



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

(Programa del año 2021)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
PROCESADORES II	ING.ELECT.O.S.D	13/08	2021	1° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
MURDOCCA, ROBERTO MARTIN	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
NUÑEZ MANQUEZ, ALEJANDRO ENRIQ	Responsable de Práctico	JTP 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	3 Hs	Hs	3 Hs	6 Hs

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

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
05/04/2021	08/07/2021	14	75

IV - Fundamentación

En la industria, automóviles, sistemas de comunicaciones, electrónica de entretenimiento, laboratorios y en general en todos los equipos electrónicos actuales se tiene un microcontrolador embebido encargado de controlar el funcionamiento de dicho aparato o instrumento.

Este curso ofrece a los estudiantes la oportunidad de estudiar las características de un microprocesador / microcontrolador y aprender a desarrollar un sistema electrónico para resolver problemas del mundo real.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Estudiar la arquitectura y programación de microprocesadores y microcontroladores actuales de 8, 16 y 32 bits.
 Utilizar herramientas de desarrollo para realizar el depurado y programación de los mismos en lenguajes de alto nivel.
 Desarrollar los conocimientos y habilidades necesarios para diseñar un sistema embebido dedicado a una aplicación específica descrita mediante requisitos de diseño, tanto a nivel de conexionado eléctrico (Hardware) como de su programación (Software).
 Mejorar la habilidad para escribir documentos relacionados con un desarrollo de ingeniería.

VI - Contenidos

Unidad 01: Tecnologías y Arquitecturas.

Tecnologías de Sistemas Digitales. Lógica cableada, programable, hardware reconfigurable. Evolución de los sistemas de cómputo. Lógica programable: Microprocesadores y Microcontroladores. Clasificación por aplicación o propósito: GPP, Microcontrolador, DSP, ASIC, ASIP, GPU. Clasificación por arquitectura: RISC, CISC, Superescalar, VLIW, Reconfigurable, System on a Chip (SoC), Network on a Chip (NoC). Clasificación de Flynn: SISD, SIMD, MISD, MIMD.

Clasificación por conjunto de instrucciones (ISA).

Unidad 02: Introducción a los Microcontroladores y Sistemas Embebidos

Microcontroladores de 8, 16 y 32 bits. Mercado actual de Microcontroladores. Características de los Microcontroladores de propósito general. Aplicaciones. Periféricos internos de los microcontroladores. Sistemas Embebidos. Definición. Áreas de aplicación de los Sistemas Embebidos. Ejemplos de sistemas embebidos. Software Embebido. Firmware. Lenguajes de programación utilizados. Modelos de software. Herramientas de desarrollo integrado. Programas de diseño y simulación electrónica. Descripción de placas de desarrollo para microcontroladores de gama baja, media y alta.

Unidad 03: Microcontroladores Cortex-M3/M4

Arquitecturas ARM. Breve historia de ARM. Características generales. Mercado actual de Microcontroladores ARM. Diferencias entre las variantes de ARM Cortex A, R y M. Introducción al Cortex-M3/M4. Arquitectura. Registros. La Unidad Aritmético Lógica (ALU). Buses. Modos de funcionamiento. Mapa de Memoria. Secuencia de Reset. Pipelining. Modos de operación. Excepciones y controlador de interrupciones. Características del Timer SysTick. Mapa de memoria. Arquitectura de buses. Pipeline. Set de instrucciones.

Unidad 04: Herramientas de desarrollo

Conceptos básicos sobre compilado en alto nivel. Compilador C. Pre-procesador. Librerías. El Linker. Elementos del lenguaje C. Estructura de un programa en C. Reglas de programación. Cross compilador C para microcontroladores. Particularidades. Entorno de desarrollo integrado. C Embebido. Técnicas de depurado (Debugging). Herramientas para programación / Debugging.

Unidad 05: Periféricos internos del Cortex-M3/M4

Conceptos básicos de GPIO. Configuración. Reloj. Fuentes y configuración del reloj, el concepto de PLL. Configuración del PLL. Interrupciones en Cortex-M. El NVIC. Configuración. Tabla de vectores. Manejo de interrupciones. Sincronización de E/S. Interrupciones de periféricos. Temporizadores y contadores, configuración y sus interrupciones. Temporizador SysTick. Modulación de ancho de pulso (PWM). Comunicación serie. Comunicación síncrona y asíncrona. Comunicación serie en el Cortex-M3. Las interfaces serie en la BaseBoard. Interface RS232, USB y UART 3.3V. Configuración. Interface a la PC usando terminal serie. Puertos serie virtuales. Uso y configuración de puertos virtuales. Interface SPI síncrono. Aplicaciones. Interface I2C. Características. Configuración. Dispositivos I2C.

Unidad 06: Interface con Dispositivos Externos.

Conexión de dispositivos externos con el microcontrolador. Características eléctricas de los puertos de microcontroladores. Interfaces con dispositivos de entrada. Conexión de Interruptores y pulsadores. Interface con teclados: independientes y matriciales. Adaptación de señales de entrada. Opto aislación. Interfaces con dispositivos de salida. Interface con LEDs. Uso de Displays. Conexión a Display 7 segmentos. Display 7 segmentos multiplexado. Display LCD inteligente. Displays gráficos. Interfaces de potencia. Interface con circuitos de corriente alterna. Interfaces con reles. Interface con otros periféricos externos.

