



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 2014)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 13/11/2014 10:00:18)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
PROCESADORES II	ING.ELECT.O.S.D	010/05	2014	1° cuatrimestre
PROCESADORES II	ING.ELECT.O.S.D	3/03	2014	1° cuatrimestre
PROCESADORES II	PROF.TECN.ELECT	005/09	2014	1° cuatrimestre
PROCESADORES II	TEC.UNIV.ELECT.	15/13-CD	2014	1° cuatrimestre
PROCESADORES II	ING.ELECT.O.S.D	13/08	2014	1° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
MURDOCCA, ROBERTO MARTIN	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
BRAUER, GUSTAVO GABRIEL	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	3 Hs	5 Hs

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

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
12/03/2014	19/06/2014	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.  
 Presentar los conceptos generales que permitan obtener un criterio de selección, que optimice las prestaciones para una aplicación determinada.  
 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.

### **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.**

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.

### **Unidad 08: Microcontroladores de Gama Alta.**

Arquitectura general de la gama alta. Características. Capacidades de cómputo. Memoria de programa. Memoria de datos. La pila. Reloj. Módulos hardware. Multiplicador HW. Periféricos Especiales. Conjunto de instrucciones. Interrupciones. Programación en alto nivel. Otros Periféricos de la gama alta: modulo USB, modulo Ethernet, otros módulos. Aplicaciones. Descripción del PIC18F4620. Uso de entrenador con PIC18F4620.

### **Unidad 09: Programación Avanzada en lenguaje de alto nivel.**

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 10: Arquitecturas Avanzadas**

Microcontroladores PIC de 16 bits. Familia PIC24. Arquitectura. Aplicaciones. Microcontroladores DsPIC. Microcontroladores PIC de 32 bits. Arquitecturas. Características generales. Aplicaciones. Arquitecturas ARM. Características generales. Descripción de arquitecturas ARM Cortex. Placas comerciales con arquitecturas ARM. Herramientas de desarrollo.

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

### **PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

#### Laboratorio 01

Herramientas de Desarrollo para Microcontroladores.

#### Laboratorio 02

Introducción a la programación en Ensamblador.

#### Laboratorio 03

Programación en Ensamblador.

#### Laboratorio 04

Control de dispositivos externos e interfaces.

#### Laboratorio 05

Introducción a la programación embebida en C.

#### Laboratorio 06

Manejo de periféricos e interrupciones en C.

#### Laboratorio 07

Programación avanzada de sistemas embebidos.

#### Laboratorio 08

Uso de sistema operativo en tiempo real: RTOS.

#### Laboratorio 09

Desarrollo de sistemas embebidos: aplicación práctica.

Laboratorio 10  
Arquitecturas avanzadas

## PRÁCTICAS DE RESOLUCION DE PROBLEMAS

Guía 01 - Introducción a los Microcontroladores.  
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 - Introducción a la programación en C.  
Guía 08 - Microcontroladores de Gama Alta.  
Guía 09 - Programación Avanzada de Microcontroladores en C.  
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 una única recuperación. La aprobación de los parciales se obtiene con una nota igual o superior a 7 (siete). Se puede recuperar solo un parcial en forma extraordinaria.

El examen final será escrito y se aprobará con una calificación mínima de 7 (siete).

## IX - Bibliografía Básica

[1] Valdez Fernando E., Areny Ramón P., Microcontroladores: Fundamentos y aplicaciones con PIC, España, Marcombo Ediciones Técnicas, 2007, 344 p.

[2] Galeano Gustavo, Programación de Sistemas Embebidos en C, México, Alfaomega Grupo Editor, 2009, 544p.

[3] Breijo Eduardo García, Compilador C CCS y Simulador Proteus para Microcontroladores PIC, España, Alfaomega Grupo Editor, 2008, 260p.

[4] Saravia Andrés R. Bruno, Coria Ariel, Arquitectura y Programación de Microcontroladores PIC – Buenos Aires, MC Electronics, 2010, 312p.

## X - Bibliografía Complementaria

[1] O'Reilly Media - Making Embedded Systems - Design Patterns for Great Software, 2011, 328p.

[2] Edward Ashford Lee & Sanjit Arunkumar Seshia - Introduction to Embedded Systems - Lulu.com 2012, 501p.

## **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. - Microcontroladores de Gama Alta.  
Unidad 09. - Programación avanzada en lenguaje de alto nivel.  
Unidad 10. - Arquitecturas avanzadas.

## **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:	