

## **CURSO DE POSGRADO**

### **ELECTRÓNICA PARA LABORATORIOS EXPERIMENTALES DE INVESTIGACIÓN**

#### **INTRODUCCIÓN**

Los avances científicos en las ciencias experimentales se encuentran fuertemente influenciados (y en muchos casos restringidos) a las posibilidades de acceso por parte de los científicos a plataformas adecuadas de instrumentación. Si bien la instrumentación para laboratorios experimentales incluye disciplinas diversas como la mecánica y la química entre otras, la electrónica ocupa un papel cada vez más preponderante.

Las modernas técnicas de instrumentación están basadas casi en su totalidad en principios de adquisición de señales, actuación sobre los sistemas físicos bajo estudio y procesamiento de las señales en cuestión. Este tipo de sistemas aplicados a la investigación científica pueden ser implementados recurriendo a subsistemas electrónicos ya diseñados, quedando como tarea para el investigador sólo la configuración del mismo. Esta es una tarea que en la mayoría de los casos no es muy desafiante y normalmente puede realizarse con la formación de base de las carreras de orientación científica de nuestra Universidad.

Sin embargo, y dada la necesidad de innovación requerida en la investigación científica, existen numerosas situaciones en las cuales los científicos deben desarrollar su propio sistema electrónico de instrumentación para la implementación de una determinada experiencia. Esto se debe a, simplemente, que la electrónica desarrollada con fines comerciales sólo cubre necesidades generales, casi nunca con las características tan específicas requeridas por la experimentación científica que debe generar nuevos resultados que permitan desplazar la frontera del conocimiento.

Se impone entonces como necesidad la formación del científico experimental en temas de electrónica, particularmente orientados a la instrumentación para laboratorios experimentales de investigación. Esta formación se encuentra normalmente más allá de la

formación de grado habitual de los estudiantes de carreras de ciencias, lo que justifica su propuesta como curso de posgrado.

La propuesta incluye temas relacionados al principio de funcionamiento, diseño, simulación e implementación de sistemas basados en componentes discretos, principalmente diodos, transistores bipolares y de efecto de campo tanto de juntura como de compuerta aislada. La inclusión de estos temas obedece al doble propósito de desarrollar habilidades para el desarrollo de algunos subsistemas de instrumentación de alta especificidad (no disponibles en versiones integradas) y a la necesidad de brindar un marco conceptual que permita la comprensión de los sistemas integrados, tanto digitales como analógicos.

Se propone también el estudio del principio de funcionamiento de bloques de construcción analógica de gran difusión y utilidad como los amplificadores, reguladores de tensión, osciladores sinusoidales y filtros de diferentes tipos, sus aplicaciones y configuraciones usuales. El alto desempeño que pueden alcanzar los sistemas de instrumentación que utilizan estos circuitos junto con la facilidad de implementación justifica la inclusión de los mismos en la propuesta.

Sin embargo, la mayoría de la instrumentación científica requiere tanto de subsistemas analógicos como digitales. Estos últimos están normalmente orientados a la generación de señales que permitan la automatización de las experiencias. Por este motivo se propone también en el curso un conjunto de temas seleccionados de electrónica digital, orientados a brindar las herramientas necesarias para el diseño de sistemas combinatoriales y secuenciales. Dos perspectivas diferentes sobre estos sistemas serán brindados en el curso: la interna, orientada a la comprensión del principio de funcionamiento de compuertas lógicas y registros (CMOS, TTL, etc) y la externa, que es la que describe sus características funcionales y permite el diseño e implementación.

Finalmente, se estudiarán en el curso los principios de funcionamiento y técnicas de implementación de circuitos de radiofrecuencia (RF), con énfasis en los bloques constructivos de mayor interés en la instrumentación científica. Debe destacarse que la inclusión de estos temas en el curso obedece a que los tipos de circuitos tratados en el curso son de gran aplicación a la instrumentación científica. Por caso merecen citarse la

instrumentación relacionada a las experiencias de Resonancia Magnética Nuclear o la medición de variables en forma remota a través de vínculos inalámbricos.

## **OBJETIVOS**

Se pretende con esta propuesta lograr que el estudiante de posgrado alcance los siguientes objetivos:

- Comprender adecuadamente el principio de funcionamiento de dispositivos semiconductores discretos (diodos y transistores)
- Desarrollar habilidades para el diseño e implementación de sistemas con estos componentes de interés en instrumentación científica.
- Comprender el funcionamiento de los bloques constructivos analógicos más usuales.
- Desarrollar sistemas en base a circuitos integrados lineales (con énfasis en los sistemas de instrumentación)
- Comprender los principios y estrategias básicas de diseño de circuitos digitales.
- Comprender el principio de funcionamiento de los circuitos de RF.
- Desarrollar habilidades para el diseño e implementación de bloques de construcción de sistemas de comunicaciones.

