



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

**(Programa del año 2018)**

**I - Oferta Académica**

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
PROCESADORES II	ING.ELECT.O.S.D	010/05	2018	1° cuatrimestre
PROCESADORES II	ING.ELECT.O.S.D	13/08	2018	1° cuatrimestre

**II - Equipo Docente**

Docente	Función	Cargo	Dedicación
MURDOCCA, ROBERTO MARTIN	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
HERNANDEZ VELAZQUEZ, SERGIO FE	Responsable de Práctico	A.1ra Exc	40 Hs
MANKOC, LUCIANO GABRIEL	Auxiliar de Práctico	Des.Doc.Tr	5 Hs
RETA, FACUNDO ESTANISLAO	Auxiliar de Práctico	A.2da Simp	10 Hs
ANDRADA TIVANI, ASTRI EDITH	Auxiliar de Laboratorio	A.2da Simp	10 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	2 Hs	5 Hs

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

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
12/03/2018	22/06/2018	15	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 la arquitectura interna del microprocesador / microcontrolador y aprender a explotar su poder mediante la interfaz y la programación 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: el Microprocesador y el Microcontrolador. Clasificación por aplicación o propósito: GPP, Microcontrolador, DSP, ASIC, ASIP, GPU. Clasificación por arquitectura: RISC, CISC, Superescalar, VLIW, Reconfigurable, System on chip, Network on chip. Clasificación de Flynn: SISD, SIMD, MISD, MIMD. Clasificación por conjunto de instrucciones (ISA). Características de Microcontroladores actuales. Aplicaciones. Mercado actual. Sistemas Embebidos. Definición. Áreas de aplicación de los Sistemas Embebidos.

### **Unidad 02: Arquitecturas de Microcontroladores de 8 bits.**

Microcontroladores RISC de 8 bits. Microcontroladores PIC de Gama Alta. Características Generales de la Familia PIC18FXXX. La Unidad Aritmético y Lógica (ALU). El registro W. Ciclo de máquina y ejecución de instrucciones. El Contador de Programa (PC). Conexiones básicas del Microcontrolador. Estructura de la memoria. La memoria de programa. La pila (Stack). La memoria de datos. Los registro de funciones especiales (SFR). Registro STATUS. La EEPROM de datos. Puertos. Configuración de puertos. Características eléctricas. Los temporizadores y contadores. Módulo CCP: Modo captura, comparación y PWM. Comunicación serie: la USART. Interrupciones. Tipos de interrupciones. Conversores Analógico-Digital. Descripción de placa de desarrollo para microcontrolador de gama alta.

### **Unidad 03: Herramientas de Programación y 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. Control de periféricos e interrupciones en lenguaje C. Entorno de desarrollo integrado MPLABX. Técnicas de depurado (Debugging). Técnicas de diseño/programación de sistemas embebidos. Sistemas reactivos, interactivos y transformacionales. Programación mediante interrupciones (background / foreground). Máquinas de estados finitos (FSM). Tablas y diagramas de estados. Implementación de FSM en C. Herramientas de modelado para máquinas de estado. Herramientas para la gestión de versiones.

### **Unidad 04: Interface con Dispositivos Externos.**

Dispositivos de E/S. Conexión de dispositivos externos al puerto de un microcontrolador. Características eléctricas de los puertos de microcontroladores. 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. Interface con LEDs. Displays. Distintos tipos de display. Conexión a Display 7 segmentos. Conexión a 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 05: Arquitecturas de Microcontroladores de 32 bits.**

Arquitecturas ARM. Breve historia de ARM. Características generales. Mercado actual de Microcontroladores ARM. Características. Diferencias entre las variantes de Cortex-M. Introducción a ARM- Cortex-M3. 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. Breve introducción a la programación en Assembler de Cortex-M. Operaciones de desplazamiento y operaciones aritméticas, otras instrucciones útiles de procesamiento de datos. Modos de direccionamiento. Instrucciones de salto, saltos incondicionales y condicionales.

### **Unidad 06: Periféricos internos de Microcontroladores de 32 bits.**

Conceptos básicos de puertos de E/S e Interfaces. Reloj. Fuentes y configuración del reloj, el concepto de PLL. Configuración del PLL. Interrupciones en la arquitectura ARM 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).

### **Unidad 07: Programación y Modelado de Software.**

Programación en C para ARM. Entorno de desarrollo integrado (IDE). Programación eficiente en C. Control de periféricos e interrupciones en lenguaje C. Uso de modelos en la programación de microcontroladores. Máquina de Estado y Diagrama de Estado (Statecharts). Codificación en C de modelos. Herramientas para Modelado, Simulación y Validación de Modelos. Drivers y aplicaciones. Librerías de abstracción de Hardware. CMSIS. Otras librerías.

### **Unidad 08: La comunicación serie en los Microcontroladores**

Comunicación serie. Comunicación síncrona y asíncrona. La UART del Cortex-M3. Configuración. SPI síncrono. Interfaces. Aplicaciones. I2C. Interfaces. Configuración. Dispositivos I2C. Transmisión y recepción por interrupción.

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

### **PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

#### Laboratorio 01

Herramientas de Desarrollo para Microcontroladores de 8 bits.

#### Laboratorio 02

Introducción a la programación en C y uso de la placa de desarrollo.

#### Laboratorio 03

Manejo de periféricos en C con Microcontroladores PIC.

#### Laboratorio 04

Programación avanzada en C.

#### Laboratorio 05

Herramientas de para la gestión de versiones.

