



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

CÓRDOBA, 19 FEB 2016

VISTO:

El Expte. de la Universidad Nacional de Córdoba N° 0035916/2015 por el cual el Dr. Benjamin T. REYES, solicita la aprobación de un Curso de Posgrado, como válido para la Carrera del Doctorado en CIENCIAS DE LA INGENIERÍA; y

CONSIDERANDO:

Que el disertante Dr. Benjamin T. REYES, cumple con los requisitos exigidos en el Reglamento de la Carrera del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería;

Que cuenta con el aval de la Comisión de Admisión y Tesis de la Carrera del Doctorado en CIENCIAS DE LA INGENIERÍA a fs. 34;

Que cuenta con el aval de la Escuela de Cuarto Nivel a fs. 34 vta. y de la Secretaría Académica Investigación y Posgrado Área Ingeniería a fs. 36;

La autorización conferida por el H. Consejo Directivo, Texto Ordenado Resolución N° 1099-T-2009;

EL DECANO DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

RESUELVE:

Art. 1º.- Autorizar el dictado del Curso de Posgrado titulado: "DISEÑO ANALÓGICO EN CIRCUITOS INTEGRADOS", de 60 (sesenta) horas de duración, a dictarse en los meses de Septiembre - Diciembre de 2015, con evaluación final y no se cobraran aranceles.

Art. 2º.- Designar como disertante a:

- Dr. Benjamin T. REYES.

Art. 3º.- Designar como Tribunal Examinador a:

- Dr. Benjamin T. REYES.
- Dr. Mario R. HUEDA.
- Dr. Damian A. MORERO.





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

Art. 4º).- Otorgar a este Curso validez para la Carrera del Doctorado en CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, asignándole un valor de 3 (tres) créditos.

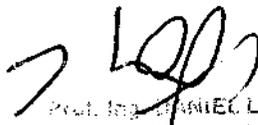
Art. 5º).- Aprobar los Programas Sintético y Analítico del Curso obrante en el ANEXO I de la presente Resolución.

Art. 6º).- Designar como Responsable Académico al Dr. Mario R. HUEDA.

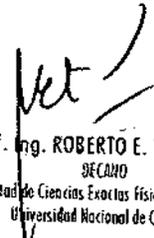
Art. 7º).- Deberá cumplimentarse lo establecido por la Ordenanza 4-HCS-95 y su modificatoria y la Resolución 307-HCD-96.

Art. 7º).- El Responsables Académicos elevarán dentro de los treinta días de finalizado el Curso, el Informe Académico correspondiente.

Art. 8º).- Dese al Registro de Resoluciones, comuníquese a la Escuela de Cuarto Nivel, al Área de Apoyo Administrativo a la Función Docente y gírense las presentes actuaciones a la Secretaría Académica de Investigación y Posgrado Área Ingeniería.

  
Juan Manuel LAGO  
SECRETARIO GENERAL  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Universidad Nacional de Córdoba



  
Prof. Ing. ROBERTO E. TERZARIOL  
DECANO  
Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales  
Universidad Nacional de Córdoba

RESOLUCION Nº 91

U.N.C. FACULTAD DE C.E.F.N.	REVISADO
	
	AREA OPERATIVA

**CURSO DE POSTGRADO****DISEÑO ANALÓGICO EN CIRCUITOS INTEGRADOS**

ANO: 2015	CUATRIMESTRE: Segundo
CARGA HORARIA: 72 horas	
CARRERA: Doctorado en Ciencias de la Ingeniería	
DOCENTE ENCARGADO: Dr. Ing. Benjamín T. Reyes	

**OBJETIVOS:**

El objetivo de este curso es brindar las herramientas teórico-prácticas básicas para el diseño de circuitos analógicos sobre circuitos integrados (*chips*). Las técnicas de diseño analizadas en el curso proveen una base para el desarrollo de bloques analógicos en procesos de fabricación metal-óxido semiconductor complementario.

**PROGRAMA:****Unidad I: Introducción al diseño en circuitos integrados analógicos. Transistor MOS y modelos circuitales**

Evolución de la tecnología de circuitos integrados. Introducción a la fabricación de circuitos integrados metal-óxido semiconductor complementario (CMOS). Física del transistor metal-óxido semiconductor (MOS). Transferencia I/V del MOS. Efectos de segundo orden. Modelo MOS: capacitores del dispositivo, modelo de pequeña señal, diseño físico del dispositivo. Modelo de canal largo vs canal corto.

