



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales  
 Departamento: Física  
 Area: Area V: Electronica y Microprocesadores

(Programa del año 2015)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 10/04/2015 10:03:24)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
PROCESADORES II	ING.ELECT.O.S.D	13/08	2015	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
ANDRADA TIVANI, ASTRI EDITH	Auxiliar de Práctico	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
16/03/2015	26/06/2015	15	75

### IV - Fundamentación

En la industria, automóvil, comunicaciones, 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. Conocer estas tecnologías como así también su programación y herramientas de desarrollo es importante para el diseño, implementación y mantenimiento de estos equipos electrónicos.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Estudiar la arquitectura y programación de microprocesadores y microcontroladores actuales.  
 Estudiar una familia de microcontroladores y utilizar herramientas de desarrollo para realizar la programación de los mismos en lenguajes de alto y bajo 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 fija o 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 poder de cálculo. Clasificación por conjunto de instrucciones (ISA). Microcontroladores. Características generales. Módulos internos. Aplicaciones. Sistemas Embebidos. Definición. Áreas de aplicación de sistemas embebidos. Disponibilidad actual de Microcontroladores. Criterios para la elección de un Microcontrolador.

### **Unidad 02: Microcontroladores.**

Características Generales. Arquitectura Harvard. RISC. Pipeline. Arquitectura interna. La Unidad Aritmético y Lógica (ALU) y el registro W. Ciclo de máquina y ejecución de instrucciones. El Contador de Programa (PC). Segmentado (pipeline) en la ejecución de instrucciones. Osciladores. Reset. Conexiones básicas del Microcontrolador. Alimentación. Familias de microcontroladores PIC: gama baja, media y alta. Arquitectura general de la gama alta. Características. Capacidades de cómputo. Multiplicador HW. Descripción del PIC18F4620. Uso de entrenador con PIC18F4620.

### **Unidad 03: Organización de la Memoria.**

La memoria en los microcontroladores. Conceptos básicos. Organización lógica de la memoria. Tipos de memoria: RAM, ROM, EPROM y OTP, EEPROM y FLASH. La memoria en los microcontroladores PIC de gama media. La memoria de programa. El contador de programa (PC). La pila (Stack). La memoria de datos. Mapa de memoria y bancos en la memoria de datos. Los registro de funciones especiales (SFR). Registro STATUS. Registro OPTION. La memoria EEPROM de datos.

### **Unidad 04: Programación en lenguaje ensamblador.**

Código máquina y lenguaje ensamblador. Estructura de las instrucciones. Modos de direccionar los datos. Ortogonalidad. Repertorio de instrucciones de los PIC de gama media. Instrucciones de transferencia de datos. Instrucciones aritméticas y lógicas. Instrucciones de transferencia de control. Instrucciones de salto condicional. Instrucciones que operan con bits. Otras instrucciones. Directivas del lenguaje ensamblador. Subrutinas. Manejo de tablas en memoria de programa. Implementación de estructuras de programación en lenguaje ensamblador. Herramientas de desarrollo. Entorno de desarrollo integrado MPLAB IDE. Simuladores. Emuladores. Programadores. Programación ICSP.

### **Unidad 05: Periféricos Internos del Microcontrolador.**

Métodos de transferencia de datos: E/S simple y E/S controlada. Estructura de los puertos de los microcontroladores PIC. Registros de configuración de puertos. Características eléctricas. Puerto paralelo esclavo (PSP). Descripción del PIC16F87X. Los temporizadores. Temporizadores en los microcontroladores PIC. El módulo Timer 0. Modos de funcionamiento y programación. El Módulo Timer1. El módulo Timer 2. Módulo CCP: Modo captura, comparación y PWM. Comparadores analógicos. Conversores Analógico-Digital. Comunicación serie: la USART. Interrupciones. Solicitud de interrupción. Atención a las solicitudes de interrupción. Las interrupciones en los microcontroladores PIC. Interrupciones fijas y vectorizadas. Tipos de interrupciones. Generación de interrupción desde los puertos. Perro guardián (WDT).

