

**Planificación de la Asignatura:** Tópicos Especiales en Tecnologías Aplicadas: Microelectrónica

**Fecha:** 23/10/2024 13:02

**Código:** B0871-3

**Carrera:** Bioingeniería

**Departamento Académico:** Electrónica

**Docente a cargo:**

**Correo del docente a cargo:** martin.zalazar@uner.edu.ar

**Régimen de Dictado:** Cuatrimestral 2º Cuatrimestre

**Carga Horaria Semanal:** 5 horas semanales

**Carga Horaria Total:** 70 horas

---

**Contenidos Mínimos:**

- Nuevas tecnologías aplicadas al área de la Bioingeniería.

Programa resumido:

- Dispositivos MOS, Fabricación de circuitos integrados, Circuitos Digitales CMOS, Diseño analógico, Consideraciones de diseño de circuitos integrados.

**Competencias Genéricas:**

- CT1. Identificación, formulación y resolución de problemas de Bioingeniería. nivel 3
- CT 2. Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de Bioingeniería. nivel 3
- CT 3. Gestión, planificación, ejecución y control de proyectos de Bioingeniería. nivel 3
- CT 4. Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en Bioingeniería. nivel 3
- CT 5. Contribución a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas. nivel 3
- CS 5. Fundamentos para el aprendizaje continuo y autónomo. nivel 3

**Competencias Específicas:**

- CE 1.1. Diseñar, calcular y proyectar instalaciones, equipamientos e instrumental de tecnología biomédica, procesamiento de señales biomédicas y sistemas derivados de biomateriales utilizados en el área de la salud. nivel 3

**Argumentación de aportes marcados en la matriz de competencias:**

Genéricas. Tecnológicas - Sociales, políticas y actitudinales:

En las clases de trabajos prácticos se llevarán a cabo resoluciones de problemas de diseño, cálculo, simulación y análisis. Se trata de que el alumno tenga la oportunidad de volcar efectivamente los conocimientos brindados en la clase de teoría en una actividad que implica la aplicación de los mismos (CT1). Los trabajos prácticos han sido diseñados de manera que el alumno vaya adquiriendo progresivamente destreza en el manejo de los softwares de diseño y simulación, obteniendo así criterios adecuados de diseño (CT4).

En el marco de resolución de problemas de Bioingeniería, la asignatura, a través del modelo de aprendizaje ABP, propende a que los estudiantes planeen, implementen y evalúen proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula de clase (CT2 y CT3). En este contexto, se realiza un trabajo final en el cual el estudiante debe diseñar, simular y, potencialmente, enviar a producir un CI; el circuito se enviaría a fabricar a una foundry con la tecnología actual de 0,5µm a través del consorcio MOSIS (CT5).

Desde la perspectiva teórica, a partir de la formulación de un problema, la búsqueda de la solución

adecuada que concluye en una realización práctica, el estudiante recorre los mecanismos clave del aprendizaje autónomo (CS5).

Específicas:

La asignatura proporciona a los estudiantes habilidades para diseñar dispositivos biomédicos basados en microelectrónica y procesar señales biomédicas, permitiendo una aproximación a la creación de equipamientos innovadores para la salud, así como el análisis de datos relevantes para aplicaciones biotecnológicas/biológicas/médicas (CE 1.1).

---

**Correlativas Regulares para cursar:**

No posee

**Correlativas Aprobadas para cursar:**

Ciclo Básico aprobado + Específica indicada en Planificación

**Correlativas Aprobadas para promocionar o rendir el examen final:**

Ciclo Básico aprobado

**Insercion de la Asignatura en el plan de Estudios:**

La formación del Bioingeniero comprende una sólida base en ingeniería conjugada con los conocimientos fundamentales de medicina y biología, complementados con materias específicas de aplicación de tecnología electrónica. Entre los más importantes campos que nuclea la Bioingeniería a nivel mundial se puede mencionar la Tecnología Médica, la cual necesita ineludiblemente de la Electrónica.

La asignatura Microelectrónica: Tecnología y Aplicaciones Biomédicas se puede comenzar a cursar a partir del 4to. año de la carrera Bioingeniería, de acuerdo al Plan de estudios 2008, ya que es necesario haber cursado (y regularizado) las materias Fundamentos de Tecnología Cuántica, Electrónica no lineal y Electrónica Digital, todas pertenecientes al 4to. año.

