

**Formulario de aprobación de curso de posgrado/educación permanente**

**Asignatura:** DISEÑO DE CIRCUITOS INTEGRADOS

(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

**Modalidad:**

(posgrado, educación permanente o ambas)

Posgrado



Educación permanente



**Profesor de la asignatura <sup>1</sup>:** Dr. Ing. Conrado Rossi, grado 4, Instituto de Ing. Eléctrica

(título, nombre, grado o cargo, instituto o institución)

**Profesor Responsable Local <sup>1</sup>:** No

(título, nombre, grado, instituto)

**Otros docentes de la Facultad:** Dr. Ing. Pablo Castro, grado 3, Instituto de Ing. Eléctrica

(título, nombre, grado, instituto)

**Docentes fuera de Facultad:** No

(título, nombre, cargo, institución, país)

<sup>1</sup> CV si el curso se dicta por primera vez.

(Si el profesor de la asignatura no es docente de la Facultad se deberá designar un responsable local)

No corresponde ya que el curso se dicta desde 2010

[Si es curso de posgrado]

**Programa(s) de posgrado:** Maestría en Ing. Eléctrica y Doctorado en Ing. Eléctrica.

**Instituto o unidad:** Instituto de Ing. Eléctrica

**Departamento o área:** Electrónica

**Horas Presenciales:** 47

(se deberán discriminar las horas en el ítem Metodología de enseñanza)

**Nº de Créditos:** 9

[Exclusivamente para curso de posgrado]

(de acuerdo a la definición de la UdelaR, un crédito equivale a 15 horas de dedicación del estudiante según se detalla en el ítem Metodología de enseñanza)

**Público objetivo:** Alumnos de Posgrado de Ing. Eléctrica. Profesionales interesados en recibir formación en Diseño de Circuitos Integrados o en profundizar en Diseño de Electrónica Analógica.

**Cupos:** Mínimo: 4. Máximo: 12.

(si corresponde, se indicará el número de plazas, mínimo y máximo y los criterios de selección. Asimismo, se adjuntará en nota aparte los fundamentos de los cupos propuestos. Si no existe indicación particular para el cupo máximo, el criterio general será el orden de inscripción, hasta completar el cupo asignado)

**Objetivos:**

Introducir la metodología de diseño de circuitos integrados, con fuerte énfasis en circuitos analógicos sencillos.

Se estudiará la aplicación de modelos avanzados, nociones de procesos de fabricación y métodos de diseño, simulación y verificación de circuitos a los bloques básicos de los circuitos analógicos y a la combinación de éstos a fin de obtener funciones sencillas (p. ej. amplificadores).

Recorrer todo el flujo de diseño de un Circuito Integrado desde la especificación hasta el circuito listo para la fabricación. Opcionalmente, y dependiendo de la disponibilidad de recursos y el trabajo realizado, el circuito podría ser fabricado y el alumno podría verificar el funcionamiento del circuito fabricado en un "Módulo de Taller" a realizar posteriormente.

Al finalizar el curso, el alumno será capaz de realizar todas las tareas necesarias para el diseño de circuitos integrados analógicos sencillos, podrá formar parte eficientemente de un equipo técnico de diseño adecuadamente supervisado y estará en condiciones de encarar etapas posteriores de formación en la temática.

---

**Conocimientos previos exigidos:**

Es indispensable tener firmes conocimientos de Teoría de Circuitos, Señales y Sistemas analógicos y Electrónica Analógica, en especial diseño con amplificadores operacionales y a nivel de transistores, así como conocimientos básicos de Circuitos Lógicos.

**Conocimientos previos recomendados:**

Se recomienda tener nociones básicas de Física de Semiconductores.

---

**Metodología de enseñanza:**

(comprende una descripción de la metodología de enseñanza y de las horas dedicadas por el estudiante a la asignatura, distribuidas en horas presenciales -de clase práctica, teórico, laboratorio, consulta, etc.- y no presenciales de trabajo personal del estudiante)

Descripción de la metodología:

El curso constará de una parte teórica en la cual se expondrán los temas del curso, un laboratorio en el que se harán demostraciones de uso de herramientas de CAD para ilustrar el proceso de diseño y la realización de un proyecto. El proyecto tendrá una importancia relevante dentro de la asignatura. Se realizará además una coordinación muy fuerte entre el teórico y el avance del proyecto.

En el curso teórico se realizarán exposiciones a cargo de los docentes y/o los alumnos en las que se introducirán los temas, se hará hincapié en los conceptos más importantes

---

y se discutirán los casos prácticos a proponer como temas de proyecto. Entre las actividades de los estudiantes se encuentra el estudio y/o profundización de los temas del curso.

En las clases del curso, además del teórico, se harán las prácticas demostrativas y se realizará el seguimiento del proyecto mediante clases de consulta y clases de presentación de resultados intermedios.

Los proyectos consistirán en el diseño completo de un circuito integrado. Se estima una carga total por alumno de 70 horas de trabajo.