### **Unidad 06: Interface con Periféricos Externos. – Interfaz Humana HMI**

Conexión y tratamiento a periféricos de E/S. Interfaces con LEDs. Conexión de Interruptores y pulsadores. Rebote de contactos. Tratamiento por software. Interface con teclados matriciales. Adaptación de señales de entrada. Conexión a Display 7 segmentos. Conexión a Display multiplexado. LCD inteligente. Circuitos opto aislados. Interface con circuitos de corriente alterna. Interfaces con reles. Interface con memorias externas. Otros periféricos externos.

### **Unidad 07: Programación en lenguaje de alto nivel.**

Conceptos básicos sobre compilado en alto nivel. Compilador C. Pre-procesador. Librerías. Lenguaje C. Elementos del lenguaje C. Estructura de un programa en C. Cross compilador C para microcontroladores PIC. Control de periféricos e interrupciones en lenguaje C. Bibliotecas de funciones. Interface de usuario básica: teclados, displays de 7 segmentos, display LCD alfanumérico. Librerías para periféricos.

Técnicas de programación de sistemas embebidos. Sistemas reactivos, interactivos y transformacionales. Máquinas de estados finitos (FSM). Máquinas de Mealey y Máquinas de Moore. Tablas y diagramas de estados. Tabla de transiciones. Tablas de entradas y salidas. Implementación de máquinas de estado en lenguaje C. Herramientas de modelado para máquinas de estado. Semáforos. Partición. Encapsulación. Etapas de desarrollo de proyecto: especificaciones, diseño hardware/software, implementación, verificación, documentación.

Planificador de tareas (Task Scheduler). Planificador Equitativo, cooperativo y preventivo. Sistemas operativos en tiempo real (RTOS). RTOS para Microcontroladores PIC. Aplicaciones.

### **Unidad 08: Introducción a la arquitectura ARM**

El procesador ARM Cortex-M3, Set de instrucciones, Thumb-2 Instruction Set Architecture (ISA), Aplicaciones del procesador Cortex-M3. Fundamentos. Registros. Modos de operación. Mapa de memoria. Bus Interface. Set de instrucciones. Interrupciones y excepciones. MCU NXP LPC1769.

#### **Unidad 09: Programación y Herramientas de Modelado de Software.**

Programación en C para Embebidos & CMSIS. Uso de modelos en la programación de microcontroladores. Evolución de la Máquina de Estado al Diagrama de Estado. Codificación en C de modelos. Herramientas de edición, verificación y validación de modelos. Ejercitación con modelos: salidas, entradas, temporización, drivers y aplicaciones.

#### **Unidad 10: CMSIS y entorno de desarrollo integrado**

Introducción a la CMSIS. Reglas de codificación y convenciones. Manejo de herramientas de programación: generación y tratamiento del proyecto, debugging. Gestión de entradas y salidas y soporte a interfaces de comunicación en CMSIS. Ejemplos de aplicaciones típicas.

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

### **PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

#### Laboratorio 01

Programación en Ensamblador.

#### Laboratorio 02

Utilización de temporizadores e interrupciones en ensamblador.

#### Laboratorio 03

Introducción a la programación embebida en C.

#### Laboratorio 04

Paca desarrollo - Control de perifericos en C.

#### Laboratorio 05

Programación avanzada de sistemas embebidos. Uso de MEF.

#### Laboratorio 06

Uso de sistema operativo en tiempo real: RTOS

#### Laboratorio 07

Introducción a la Herramienta LPCxpresso.

#### Laboratorio 08

Manejo de Salidas con LCPxpresso

#### Laboratorio 09

Manejo de entradas y Salidas con LCPxpresso

#### Laboratorio 10

Manejo de Timer – Systick. Comunicación utilizando con LCPxpresso

### **PRÁCTICAS DE RESOLUCION DE PROBLEMAS**

Guía 01 - Tecnologías y Arquitecturas.

Guía 02 - Microcontroladores.

Guía 03 - Programación en Ensamblador.

Guía 04 - Periféricos del Microcontrolador I.  
Guía 05 - Interfaces de Entrada / Salida.  
Guía 06 - Periféricos del Microcontrolador II.  
Guía 07 - Programación embebida en C.  
Guía 08 - Microcontroladores Avanzados. Arquitecturas ARM.  
Guía 09 - Programación Avanzada de Microcontroladores.  
Guía 10 - Trabajo de investigación.