La articulación vertical con las asignaturas correlativas juega un rol importante en su aprendizaje. Es de suma importancia el conocimiento profundo de los conceptos impartidos en la asignatura Electrónica Lineal (3er. año, cuatrimestral). En la misma se profundiza en el funcionamiento de dispositivos semiconductores y su inserción en circuitos electrónicos, en el análisis lineal del transistor, como también en el dominio del manejo del instrumental de laboratorio. Brinda, además, el marco teórico necesario para el entendimiento de los aspectos físicos y constructivos, y de los materiales empleados en los componentes electrónicos.

En la materia Electrónica no Lineal se analizan y diseñan circuitos donde no existe una relación lineal entre la entrada y la salida. La necesidad de haber cursado y regularizado esta materia de 4to. año (cuatrimestral), está relacionada con los diferentes circuitos que se enseñan: comparadores, osciladores de onda cuadrada, circuitos de control y, sobre todo, fuentes de alimentación.

La importancia de haber cursado y regularizado Electrónica Digital (4to. año, cuatrimestral) radica en el conocimiento de los conceptos del álgebra de Boole y los fundamentos para analizar y diseñar circuitos combinacionales y secuenciales, el manejo de memorias de semiconductores y generalidades acerca de los dispositivos de lógica programable. En esta materia se ven circuitos comúnmente utilizados en microelectrónica digital como lo son las compuertas lógicas, flip-flops, contadores y memorias.

Es importante también tener los conocimientos que se imparten en la materia Fundamentos de Tecnología Cuántica (4to. año, cuatrimestral). El hecho de haber cursado y regularizado dicha materia, asegura haber comprendido conceptos de relevancia en microelectrónica: bandas de energía en sólidos, equilibrio térmico, dopado y mecanismos de conducción entre otros.

La asignatura se ubica en el comienzo del Ciclo Profesional de la carrera. Por este motivo, los conceptos a enseñar amplían los aprendidos por los alumnos en el Ciclo Básico relacionados con la electrónica, física y matemática, entre otras, y le permiten establecer una relación entre los conocimientos adquiridos y su aplicación al ámbito profesional del futuro Bioingeniero.

Se observa también que el cursado y aprobación de esta asignatura ayudará a fortalecer la formación del profesional considerando las incumbencias del Bioingeniero, como lo es el diseño y producción de productos para la salud, tales como equipamiento, aparato, material, artículo o sistema de uso o aplicación médica, odontológica o laboratorial.

Adicionalmente, la oferta constituye una instancia de integración de conocimientos impartidos en asignaturas de diferentes disciplinas, necesarias para la conceptualización de los contenidos propuestos en el temario. Naturalmente, este ejercicio pone al alumno frente a la situación de hacer síntesis de conocimientos adquiridos en asignaturas tanto del ciclo básico como del ciclo profesional, contribuyendo así a la formación en la práctica profesional.



**Objetivo General:**

- Estudiar el diseño de circuitos integrados en tecnología CMOS para aplicaciones biomédicas.

**Objetivos Particulares:**

- Conocer y comprender la tecnología microelectrónica para aplicaciones biomédicas.
- Diseñar, simular y fabricar un chip.
- Conocer y analizar inductores, antenas y la transmisión de energía y señales.
- Conocer aplicaciones de dispositivos implantables.
- Formar recursos humanos en temáticas relacionadas con Microelectrónica para aplicaciones biomédicas.
- Desarrollar tareas de investigación y de asistencia al medio, con énfasis en el diseño e implementación de circuitos electrónicos de aplicación específica (ASIC).



**Programa Analítico:****Introducción**

A partir de los años setenta, la tecnología de circuitos integrados CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor), basada en la utilización de transistores MOS superó a la tecnología basada en transistores bipolares integrados. Desde ese momento, la tecnología CMOS se convirtió en el pilar del diseño de circuitos integrados tanto analógicos como digitales.