Unidad 07: Desarrollo de Sistemas Embebidos

Técnicas de diseño programación de sistemas embebidos. Etapas de desarrollo de un proyecto. Programación Bare Metal. El patrón Súper Lazo. Programación mediante interrupciones (background / foreground). Modularización del software. Bibliotecas estáticas. Control de versiones y repositorios. Modelo de capas de abstracción de hardware (HAL). Librería CMSIS. Librería LPCOpen. Uso de modelos de software. Máquinas de estados finitos (FSM). Tablas y diagramas de estados. Implementación de FSM en C. Procesos. Threads. Procesos secuenciales. Procesos concurrentes. Diagrama de Estado (Statecharts). Herramientas para Modelado, Simulación y Validación de Modelos.

Unidad 08: Sistemas Operativos en Tiempo Real

Introducción a los Sistemas de Tiempo Real. Hard Real Time System. Soft Real Time System. Clasificación de Sistemas; reactivos y transformacionales. Procesamiento en tiempo real. Sistemas Operativos en Tiempo Real (RTOS). Componentes básicos de un RTOS. Multitarea cooperativa y preventiva. Caso de estudio: FreeRTOS. Aspectos generales. Tipos de tareas y sus implementaciones. Estados de las tareas. Sincronización entre tareas: uso de semáforos. Intercambio de datos entre tareas: uso de colas. Mecanismos de exclusión mutua en el acceso a recursos compartidos (Mutex). Problemas asociados: inversión de prioridades, deadlocks. Uso de interrupciones. Manejo dinámico de memoria.

Unidad 09: Otras plataformas de desarrollo

Breve descripción de plataformas actuales embebidas. Intel Galileo. Arduino. Plataformas compatibles con Arduino. ChipKit. STM32. STM32 Núcleo. Plataformas computacionales de alto desempeño: Raspberry Pi. Distintos modelos. Descripción y características. Software.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Laboratorio 01

Herramientas de Desarrollo.

Laboratorio 02

Programación en C Embebido. Capas de abstracción de hardware.

Laboratorio 03

Configuración y programación de los GPIO.

Laboratorio 04

Uso de Temporizadores e Interrupciones.

Laboratorio 05

Uso de Modelos de programación (FSM).

Laboratorio 06

Comunicación Serie Sincrónica y Asincrónica.

Laboratorio 07

Herramientas para versionado y repositorios.

Laboratorio 08

Sistemas Operativos en Tiempo Real.

Laboratorio 09

Introducción a la Plataforma Raspberry Pi.

VIII - Regimen de Aprobación

Para obtener la regularidad en la materia y rendir el examen final como alumno regular será necesario:

- Haber aprobado la totalidad de los exámenes parciales. Cada examen parcial posee dos recuperaciones.
- Haber aprobado el 100% de las Prácticas de Laboratorio.
- Se podrán recuperar solo el 30% de las prácticas de laboratorio, no aprobadas durante el cuatrimestre.

No se aceptan alumnos que no estén en condiciones regulares.

La materia no podrá rendirse en forma libre.

IX - Bibliografía Básica

- [1] The Definitive Guide to the ARM Cortex-M3 - Joseph Yiu, 2ª Edición, Newnes Elsevier Inc, 2010.
- [2] Cortex™-M3, Revision r2p0, Technical Reference Manual – ARM
- [3] ARM@v7-M Architecture, Reference Manual – ARM
- [4] UM10360 LPC176x/5x User Manual & LPC1769/68/67/66/65/64/63 Product data sheet – NXP
- [5] Galeano Gustavo, Programación de Sistemas Embebidos en C, México, Alfaomega Grupo Editor, 2009, 544p.
- [6] El Lenguaje Unificado de Modelado, G. Booch, J. Rumbaugh, I. Jacobson, 2ª Edición, Addison-Wesley, 2006

- [7] Barry R. Using the FreeRTOS Real Time Kernel. NXP LPC17xx Edition.
[8] Qing L, Yao C. Real-Time Concepts for Embedded Systems. CMP Books 2003.
[9] Study of an operating system: FreeRTOS - Nicolas Melot.

X - Bibliografía Complementaria

- [1] Ganssle Jack, The Firmware Handbook – EEUU, ELSEVIER, 2004, 365p.
[2] Zurawski Richard, Embedded Systems HandBook, Taylor & Francis Group, 2006, 1089p.
[3] Keith E. Curtis, Embedded multitasking with Small Microcontrollers, ELSEVIER, 2006, 417p.
[4] Ken Arnold, Embedded Controller Hardware Design, , LLH Technology Publishing, 2000, 244p.
[5] Tammy Noergaard, Embedded Systems Architecture A Comprehensive Guide for Engineers and Programmers, , ELSEVIER, 2005, 657p.

XI - Resumen de Objetivos

Estudiar la arquitectura y programación de microprocesadores y microcontroladores de 8, 16 y 32 bits actuales.
Utilizar herramientas de desarrollo para realizar la programación de una familia de microcontroladores.
Dotar al alumno de los conocimientos necesarios para desarrollar un sistema embebido.

XII - Resumen del Programa

Unidad 01: Tecnologías y Arquitecturas.
Unidad 02: Introducción a los Microcontroladores y Sistemas Embebidos.
Unidad 03: Microcontroladores Cortex-M3/M4.
Unidad 04: Herramientas de desarrollo.
Unidad 05: Periféricos internos del Cortex-M3/M4.
Unidad 06: Interface con Dispositivos Externos.
Unidad 07: Desarrollo de Sistemas Embebidos
Unidad 08: Sistemas Operativos en Tiempo Real.
Unidad 09: Otras plataformas de desarrollo.

XIII - Imprevistos

El presente programa puede estar sujeto a cambios dada la situación epidemiológica por COVID-19.

XIV - Otros