**Unidad II: Amplificadores de una etapa**

Configuración fuente común (CS): carga resistiva, carga diodo, carga de fuente de corriente. Configuración seguidor de fuente. Configuración compuerta común. Etapa *Cascodo*.

**Unidad III: Espejos de corriente pasivos y activos.**

Espejo de corriente pasivo. Espejo de corriente cascodo. Espejo de corriente activo: análisis en gran señal y pequeña señal.

**Unidad IV: Amplificadores diferenciales**

Topologías. Respuesta en modo común. Par diferencial con carga resistiva y carga MOS.

**Unidad V: Respuesta en frecuencia de los amplificadores y análisis de ruido.**

Efecto Miller. Respuesta en frecuencia: etapa fuente común, seguidor de fuente y par diferencial. Características estadísticas del ruido. Tipos de ruido: térmico y flicker. Representación del ruido en circuitos. Análisis de ruido en topologías de etapa simple y diferencial. Ancho de banda de ruido.

**Unidad VI: Realimentación**

Consideraciones generales y propiedades de la realimentación. Tipos de amplificadores. Tipos de sensor y realimentación. Topologías de realimentación. Efectos de la realimentación.

**Unidad VII: Estabilidad y compensación en frecuencia**

Sistema de polos múltiples. Análisis de margen de fase. Compensación en frecuencia. Compensación de amplificador de dos etapas.



**Unidad VIII: Diseño de un amplificador operacional**

Consideraciones generales. Amplificadores de dos etapas. Consideraciones de diseño. Ejemplos de diseño. Comparación de topologías. Análisis y diseño de un amplificador operacional Miller. Linealidad, ancho de banda, *slew rate*, máxima excursión. Condiciones de simulación: variaciones de proceso, tensión y temperatura (PVT).

**Unidad IX: Sistemas analógico/digitales para comunicaciones**

Bloques analógicos en sistemas de comunicaciones. Especificaciones de procesamiento analógico en sistemas de comunicaciones digitales. Conversores analógico-digitales y digital-analógicos: topologías, aplicaciones en sistemas de comunicación.

**BIBLIOGRAFÍA:****Libro de referencia principal:**

B. Razavi, Design of Analog CMOS Integrated Circuits, McGraw-Hill, 2001.

**Libros recomendados:**

- D. A. Johns and K. Martin, Analog Integrated Circuit Design, Wiley, 1997.

- P. R. Gray and R. G. Meyer, Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, 4th Edition, 2001, Wiley.

**Curso de referencia:**

EE215A Analog Integrated Circuit Design - Prof. B. Razavi - UCLA



Handwritten signature and a checkmark.

**METODOLOGÍA:**

La metodología del curso incluye la exposición y desarrollo teórico de los temas por parte del docente. La exposición teórica se complementa con breves ejercicios en papel y finalmente se realizan los prácticos de laboratorio mediante simulación. La simulación y observación de las variables de diseño son fundamentales para la asimilación de los conceptos teóricos y requieren una dedicación especial por parte de los estudiantes.

**MODALIDAD DE EVALUACIÓN:**

Examen final teórico-práctico en modalidad escrita más coloquio oral.

**ACTIVIDADES DE LABORATORIO:**

Las actividades de laboratorio incluyen la realización de prácticos sobre las herramientas de diseño y simulación. El primer trabajo práctico incluye una introducción y familiarización con el *software* de diseño. La segunda etapa de trabajos prácticos incluye el desarrollo será dividido en tres entregas donde los estudiantes diseñaran y simularán etapas amplificadoras de diferentes topologías. Finalmente se introducirá al trabajo final que integra todos los conceptos desarrollados y formará parte de la evaluación del curso.

**DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA:**

El curso tiene una carga horaria total de 72 hs reloj de clases teóricas y prácticas junto al docente.

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICA	50
FORMACIÓN PRÁCTICA   Prácticos de diseño y simulación en laboratorio	22
CARGA HORARIA TOTAL	72

**ARANCELES:**

El curso no tendrá aranceles de ningún tipo para los participantes.



