

---

---

# TRAYECTO SISTEMÁTICO

## DISEÑO DE SISTEMAS EMBEBIDOS

---

LENGUAJE C, MICROCONTROLADORES, FPGA, RTOS, APLICACIONES

*Laboratorio de Diseño Digital e Informática Industrial*  
*Departamento de Sistemas e Informática*



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

---

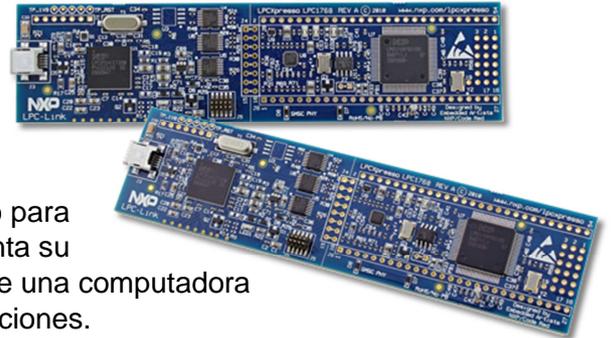
2013

---

## FUNDAMENTACIÓN

El desarrollo electrónico hizo posible que existan innumerables dispositivos electrónicos para diferentes funciones, yendo desde teléfonos celulares inteligentes hasta sofisticados sistemas de control. Estos equipos, dedicados a procesar datos, se denominan “Sistemas Embebidos” y están diseñados para satisfacer una función específica y por lo general se encuentran acompañados de partes mecánicas o electromecánicas formando parte de un sistema completo.

La información puede ser procesada por un microcontrolador, un microprocesador, una FPGA o un ASIC. Esto hace que su diseño esté optimizado para la función que desempeña, lo que aumenta su confiabilidad y su vida útil. A diferencia de una computadora que está concebida para múltiples aplicaciones.



La sólida base teórica ofrecida permite comprender el funcionamiento de estas nuevas tecnologías, acompañado de una fuerte dedicación del tiempo a implementaciones prácticas, donde se utilizan herramientas de desarrollos de última generación, cuyas marcas están ampliamente difundidas en el mercado electrónico (ARM, NXP, Microchip, Xilinx).



## OBJETIVOS

El desarrollo de sistemas embebidos requiere de un amplio conocimiento en las tecnologías disponibles en la actualidad, así como también criterios de diseño que permitan abordar la solución en tiempos acordes a los ciclos del mercado actual, manteniendo una alta calidad y prestación demandada por los usuarios actuales.

El objetivo de este curso, es por lo tanto, formar al alumno en las tareas de diseñar, y mantener sistemas embebidos. Se aprenderá en detalle sobre los componentes que conforman un sistema embebido, su selección, configuración y programación a través de las herramientas específicas que se verán dentro del dictado.



## DESTINATARIOS

Está dirigido a un amplio espectro de profesionales, graduados universitarios, técnicos, egresados de carreras terciarias, afines a la electrónica y la programación.

## PERFIL DE EGRESADO

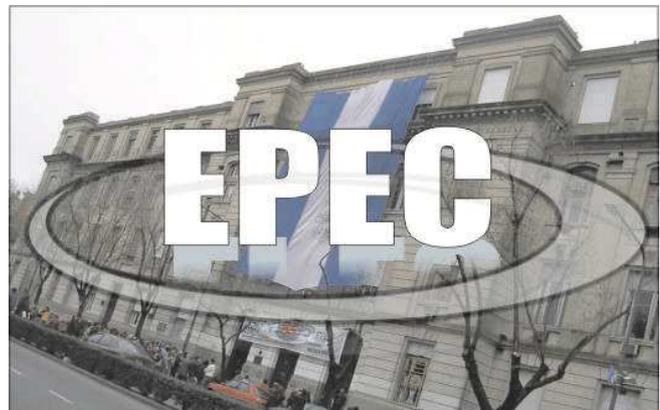
El egresado tendrá la capacidad de identificar nuevas necesidades de desarrollo, así como también, el mejoramiento de sistemas embebidos. Seleccionará la tecnología más conveniente y aplicará criterios de diseño electrónico para abordar la solución, logrando resultados de muy alto nivel tecnológico.

Los criterios de diseño electrónico abarcan desde la elección de los componentes más convenientes, hasta las herramientas de software que permiten desarrollar los programas que se ejecutan en el sistema embebido, pasando por herramientas de descripción de hardware de bajo y alto nivel.

Además, el alumno incorporará conocimientos y competencias que le permitirán llevar adelante la solución en el marco de un emprendimiento propio, potenciando así el desarrollo de futuras nuevas empresas en la región.