La microelectrónica se puede definir como el conjunto de ciencias y técnicas con las que se realizan y fabrican circuitos electrónicos sobre una pastilla de un semiconductor, lo cual formará un circuito integrado (CI). La aparición del sector de la microelectrónica ha ejercido un efecto profundo en la evolución y estructura de la economía mundial. En el ritmo del cambio en los países industrializados del mundo han influido enormemente los avances en este sector, sobre todo por la evolución del circuito integrado.

El objetivo central de esta asignatura es introducir a los estudiantes en el diseño en microelectrónica haciendo hincapié en las aplicaciones biomédicas. El contenido de la materia está orientado a los circuitos integrados digitales y analógicos en tecnología CMOS y cubre todos los aspectos teóricos y prácticos necesarios para un abordaje de diseño, en el cual los estudiantes sean capaces de diseñar y enviar a fabricar un circuito integrado de prueba sencillo.

**Contenidos y Programa:**

El capítulo 1 brinda una explicación sintética de los pasos fundamentales de un proceso de fabricación, comenzando por el diseño y simulación, incluyendo el proceso fotolitográfico, la oxidación de Silicio, la introducción de dopantes y la deposición de materiales. El capítulo 2 muestra un resumen de los modelos eléctricos de los distintos dispositivos involucrados en un circuito integrado. Se describe la juntura semiconductor y su modelo. El capítulo 3 ahonda en la topología de los circuitos microelectrónicos digitales más utilizados y sus aplicaciones. El capítulo 4 introduce la necesidad de utilizar reglas de diseño que limiten los tamaños y distancias de las distintas estructuras definidas en las máscaras y se destaca su significancia para lograr circuitos funcionales y confiables. En el capítulo 5 se describen los circuitos analógicos más relevantes como los amplificadores operacionales CMOS. El capítulo 6 detalla el proceso de fabricación de un circuito integrado, desde las obleas de silicio hasta los diferentes tipos de encapsulados y profundiza en la caracterización de los mismos. El capítulo 7 muestra un panorama actualizado de las aplicaciones bioingenieriles de dispositivos microelectrónicos. Se detallan las características de los microsensors más estudiados y sus ventajas con respecto a los dispositivos clásicos, asociadas directamente a la miniaturización de tecnologías y procedimientos habituales. El capítulo 8 profundiza aún más en las aplicaciones bioingenieriles de dispositivos microelectrónicos. Se verán los modelos, simulación y fabricación

para la miniaturización de los procesos tecnológicos mediante la cual se intenta reducir el tamaño de los dispositivos electrónicos.

A continuación se detallan los contenidos de cada unidad temática.

### 1. INTRODUCCIÓN AL DISEÑO CMOS

Modelos de circuitos eléctricos. Introducción a los semiconductores. Juntura semiconductor y diodos. Capacitor MOS. Transistor MOS. Procesos tecnológicos: oxidación, deposición, grabado, difusión e implantación. Fotolitografía.

### 2. MODELOS Y SIMULACION DE CIRCUITOS CMOS

Procesos de diseño de circuitos CMOS. Modelos de transistores. Simulación. Lenguaje SPICE. Tecnología CAD: modelado numérico de los procesos de tecnología de semiconductores y características de los dispositivos.

### 3. CIRCUITOS DIGITALES CMOS

Inversores. Velocidad de propagación. Oscilador en anillo. Compuertas. Características estáticas y dinámicas. Disipación de potencia.

### 4. LAYOUT DE CIRCUITOS MICROELECTRÓNICOS

Capas de Procesos. Reglas de diseño. Layout de resistencias, capacitores e inductancias. Layout de transistores MOS. Capacidades de un transistor MOS. Procesos de verificación: DCR, LVS.

### 5. CIRCUITOS ANALÓGICOS LINEALES

Amplificadores operacionales CMOS. Amplificadores de alta frecuencia. Receptores de radio frecuencia.

### 6. FABRICACION Y TESTEO DE CIRCUITOS CMOS

Tecnologías de los procesos de fabricación. Fabricantes (MOSIS). Costos de fabricación. Tipos de encapsulados. Wire bonding. Métodos y herramientas de medición y testeo.

### 7. APLICACIONES BIOMÉDICAS EN MICROELECTRÓNICA I

Sensor de Presión implantable. Implante retinal. Sistemas de liberación de drogas. Sensor de proteínas. Aplicaciones recientes.