#### Laboratorio 06

Herramientas de Desarrollo para Arquitecturas ARM Cortex.

#### Laboratorio 07

Manejo de GPIO, Timer, UART e Interrupciones utilizando la biblioteca LPCOpen

## **VIII - Regimen de Aprobación**

La materia se aprueba con un examen final. Para rendir este examen, el alumno deberá obtener previamente la regularidad en la materia.

Para obtener la regularidad será necesario:

- Haber aprobado la totalidad de los exámenes parciales.
- Los exámenes parciales se consideran aprobados cuando se realiza correctamente al menos el 70% del mismo.
- Tener aprobados el 100% de los prácticos de laboratorio.
- Se podrán recuperar hasta tres prácticos de laboratorio.
- Asistir a las clases de prácticos de laboratorio con los conocimientos necesarios para realizar los mismos. Antes de ingresar a cada laboratorio se tomará un cuestionario. El alumno que no apruebe el cuestionario deberá recuperar ese laboratorio, perdiendo con esto una de las tres recuperaciones posibles
- No se aceptan alumnos que no estén en condiciones regulares.
- La materia no podrá rendirse en forma libre.

## **IX - Bibliografía Básica**

- [1] Saravia Andrés R. Bruno, Coria Ariel, Arquitectura y Programación de Microcontroladores PIC – Buenos Aires, MC Electronics, 2010, 312p.
- [2] Han-Way Huang, PIC Microcontroller: An Introduction to Software and Hardware Interfacing – Ed. Thomson, 2005, 816 p.
- [3] Valdez Fernando E., Areny Ramón P., Microcontroladores: Fundamentos y aplicaciones con PIC, España, Marcombo Ediciones Técnicas, 2007, 344 p.
- [4] M. Rafiqzaman, Ph.D., Microcontroller Theory and Applications with the PIC18F, Hamilton Printing, 2011, 498p.
- [5] Dogan Ibrahim, Advanced PIC Microcontroller Projects in C: From USB to RTOS with the PIC18F Series, ELSEVIER,

2008, 560p.

- [6] Galeano Gustavo, Programación de Sistemas Embebidos en C, México, Alfaomega Grupo Editor, 2009, 544p.
- [7] Breijo Eduardo García, Compilador C CCS y Simulador Proteus para Microcontroladores PIC, España, Alfaomega Grupo Editor, 2008, 260p.
- [8] Bates Martin, Interfacing PIC Microcontrollers: Embedded Design by Interactive Simulation, Gran Bretaña, Elsevier, 2006, 298p.
- [9] Tim Wilmshurst, Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers, Principles and Applications, , ELSEVIER, 2010, 651p.
- [10] The Definitive Guide to the ARM Cortex-M3 - Joseph Yiu, 2ª Edición, Newnes Elsevier Inc, 2010.
- [11] Cortex™-M3, Revision r2p0, Technical Reference Manual – ARM
- [12] ARM®v7-M Architecture, Reference Manual – ARM
- [13] UM10360 LPC176x/5x User Manual & LPC1769/68/67/66/65/64/63 Product data sheet – NXP
- [14] Reference Guide & User Guide of visualState – IAR
- [15] El Lenguaje Unificado de Modelado, G. Booch, J. Rumbaugh, I. Jacobson, 2ª Edición, Addison-Wesley, 2006
- [16] Intel Galileo Board User Guide – March 2014.
- [17] Intel Galileo Getting Started Guide – 16 October 2013.
- [18] Getting Started with Intel Galileo- Matt Richardson Maker Media, Inc. - 2014 - 194p.

## X - Bibliografía Complementaria

- [1] Ganssle Jack, The Firmware Handbook – EEUU, ELSEVIER, 2004, 365p.
- [2] Di Jasio Lucio, Wilmshurst Tim, Ibrahim Dogan, Morton John, Bates Martin, Smith Jack, Smith D.W., and Hellebuyck Chuck, PIC Microcontrollers: Know It All, EEUU, ELSEVIER, 2008, 928p.
- [3] Zurawski Richard, Embedded Systems HandBook, Taylor & Francis Group, 2006, 1089p.
- [4] Katzen Sid, The Essential PIC18 Microcontroller, Springer, 2010, 612p.
- [5] Timothy D. Green, Embedded Systems Programing with the PIC16F877, 2da Edicion, 2008, 196p.
- [6] RobertT B. Reese, Microprocessors: From Assembly Language to C Using the PIC18Fxx2, Da Vinci Engineering Press, 2005, 687p.
- [7] Keith E. Curtis, Embedded multitasking with Small Microcontrollers, ELSEVIER, 2006, 417p.
- [8] Ken Arnold, Embedded Controller Hardware Design, , LLH Technology Publishing, 2000, 244p.
- [9] 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

Tecnologías y Arquitecturas de sistemas digitales. Descripción general de un microcontrolador de 8 bits, aplicaciones, arquitectura y elementos que lo componen. Herramientas de desarrollo para microcontroladores. Interface con dispositivos externos. Arquitecturas de Microcontroladores de 32 bits, características, puertos de E/S, memoria y periféricos internos. Programación en lenguaje de alto nivel.Herramientas de modelado de software. La comunicación serie en los Microcontroladores.

## XIII - Imprevistos

Cambio tecnológico: actualización por parte de fabricantes de microcontroladores.  
Incompatibilidades y bugs de nuevas versiones de software.  
Disponibilidad en el mercado local de partes y componentes necesarios para las prácticas.

## XIV - Otros