativos: Definición, tipos, funciones y servicios de un sistema operativo. Sistema operativo de Tiempo Real: RTOS. Planificación de Tareas. Implementación de aplicaciones en RTOS. Comunicación entre procesos.

### **Internet de las Cosas**

Infraestructuras de servicios en IoT. Protocolos para IoT. MQTT. Suscriptor y publicador. Estructura de un mensaje MQTT. Seguridad en MQTT. Mosquitto MQTT. Entorno de desarrollo Node-RED. Barra de herramientas Dashboard en Node-RED.

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

Plataformas de desarrollo de SE y Control de versiones usando Git y Git Hub

Entradas y salidas digitales

Interrupciones

Entradas y salidas analógicas

Temporizadores y modulación de ancho de pulso

Comunicaciones embebidas

Patrones de programación

### **VIII - Regimen de Aprobación**

Para regularizar la materia los alumnos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Guías de laboratorio: aprobar la totalidad de las guías de laboratorio con su respectiva carpeta de informes, se pueden recuperar el 30% de los prácticos.
- Parciales: Durante el cuatrimestre se tomarán dos parciales. Los parciales incluirán temas teóricos y temas desarrollados en las guías de problemas. La aprobación de los parciales se obtiene con una nota igual o superior a 7 (siete).
- Proyecto Final: Desarrollo de un proyecto integrador de la asignatura, que incluya la interconexión de 2 o mas de las plataformas estudiadas, el informe técnico y su correspondiente defensa. Durante la defensa del mismo se evaluarán los conceptos teóricos aplicados.

### **IX - Bibliografía Básica**

- [1] Introducción a Arduino, Massimo Banzi, Primera edición 2008, O'Reilly Media, ISBN: 978-0-596-15551-3
- [2] Arduino y el Internet de las Cosas, Novillo-Vicuña, Hernández Rojas, Mazón Olivo, Molina Ríos, Cárdenas Villavicencio, Primera Edición 2018, 3Ciencias, ISBN: 978-84-949151-8-5

### **X - Bibliografía Complementaria**

- [1] Keith E. Curtis, Embedded multitasking with Small Microcontrollers, ELSEVIER, 2006, 417p.
- [2] Ken Arnold, Embedded Controller Hardware Design, LLH Technology Publishing, 2000, 244p.

### **XI - Resumen de Objetivos**

Tecnologías y Arquitecturas de Sistemas Embebidos, herramientas de desarrollo y programación en lenguaje de alto nivel.  
Interfaz de usuario, Manejo de Entradas/Salidas y Comunicaciones  
Sistemas Operativos para S.E.  
Uso de Sistemas Embebidos en Telecomunicaciones

### **XII - Resumen del Programa**

Tecnologías y Arquitecturas de sistemas Embebidos, Arquitecturas y herramientas de desarrollo, Programación en lenguaje de alto nivel, Interfaz de usuario, Bibliotecas de software y entorno de desarrollo integrado, Manejo de Entradas/Salidas y Comunicaciones.  
Sistemas Operativos para sistemas embebidos, Uso de Sistemas Embebidos en Telecomunicaciones

### **XIII - Imprevistos**

En caso de no poder realizar el dictado de la materia en modalidad presencial, se optara por la modalidad virtual utilizando plataformas como zoom, meet, etc.

### **XIV - Otros**