### 8. APLICACIONES BIOMÉDICAS EN MICROELECTRÓNICA II

Biosensores CMOS. "Energy harvesters" implantables. Resonadores piezoeléctricos como sensores. Materiales piezoeléctricos biocompatibles. Órganos artificiales. Sensores IR CMOS para Lab On a Chip.

**Metodología Didáctica:**

El contenido de la materia se desarrollará en clases teórico-prácticas. A través de esta instancia se busca que el alumno asimile, sobre la base de los conocimientos que ya posee y los que ha adquirido en las clases teóricas, los nuevos conceptos asociados con situaciones prácticas.

**Clases teóricas**

En las clases teóricas se hará un desarrollo de los temas del programa con ejemplos y aplicaciones que servirán para una mejor aprehensión por parte del alumno y fomentarán su participación.

Estas clases tendrán un sesgo teórico-coloquial, permitiendo de esta manera ser más descriptivas. En ellas se enunciarán los aspectos fundamentales del tema a desarrollar, aplicando el rigor matemático/físico necesario y apelando a conceptos desarrollados en asignaturas anteriores del plan de estudios. Se busca generar un espacio de intercambio con el alumno en el cual se plantean experiencias externas que permitan desarrollar los esquemas internos del conocimiento a través de preguntas disparadoras. De esta manera se espera que el alumno realice una ponderación de las ideas desarrolladas y establezca un orden de las mismas de manera de asimilar los conceptos fundamentales del tema en cuestión.

**Clases de trabajos prácticos**

En las clases de trabajos prácticos se llevarán a cabo resoluciones de problemas de diseño, cálculo, simulación y análisis. Se trata que el alumno tenga la oportunidad de volcar efectivamente los conocimientos brindados en la clase de teoría en una actividad que implica la aplicación de los mismos. De esta forma se favorece el intercambio de ideas con otros compañeros, permitiéndole afianzar los conocimientos a partir de la competencia natural por comparación. Siempre se busca que el alumno llegue a un resultado positivo, no necesariamente al funcionamiento de un circuito, sino a una idea acertada que le permita comprender los resultados obtenidos. Los trabajos prácticos han sido diseñados de manera que el alumno vaya adquiriendo progresivamente destreza en el manejo de los softwares de diseño y simulación, obteniendo así criterios adecuados de diseño.

**Uso de TICs**

Se prevé la utilización del Campus Virtual de la Facultad de Ingeniería de la UNER. El objetivo es interactuar con los estudiantes mediante chats, foros y correos electrónicos, además de ir actualizando el estado del

arte de los chips y mostrando las últimas noticias relacionadas con los desarrollos nacionales e internacionales.

### Aprendizaje Basado en Problemas

Como herramienta complementaria para el aprendizaje, se propone incluir en las clases prácticas la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). El ABP es un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula de clase. La propuesta de innovación está sustentada en la metodología del aprendizaje basado en problemas, la formación en competencias en bioingeniería y el fortalecimiento del aprendizaje autónomo.

Desde esta perspectiva se plantea la realización de un trabajo final como estrategia didáctica para iniciar al estudiante en la realización de un proyecto de ingeniería en una etapa intermedia de su formación académica. Se trata de implicar al alumno en su propio proceso de aprendizaje favoreciendo el aprendizaje significativo y autónomo. Desde la perspectiva teórica, a partir de la formulación de un problema, la búsqueda de la solución adecuada que concluye en una realización práctica, el estudiante recorre los mecanismos clave del aprendizaje autónomo.

En este contexto, se realiza un trabajo final en el cual el estudiante debe diseñar, simular y, potencialmente, enviar a producir un CI. El circuito se enviaría a fabricar a una foundry con la tecnología actual de 0,5 $\mu$ m a través del consorcio MOSIS.