## ACREDITACIÓN

Se otorgará el certificado de “Diseño de Sistemas Embebidos”. Para los graduados de cualquier ingeniería, el curso tiene el rango de Trayecto curricular Sistemático de Posgrado, certificado por la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario.



---

## ASIGNATURAS

---

- ✚ Programación de Microcontroladores en lenguaje C (40 horas)
  
- ✚ Síntesis de Sistemas Digitales en FPGA (40 horas)
  
- ✚ Sistemas Operativos de Tiempo Real sobre Microcontroladores de 32 bits (40 horas)
  
- ✚ Trabajo Final (para graduados universitarios) (40 horas)

# PROGRAMACIÓN DE MICROCONTROLADORES EN LENGUAJE C

Introducción al lenguaje de alto nivel.

Concepto de un ambiente embebido y uso del lenguaje C.

Compilador, ensamblador y linker.

Programación estructurada, identificadores y palabras claves.

Tipos de datos, declaración de variables, constantes y visibilidad.

Arreglos y estructuras de datos.

Operadores aritméticos, bit a bit, relacionales y de asignación.



Sentencias de control if-else, switch-case, for, while, do-while.

Funciones. Definiciones, prototipos, argumentos, variables locales.

Punteros. Concepto y declaración. Punteros a estructuras. Punteros a funciones. Diferentes tipos de punteros según la arquitectura.

Ambiente de desarrollo integrado (IDE).

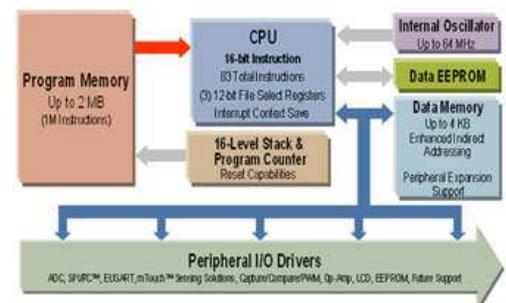
Archivos .c y .h. Simulación y debug.

Manejo de periféricos del microcontrolador.

Puertos de E/S, timers.

Concepto de interrupción, manejo y criterios de diseño.

```
#include<stdio.h>
void main()
{
    int opcion;
    printf("1. Capital de Argentina\n");
    printf("2. Capital de España\n");
    printf("3. 10000+58000 = ?\n");
    printf("4. Capital de Uruguay\n");
    scanf("%i", &opcion);
    switch(opcion)
    {
        case 1:
            printf("\n\nBuenos Aires");
            break;
        case 2:
            printf("\n\nMadrid");
            break;
        case 3:
            printf("\n\n68000");
            break;
        case 4:
            printf("\n\nMontevideo");
            break;
        default:
            printf("\n\nOpcion erronea. Intenta de nuevo.");
    }
}
```



Comunicación serie I2C y UART. Manejo de display LCD de caracteres.

# SÍNTESIS DE SISTEMAS DIGITALES EN FPGA

Dispositivos reconfigurables: Evolución de los circuitos integrados.

Arquitectura de las familias Spartan3 (Xilinx).

Herramienta CAD para diseño digital. Herramienta ISE (Xilinx).

Características generales y flujo de diseño. Placas de desarrollo.

Descripción de sus componentes. Síntesis del diseño en los dispositivos FPGA.

Lenguaje de descripción de hardware VHDL: Características generales.

Estilos de descripción. Tipos de datos. Bibliotecas y paquetes.

```

83
84 reading_x: process(clock)
85 file input_file_x : TEXT is IN "input_file_x_integer.txt";
86 variable in_line_x: line;
87 variable good: boolean;
88 --variable x_tmp: std_logic_vector(7 downto 0);
89 variable x_tmp: integer;
90
91 begin
92 if (clock'event and clock = '1') then
93   readline(input_file_x, in_line_x);
94   read(in_line_x, x_tmp, good);
95   x <= CONV_STD_LOGIC_VECTOR(x_tmp, 8);
96 end if;
97 end process;
98
99 recording_y: process(clock)
100 file log_file_y : TEXT is OUT "log_file_y.txt";
101 variable out_line_y: line;
102
103 begin
104 if (clock'event and clock = '1') then
105   --write (out_line_y, bit_vector'(To bitvector(y)));--binary
106   write (out_line_y, integer'(CONV_INTEGER(y)));--decimal
107   writeline(log_file_y, out_line_y);
108 end if;
109 end process;

```

Desarrollo (IDE).