## **MODALIDAD**

### **Metodología**

Los temas de carácter teórico se desarrollarán mediante una exposición dialogada que incluye el tratamiento conceptual y la propuesta de casos de estudio de interés en instrumentación científica.

El curso incluye también un espacio para simulación circuital, principalmente utilizando el simulador SPICE, ampliamente aceptado en la comunidad científica e industrial. Al-

canzados los objetivos de diseño en el simulador, se procederá a la implementación real de los circuitos y a la corroboración experimental del desempeño.

Los estudiantes deberán desarrollar en carácter de trabajo especial un desarrollo completo de un instrumento, en lo posible pertinente a los grupos de investigación en los cuales desarrollan sus tesis.

Se propondrán también lecturas seleccionadas de trabajos científicos pertinentes al curso de posgrado, que los estudiantes deberán exponer en clases especiales.

### **Carga horaria**

Se propone una carga horaria de 120 horas a dictarse durante el primer cuatrimestre.

### **Mecanismos de evaluación**

La evaluación se realizará de manera continua y los estudiantes deberán reportar los resultados en un informe que incluirá el resumen de los conceptos teóricos empleados para la resolución de cada caso planteado y los resultados experimentales que demuestren el correcto funcionamiento de la solución propuesta. Los trabajos podrán ser elaborados en grupos de un máximo dos integrantes. La aprobación de estos trabajos determinará la regularización del curso. El examen final será integrador y consistirá en el tratamiento teórico y aspectos de implementación de un sistema electrónico de interés en instrumentación científica y la consecuente defensa de la alternativa escogida.

## **CONTENIDOS**

### ▪ ***UNIDAD 1: ELECTRÓNICA BÁSICA***

- Tema 1.1. Diodos semiconductores.
- Tema 1.2. Transistores bipolares y unipolares.
- Tema 1.3. Algunos circuitos importantes.

▪ ***UNIDAD 2: ELECTRÓNICA LINEAL O ANALÓGICA***

- Tema 2.1. Realimentación negativa (amplificadores realimentados).
- Tema 2.2. Fuentes reguladas (reguladores de tensión).
- Tema 2.3. Realimentación positiva (osciladores sinusoidales).
- Tema 2.4. Respuesta en frecuencia de los amplificadores.
- Tema 2.5. Filtros activos.

▪ ***UNIDAD 3: ELECTRÓNICA NO LINEAL O DIGITAL***

- Tema 3.1. Circuitos lógicos combinacionales y secuenciales.
- Tema 3.2. Familias lógicas y “Translators”.
- Tema 3.3. Circuitos multivibradores, temporizadores y conformadores de pulsos.

▪ ***UNIDAD 4: CIRCUITOS DE RADIOFRECUENCIA***

- Tema 4.1. Circuitos de adaptación de impedancias.
- Tema 4.2. Amplificadores de baja señal sintonizados de RF.
- Tema 4.3. Osciladores de RF.
- Tema 4.5. Equipos de comunicaciones: una visión en el nivel sistema.

**DOCENTES DEL CURSO**

Dr. Eduardo Romero (Grupo de Desarrollo Electrónico e Instrumental)

Dra. Gabriela Peretti (Grupo de Desarrollo Electrónico e Instrumental)

**BIBLIOGRAFÍA**

- R. B. Northrop, Introduction to Instrumentation and Measurements. CRC Press, 2005.
- N. Kularatna. Digital and Analogue Instrumentation: Testing and Measurement, IET Press, 2003.
- D. Terrell, OP AMPS: design, application & troubleshooting .—2nd ed. Butterworth-Heinemann, United States, 1996.

- Alexander y M. Sadiku, Fundamentals of electronic circuits, McGraw Hill, 2001.
- G. Rizzoni. Principles and Applications of Electrical Engineering. McGraw Hill, 2003.
- J. Wakerly, Digital design principles and practices. Prentice Hall, 1999
- K. Martin, D. Johns, Analog integrated circuit design, John Wiley & Sons, United States, 1997.
- J. Roggers and C. Plett, Radio Frequency Integrated Circuit Design, Artech House, 2003.
- Jeremy Everard, Fundamentals of RF Circuit Design with Low Noise Oscillators. John Wiley & Sons Ltd, 2001.
- D. Leenaert and J. Van Der Tang, Circuit Design for RF Transceivers. Kluwer Academic Publishers, 2001.