Detalle de horas:

- Horas de clase (teórico): **29**
- Horas de clase (práctico): **0**
- Horas de clase (laboratorio): **7** (Demostraciones de CAD)
- Horas de consulta: **6** (Consulta acerca del proyecto)
- Horas de evaluación: **5** (Entregas parciales y final del proyecto)
  - Subtotal de horas presenciales: 47
- Horas de estudio: **28**
- Horas de resolución de ejercicios/prácticos: **0**
- Horas proyecto final/monografía: **60**
  - Total de horas de dedicación del estudiante: 135

---

#### Forma de evaluación:

[Indique la forma de evaluación para estudiantes de posgrado, si corresponde]

[Indique la forma de evaluación para estudiantes de educación permanente, si corresponde]

#### Modalidad Del Curso y Procedimiento De Evaluación

La forma de evaluación es la misma para todos los estudiantes

Se prevé dictar aproximadamente 29 horas de clase teórica y 7 horas de laboratorios demostrativos.

El proyecto se realizará obligatoriamente durante el período lectivo. Este se organizará preferentemente en grupos de 2 alumnos, o en forma individual. El alumno dispondrá de un calendario de organización del proyecto donde constará la planificación de las clases de consulta y de presentación de entregables intermedios y final del mismo. Estos entregables se definirán al comenzar el proyecto y corresponden a hitos de su desarrollo.

Al entregar los hitos presentarán los resultados oralmente mostrando el trabajo realizado en las computadoras del laboratorio y entregarán un informe resumiendo los puntos más destacados de su presentación.

La presentación oral y el informe será evaluado en cada oportunidad y calificado en forma individual.

Durante el curso, se podrán proponer otros trabajos prácticos complementarios, individuales o grupales, que se calificarán individualmente.

Posteriormente a la entrega final, los estudiantes entregarán la documentación completa del proyecto. Al terminar el Curso, el estudiante hará una defensa individual de las actividades realizadas.

El curso se aprueba exclusivamente por exoneración no existiendo acto de examen.

Para aprobar la asignatura el estudiante deberá:

- aprobar al menos el 80 % de los entregables.
- presentar satisfactoriamente el informe completo del proyecto.
- defender oralmente la actividad realizada de manera aceptable.

En base a las calificaciones recibidas durante el curso y a su desempeño en la instancia de defensa, el estudiante podrá reprobado la asignatura (nota 0) o aprobar la asignatura (nota 3 a 12).

Parciales, Ganancia de Curso y Plazo de Validez:

No corresponden por el método de evaluación empleado.

**Temario:**

1) Introducción

Repaso de objetivos del curso y temario.  
Metodología del curso y su evaluación.

2) Modelos del transistor MOS

Modelos compactos válidos en todo el rango de funcionamiento (ACM y EKV).  
Casos límite en inversión débil y fuerte.  
Modelos de capacidad intrínsecas y extrínsecas.  
Efectos de segundo orden.

3) Estructuras básicas de circuitos analógicos

Par diferencial.  
Espejos.  
Llaves Analógicas.

4) Amplificación de señales

Amplificador intrínseco.  
Método gm/Id.

5) Amplificadores Operacionales

Análisis de Amplificadores. Compensación  
Amplificador de Miller y Folded Cascode.  
Métodos de Síntesis.

6) Fabricación y Layout

Tecnología de Fabricación de circuitos CMOS.  
Estructura general de un chip.  
Interface del chip con el exterior.

7) Reglas de Layout generales y para circuitos analógicos

Reglas SCMOS.  
Técnicas de layout analógico para buen matching.

8) Conceptos básicos de diseño de celdas digitales

Inversor.  
Lógica estática (Nand / Nor).  
Flip Flop

---

**Bibliografía:**

(título del libro-nombre del autor-editorial-ISBN-fecha de edición)

**Básica**

1. C. Galup-Montoro and M. Schneider, "Mosfet Modeling for Circuit Analysis And Design", World Scientific Publishing Company, ISBN: 9812568107
2. C. Galup-Montoro and M. Schneider, "CMOS Analog Design Using All-Region MOSFET Modeling", Cambridge University Press, ISBN: 052111036X
3. P. Jespers, "The gm/ID Methodology, a sizing tool for low-voltage analog CMOS Circuits", Springer, ISBN: 978-0-387-47100-6
4. Hastings, A., Hastings, R.A., "The Art of Analog Layout", Pearson Prentice Hall, 2006, ISBN: 9780131464100
5. Vittoz, E. A., "Basic Analog Layout Techniques", MEAD course on "Advanced Analog CMOS IC Design", 2015. Online:  
<https://www.researchgate.net/publication/294580407>
6. J.M. Rabaey, A. Chandrakasan and B. Nikolic, "Digital Integrated Circuits", Prentice Hall, 2<sup>nd</sup> Ed., ISBN: 0130909963

**Complementaria**

1. Y. Tsididis, "Operation and Modeling of the MOS Transistor", Oxford University Press, ISBN: 0195170148

2. C. Enz, E. Vittoz, "Charge-Based MOS Transistor Modeling: The EKV Model for Low-Power and RF IC Design", Wiley, ISBN: 047085541X
  3. P.E. Allen and D.R. Holberg, "CMOS Analog Circuit Design", Oxford University Press, ISBN: 0195116445
  4. K.R. Laker and W. Sansen, "Design of Analog Integrated Circuits and Systems", McGraw-Hill, ISBN: 007036060X
-

**Datos del curso**

---

**Fecha de inicio y finalización:** Agosto a diciembre de 2025

**Horario y Salón:**

**Arancel:**

[Si la modalidad no corresponde indique "no corresponde". Si el curso contempla otorgar becas, indíquelo]

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad posgrado:**

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad educación permanente:** 3600 UI

**Actualizado por expediente n.º:** 060180-000198-24

---