Conceptos básicos de DSP basado en FPGA. Ambiente de desarrollo System Generator/Simulink

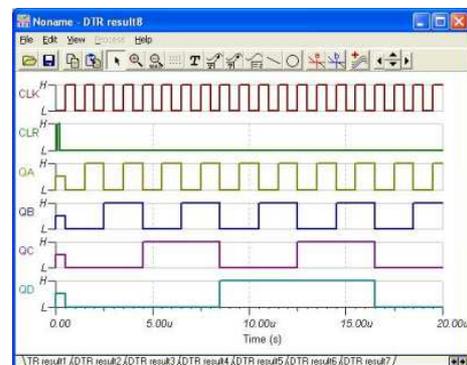


Descripción de circuitos combinacionales. Descripción de circuitos secuenciales. Máquina de Estado Finito.

Componentes Virtuales: Cores IP.

Procesadores embebidos. Arquitectura y programación del procesador PicoBlaze.

Ambiente Integrado de



# SISTEMAS OPERATIVOS DE TIEMPO REAL (RTOS)

## SOBRE MICROCONTROLADORES DE 32 BITS

Teoría de sistemas de tiempo real.

Componentes básicos de un RTOS. Uso y elección de un RTOS.

Modo cooperativo y modo preemptivo.

FreeRTOS.

Tareas, prioridades y asignación de memoria.

Sincronización. Uso de semáforos y colas de mensajes.

Desarrollo de drivers.

Aplicaciones.

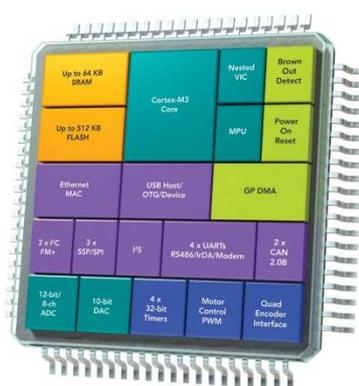
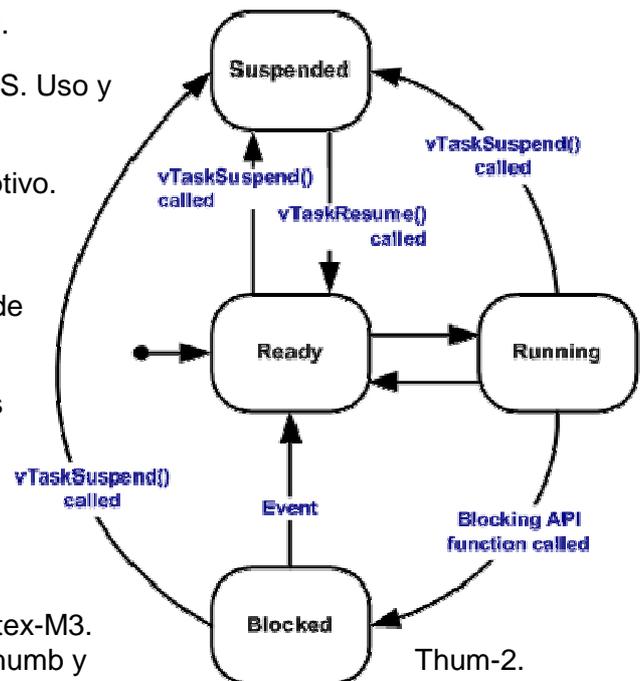
Introducción a la familia ARM Cortex-M3. Arquitectura y registros. Modos Thumb y

Modelo de programación. Mapa de memoria. Modos de privilegio y stacks.

Interfaz estándar de programación CMSIS.

Excepciones e interrupciones y controlador de interrupciones NVIC.

Protección de memoria. Respuesta a las excepciones e interrupciones, prevaciado (pre-emption).



Implementación de diferentes fabricantes. Mapas de memoria y periféricos. Acelerador de Flash.

Periféricos y acceso directo a memoria.

# INFORMACIÓN GENERAL

## REQUISITOS DE INGRESO

### *GRADUADOS DE CARRERAS UNIVERSITARIAS:*

- Currículum Vitae completo
- Solicitud de inscripción consignando datos personales
- Fotocopia legalizada de título universitario y certificado analítico

### *TÉCNICOS E INTERESADOS EN GENERAL:*

- Currículum Vitae completo
- Solicitud de inscripción consignando datos personales
- Fotocopia legalizada de título secundario y certificado analítico

## RÉGIMEN DE CURSADO

6 horas semanales. Comienzo del primer curso: 12/04/13

## INFORMES E INSCRIPCIÓN

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería, y Agrimensura

Universidad Nacional de Rosario

Pellegrini 250 – Rosario – Santa Fe – Argentina

Tel/Fax: 54(0341)4802655

Contacto: [jisosa@fceia.unr.edu.ar](mailto:jisosa@fceia.unr.edu.ar)

Departamento de Sistemas e Informática