Para desarrollar este trabajo final, se facilitará una guía a los estudiantes. El desarrollo de esta guía se divide en tres etapas con objetivos claros y planteando interrogantes que el alumno encontrará en sus respuestas la información necesaria para desarrollar el trabajo:

- Primera etapa: Hacer un análisis y describir el dispositivo médico que el equipo de trabajo ha seleccionado. Se efectúan preguntas tales como ¿qué es lo que se quiere fabricar?, ¿para qué sirve? ¿cómo se los puede clasificar?, etc.
- Segunda etapa: Seleccionar, describir y diseñar la etapa del circuito microelectrónico a fabricar. Describir, si corresponde, las simplificaciones realizadas. Describir las distintas etapas del proceso de fabricación y los materiales necesarios para su implementación.

Se efectúan preguntas tales como ¿cuáles son las distintas etapas de las que se compone el dispositivo?, ¿dónde se adquiere la tecnología necesaria para esta fabricación?, etc.

En esta etapa se profundizará en el diseño y simulación del bloque que involucra al circuito

microelectrónico propuesto.

- Tercera etapa: Fabricar y realizar mediciones sobre el dispositivo en cuestión.

Se efectúan preguntas tales como ¿qué instrumentos se necesitan para caracterizar el circuito?, ¿qué implicancias acarrearán las simplificaciones realizadas?, etc.

En esta etapa, se llevará a cabo el diseño del layout del circuito propuesto; además de describir el proceso de fabricación y testeo del dispositivo, se hará hincapié en la fabricación del circuito microelectrónico a través de un foundry (a través de la empresa MOSIS y su programa educacional).

**Formación Práctica:**

## Trabajos Prácticos

El objetivo de estas clases es que el estudiante aplique los conocimientos desarrollados en las clases teóricas, familiarizándose con los métodos de análisis, cálculo y criterios de diseño y simulación de los circuitos microelectrónicos y así, estar en condiciones de abordar el trabajo final ABP. Según el tema tratado en las clases teóricas de cada semana, serán los trabajos prácticos a realizar.

Estos trabajos se desarrollarán en base a una guía que estará disponible para los estudiantes con anticipación y sobre la cual el docente auxiliar de primera/JTP realizará una introducción teórica fundamentando las aplicaciones del día y explicando los temas incluidos en la guía.

Los trabajos prácticos se realizan en grupos de dos (2) personas y los alumnos deberán entregar los resultados de los mismos con un breve informe a mitad de cuatrimestre, previo al comienzo del trabajo final ABP. Se debe realizar y aprobar el 100 % de los trabajos prácticos.

## Aprendizaje Basado en Problemas

Al comienzo de la asignatura se introducirá a los estudiantes en el ABP. A mitad de cuatrimestre, en la semana posterior a la entrega de los trabajos prácticos e informes, a los estudiantes se les expondrá la metodología entregándoles una guía para realizar el trabajo final ABP. Se plantea la realización de este trabajo final en la segunda mitad del cursado para aprovechar el conocimiento adquirido. La guía acota el alcance del trabajo final y establece un mayor ordenamiento del contenido del mismo. Una de las ventajas de esta metodología es la motivación del alumno por desarrollar un trabajo que involucre la fabricación de un circuito microelectrónico como parte de un dispositivo médico que sea de su interés; la libre elección del dispositivo permite este abordaje. En las clases teóricas además, se brindará a los estudiantes la orientación y el apoyo necesarios para la finalización de cada proyecto. Se formarán grupos de dos (2) personas a las cuales se les propondrá encontrar la solución a un problema real.

**Listado de Actividades de Formación Práctica:**

## Listado de trabajos prácticos

Resolución de problemas:

1. Proceso fotolitográfico. Transistor MOS: Curvas características.
2. Compuerta AND. Inversor.
3. Compuerta XOR. Componentes pasivos: R y C.
4. Amplificadores operacionales CMOS.
5. Padframe. Soldado "wire bonding".

Trabajo final ABP

Trabajo integrador final utilizando la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas.

**Intensidad de la formación práctica**

Detalle de la carga horaria total prevista para cada una de las siguientes actividades:

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 1: 10 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 2: 20 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 3: 0 horas

Horas totales de actividades de formación práctica: 39 horas



**Metodología de Evaluación Durante el cursado:**

Las instancias de evaluación propuestas, tienen como objetivo:

- Reconocer éxitos parciales.
- Crear situaciones de éxito.
- Evaluar sin necesidad de esperar un examen.