## VIII - Regimen de Aprobación

### A) Promoción y Examen Libre

Esta materia no se aprueba por régimen de promoción.

Esta materia no se puede rendir en la modalidad de examen alumno libre (examen libre).

### B) Regularización

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. La cantidad de laboratorio es 10 y habrá un total de 3 recuperaciones. Antes de ingresar a cada laboratorio se tomará un cuestionario con tres preguntas de tipo múltiple opción. Para aprobar el cuestionario se requieren dos preguntas correctas como mínimo. El alumno que no apruebe el cuestionario deberá recuperar ese laboratorio, perdiendo con esto una de las tres recuperaciones posibles.

- Parciales: Durante el cuatrimestre se tomarán dos parciales. Los parciales incluirán temas teóricos y temas desarrollados en las guías de problemas. Cada parcial tiene dos recuperaciones. La aprobación de los parciales se obtiene con una nota igual o superior a 7 (siete).

Se debe rendir un examen final para aprobar la materia. Este examen puede ser oral o escrito.

## IX - Bibliografía Básica

- [1] Valdez Fernando E., Areny Ramón P., Microcontroladores: Fundamentos y aplicaciones con PIC, España, Marcombo Ediciones Técnicas, 2007, 344 p.
- [2] M. Rafiqzaman, Ph.D., Microcontroller Theory and Applications with the PIC18F, Hamilton Printing, 2011, 498p.
- [3] Dogan Ibrahim, Advanced PIC Microcontroller Projects in C: From USB to RTOS with the PIC18F Series, ELSEVIER, 2008, 560p.
- [4] Galeano Gustavo, Programación de Sistemas Embebidos en C, México, Alfaomega Grupo Editor, 2009, 544p.
- [5] Breijo Eduardo García, Compilador C CCS y Simulador Proteus para Microcontroladores PIC, España, Alfaomega Grupo Editor, 2008, 260p.
- [6] Bates Martin, Interfacing PIC Microcontrollers: Embedded Design by Interactive Simulation, Gran Bretaña, Elsevier, 2006, 298p.
- [7] Saravia Andrés R. Bruno, Coria Ariel, Arquitectura y Programación de Microcontroladores PIC – Buenos Aires, MC Electronics, 2010, 312p.
- [8] Keith E. Curtis, Embedded multitasking with Small Microcontrollers, , ELSEVIER, 2006, 417p.
- [9] Ken Arnold, Embedded Controller Hardware Design, , LLH Technology Publishing, 2000, 244p.
- [10] Tammy Noergaard, Embedded Systems Architecture A Comprehensive Guide for Engineers and Programmers, , ELSEVIER, 2005, 657p.
- [11] Tim Wilmshurst, Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers, Principles and Applications, , ELSEVIER, 2010, 651p.
- [12] The Definitive Guide to the ARM Cortex-M3 - Joseph Yiu, 2ª Edición, Newnes Elsevier Inc, 2010.
- [13] Cortex™-M3, Revision r2p0, Technical Reference Manual – ARM
- [14] ARM®v7-M Architecture, Reference Manual – ARM
- [15] UM10360 LPC176x/5x User Manual & LPC1769/68/67/66/65/64/63 Product data sheet – NXP
- [16] Reference Guide & User Guide of visualState – IAR

## 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.

## XI - Resumen de Objetivos

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

## XII - Resumen del Programa

Unidad 01. - Tecnologías y Arquitecturas.  
Unidad 02. - Microcontroladores.  
Unidad 03. - Organización de la Memoria.  
Unidad 04. - Programación en lenguaje ensamblador.  
Unidad 05. - Periféricos Internos del Microcontrolador.  
Unidad 06. - Interface con periféricos externos.  
Unidad 07. - Programación en lenguaje de alto nivel.  
Unidad 08. – Introducción a la Arquitectura ARM.  
Unidad 09. - Programación y Herramientas de Modelado de Software.  
Unidad 10. – CMSIS y entorno de desarrollo integrado.

## 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

<b>ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA</b>	
	<b>Profesor Responsable</b>
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	