



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-2020-199519-UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Plataformas Configurables para Instrumentación Científica	<b>AÑO:</b> 2020
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

#### INTRODUCCIÓN

El desarrollo de equipamiento para investigación científica implica normalmente la aplicación concurrente de metodologías y técnicas provenientes de disciplinas diversas como mecánica, química y software, entre otras. Entre estas, la electrónica existe en diferente grado en prácticamente todos los entornos. En muchas ocasiones se requiere que el investigador solo configure módulos comerciales y los ponga a punto. Sin embargo, en otras ocasiones, es necesario el desarrollo de equipos con desempeños o arquitecturas específicas y que no se encuentran en el mercado (o resultan de un costo elevado).

En la última década se ha dado un vertiginoso avance en las tecnologías de circuitos configurables digitales y analógicos. En el área de los circuitos digitales configurables, este avance ha incluido tanto a los circuitos en sí mismos como a las herramientas asociadas de diseño, compilación de silicio y simulación, entre otras. El costo accesible de placas y entornos de desarrollo permite facilita disponer de un laboratorio de implementación de circuitos de alto desempeño al menos en fase prototipo.

Las herramientas de desarrollo en niveles de abstracción elevados permiten el diseño muchas veces viendo al dispositivo como transparente. Esto hace que se haga viable el acceso a estas tecnologías a personas provenientes de múltiples disciplinas. Se viabiliza la implementación de procesos digitales de diferentes tipos, desde comunicaciones de datos hasta proceso de señales provenientes de sensores.

Los circuitos analógicos configurables tienen un grado de desarrollo mucho menor comparados con sus contrapartes digitales. Sin embargo, el mercado dispone de chips que ofrecen algunas secciones analógicas configurables hasta otros que tienen núcleos de procesamiento, periféricos digitales de diferentes tipos y, adicionalmente, secciones analógicas configurables. Muchos de estos dispositivos son concebidos con la idea de tratar señales en el dominio analógico, descargando las tareas que normalmente debieran realizar extensas secciones digitales. Este trabajo como "coprocesadores analógicos" está ganando fuerza ya que se reducen los costos del hardware digital.

Los circuitos configurables, tanto analógicos como digitales, han cambiado el paradigma de implementación de sistemas de instrumentación científica, permitiendo alcanzar desempeños impensados con otras tecnologías de implementación. La propuesta del presente curso de especialidad se orienta a introducir estas nuevas tecnologías de implementación, con las que se pueden lograr sistemas de alto desempeño.

El presente curso introduce al estudiante en los conceptos de configurabilidad digital y analógica, llegando a un nivel básico de comprensión de los bloques internos de los dispositivos. Se hace énfasis en el desarrollo de circuitos y sistemas orientados al tratamiento de información, tanto en el dominio analógico como el digital. Asimismo, se brindará un panorama sobre herramientas relacionadas como una introducción a los lenguajes de descripción de hardware y técnicas de



EXP-2020-199519-UNC-ME#FAMAFA

FPGA/hardware in the loop.

## OBJETIVOS

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- Comprender adecuadamente el principio de funcionamiento de las arquitecturas digitales y analógicas configurables.
- Desarrollar competencias para el diseño de sistemas utilizando herramientas actuales con desde diferentes entradas de diseño.
- Implementar y evaluar experimentalmente diseños de complejidad baja-media en tecnologías analógicas y digitales, con énfasis en sistemas de instrumentación.

## CONTENIDO

### DISPOSITIVOS LÓGICOS CONFIGURABLES

Introducción. Vista general de un dispositivo FPGA (Field-Programmable Gate Array). El concepto de tabla de búsqueda (LUT). Módulos de memoria embebida. Otros elementos de las FPGAs. Presentación de las familias de componentes de Intel (Altera). Estudio de los recursos disponibles en cada dispositivo. Principio de operación. Herramientas de diseño de Intel (Altera): Introducción y conceptos generales. Pasos de diseño: entrada esquemática, verificación, compilación y simulación. Recorrido del flujo de diseño mediante ejemplos simples. Programación de FPGA.

### LENGUAJES DE DESCRIPCIÓN DE HARDWARE- DISEÑO RTL

Campos de aplicación de los lenguajes de descripción de hardware. Niveles de abstracción: Nivel comportamental, Nivel transferencia de registros y Nivel compuerta. Elementos estructurales del VHDL. Sentencias secuenciales. Sentencias concurrentes. Tipos de datos. Operadores. Conceptos generales sobre síntesis de circuitos digitales. El estilo de descripción RTL. Lógica combinacional. Lógica secuencial. Máquinas de estados finitos con VHDL. Pasos de diseño en la herramienta de Intel: entrada de diseño, verificación, compilación y simulación. Utilización de herramientas para diseños en niveles de abstracción mayores (VHDL coder). Técnicas de FPGA in the loop.

### CIRCUITOS ANALÓGICOS CONFIGURABLES.

Capacidades conmutadas. Principio de operación. Circuitos de ganancia, integradores, derivadores, filtros. Ejemplo de celda configurable de capacidades conmutadas. Concepto de configurabilidad analógica. El caso de tiempo continuo. Técnicas usuales. Técnicas de señal mixta. El caso de PSOC de Cypress. Herramientas de soporte. Estudio de casos.

### APLICACIONES A LA INSTRUMENTACIÓN CIENTÍFICA

Sistemas de instrumentación basados en dispositivos digitales configurables: lógica de propósitos generales, sistemas de temporización, proceso de señales en el dominio digital. Sistemas de instrumentación basados en dispositivos analógicos configurables: medición temperatura, presión, fuerza, filtrado analógico en tecnología de tiempo continuo y tiempo discreto.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Charles H. Roth, Jr. and Lizy Kurian John, Digital Systems Design Using VHDL®, Third Edition. Cengage Learning, 2018.
- Jivan S. Parab, Rajendra S. Gad, G.M. Naik. Hands-on Experience with Altera FPGA Development Boards. Springer, 2018.
- Doboli, E. Currie, Introduction to Mixed-Signal, Embedded Design. Springer, Estados Unidos, 2011.
- Hojas de datos de fabricantes: Intel/Altera, Cypress.



EXP-2020-199519-UNC-ME#FAMAF

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Arockia Bazil Raj. FPGA-Based Embedded System Developer's Guide. CRC Press, 2018.
- Pong P. Chu. Embedded SOPC design with NIOS II processor and VHDL examples. Wiley, 2011.
- Reza Langari, Alan S. Morris. Measurement and Instrumentation. Theory and Application. Elsevier, 2012.
- Artículos seleccionados de diversas fuentes.

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Se realizarán dos evaluaciones parciales con sus correspondientes recuperatorios También se evaluarán los informes de los trabajos de laboratorio realizados.

#### **REGULARIDAD**

Para regularizar la materia el estudiante deberá aprobar los parciales o sus correspondientes recuperatorios.

Deberá aprobar al menos el 60% de los trabajos de laboratorio realizados, siendo 5 (cinco) el número de trabajos de laboratorio.

### **CORRELATIVIDADES**

Para cursar:

Física General III (aprobada)

Para rendir:

Física General III (aprobada)