*[Handwritten signature]*

**CRONOGRAMA DE CLASES:**

CLASE	UNIDAD	TEMARIO	LAB	HORAS
1	I	Introducción a la fabricación CMOS. Diseño analógico en SoC. Física del MOS. Transferencia I/V del MOS. Efectos de segundo orden. Modelo MOS. Capacitores del dispositivo. Modelo de canal largo vs canal corto.		4,5
2	I	Lab.: Introducción a las herramientas de diseño. Curvas de transistor NMOS/PMOS.	TP1	4,5
3	II	Amplificadores de una sola etapa: Configuración fuente común (CS): carga resistiva, diodo y fuente de corriente.		4,5
4	II	Configuración seguidor de fuente. Configuración compuerta común. Etapa <i>Cascodo</i> .		4,5
5	III	Espejo de corriente básico. Espejo de corriente cascode. Espejo de corriente activo: análisis en gran señal y pequeña señal.		4,5
6	II,III	Lab.: Diseño de etapa amplificadora simple. Cargas pasivas/activas y polarización.	TP2	4,5
7	IV	Amplificadores diferenciales: Respuesta en modo común. Par diferencial con carga resistiva y carga MOS.		4,5
8	IV	Lab.: Diseño de etapa amplificadora diferencial. Cargas pasivas/activas y polarización.	TP3	4,5
9	V	Respuesta en frecuencia: etapa fuente común, seguidor de fuente y par diferencial. Efecto Miller.		4,5
10	V	Características estadísticas del ruido. Tipos de ruido: térmico y flicker. Representación del ruido en circuitos. Análisis de ruido en topologías de etapa simple y diferencial. Ancho de banda de ruido.		4,5
11	V	Lab.: Diseño y análisis de respuesta en frecuencia y ruido de etapa amplificadora simple y diferencial.	TP4	4,5
12	VI	Realimentación: concepto y propiedades. Tipos de amplificadores. Tipos de sensado y realimentación. Topologías de realimentación. Efectos de la realimentación.		4,5
13	VII	Estabilidad y compensación en frecuencia. Sistema de polos múltiples. Análisis de margen de fase. Compensación en frecuencia. Compensación de amplificador de dos etapas.		4,5
14	VIII	Amplificador operacional. Amplificadores de dos etapas. Análisis y diseño de un amplificador operacional Miller. Linealidad, ancho de banda, <i>slew rate</i> , máxima excursión. Condiciones de simulación: variaciones de proceso, tensión y temperatura (PVT).		4,5
15	IX	Bloques analógicos en sistemas de comunicaciones digitales. Especificaciones generales. Conversores analógico-digitales y digital-analógicos: topologías, aplicaciones en sistemas de comunicación.		4,5
16	Evaluación	Lab.: Diseño de un amplificador operacional: Especificaciones, planteo general de la topología y simulaciones.	TP Final	4,5



Handwritten marks: a stylized signature or initials on the left and a checkmark on the right.

PLANILLA RESUMEN PARA SOLICITUD DE AUTORIZACION DE  
ACTIVIDADES EXTRA-CURRICULARES (CURSOS, SEMINARIOS, ETC.)

DENOMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD:  
**DISEÑO ANALÓGICO EN CIRCUITOS INTEGRADOS**

COMISIÓN O UNIDAD ACADÉMICA ORGANIZADORA:  
**DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

RESPONSABLE ACADÉMICO Y ADMINISTRADOR DE LOS FONDOS PROPUESTO:  
**- Dr. Mario R. Hueda**

NOMBRE Y APELLIDO DE LOS DISERTANTES:  
**- Dr. Benjamín T. Reyes**

DESTINATARIOS DE LA ACTIVIDAD:  
**ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

FECHA O PERIODO PROBABLE DE REALIZACIÓN:  
**SEPTIEMBRE - DICIEMBRE 2015**

DURACIÓN EN HORAS DE LA ACTIVIDAD: **72 HS.**

EVALUACIÓN FINAL: **SI**

PROPUESTA DE TRIBUNAL EXAMINADOR

- Dr. Mario R. Hueda

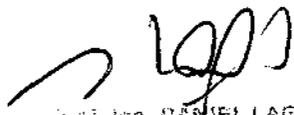
- Dr. Jorge Finochietto

~~- Ing. Hugo S. Carrer~~ **Dr. Gracela Corral Briones**

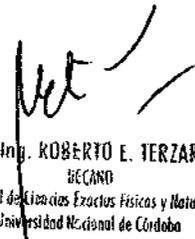
MONTO DE ARANCELES: **\$ 0**

UNIDAD EJECUTORA:

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICAS Y NATURALES - UNC**

  
Prof. Ing. DANIEL LAGO  
SECRETARIO GENERAL  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA



  
Prof. Ing. ROBERTO E. TERZARIOL  
BECANO  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Universidad Nacional de Córdoba