Durante el cursado se realizan trabajos prácticos sobre temas específicos del programa. Los mismos se aprueban presentando un informe en una fecha previamente determinada (mitad de cuatrimestre) y se califica con Aprobado o Insuficiente y puede recuperarse.

Además, con el objetivo de facilitar la retención y así retrasar el olvido de lo aprendido, el docente efectuará preguntas a los alumnos. Estas preguntas estarán referidas a la última clase de teoría y se llevarán a cabo al comienzo de cada clase de laboratorio.

**Metodología de Evaluación en Exámenes Finales:**

Para aprobar la materia, se realizará un trabajo integrador final sobre conceptos adquiridos durante el cuatrimestre, utilizando la metodología ABP. Dicho trabajo consistirá en el diseño de un circuito microelectrónico como parte de un dispositivo médico. El chip será, potencialmente, enviado a fabricar. Llegando al final del cuatrimestre, se deberá exponer el trabajo realizado frente a los docentes y demás alumnos debiendo además entregar un informe; el trabajo se expondrá en un póster, emulando de esta manera una presentación en un congreso. Esta evaluación de características teórico-práctica, se aprobará con un mínimo de 60/100 y tendrá una instancia de recuperación.

Para aprobar la asignatura, se llevará a cabo un proyecto integrador final que englobará los conceptos aprendidos a lo largo del cuatrimestre, empleando la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Este proyecto implicará el diseño de un circuito microelectrónico para su integración en un dispositivo médico. Existe la posibilidad de que el chip diseñado sea enviado a producción. Al finalizar el cuatrimestre, los estudiantes deberán presentar su trabajo ante los profesores y compañeros, acompañado de un informe detallado. La exposición se realizará a través de un póster, siguiendo el formato típico de presentaciones en congresos. Esta evaluación, que combina aspectos teóricos y prácticos, se considerará aprobada con una

calificación mínima de 60/100 y se ofrecerá una oportunidad de recuperación en caso necesario.

Para evaluar trabajo en forma grupal, se utilizarán rúbricas. Una para la evaluación de la exposición y otra para la evaluación del informe escrito. Ambas se puntuarán con la escala: E:Excelente (10), MB: Muy Bueno (8-9), B: bien (6-7), R: regular (4-5), M: malo (1-3)

#### Rúbrica del informe

- A- Avances durante la elaboración del ABP Planteo de interrogantes Resolución de interrogantes
- B- Adecuada contextualización del problema a resolver
- C-Justificación de la tecnológica propuesta
- D-Adecuada descripción de la tecnología propuesta
- E-Cumplimiento de los objetivos propuestos
- F-Resultados obtenidos coherentes con los objetivos planteados.
- G-Adecuado uso de los recursos (papers, libros, patentes, productos del mercado, etc.).
- H-Adecuado espacio de discusión/conclusión.

#### Rúbrica de la Exposición

- A- Adecuada contextualización del problema a resolver
- B- Justificación de la tecnológica propuesta
- C- Adecuada descripción de la tecnología propuesta
- D- Cumplimiento de los objetivos propuestos
- E- Resultados obtenidos coherentes con los objetivos planteados.
- F- Adecuado uso de los recursos (papers, libros, patentes, productos del mercado, etc.).
- G- Adecuado espacio de discusión/conclusión.
- H-Exposición
  - a. Manejo del tiempo estipulado
  - b. Claridad en las ideas expuestas
  - c. Comprensión de los conceptos expuestos
  - d. Uso de recursos audiovisuales

Con esta última rúbrica se busca evaluar la exposición utilizando los mismos criterios de la Rúbrica del informe. De esta manera se evalúa la coherencia entre lo escrito y lo expuesto en la defensa

oral.

La nota final está fijada por una ecuación, considerando la exposición del trabajo final ABP, su informe correspondiente y los trabajos prácticos desarrollados durante las clases de práctica.

La ecuación (suma ponderada) tiene la forma:

$$\text{NOTA FINAL} = (\text{nota TP}) \cdot 0.35 + (\text{nota exposición}) \cdot 0.4 + (\text{nota informe final}) \cdot 0.25$$



**Condiciones de Regularidad :**

Para regularizar, se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Asistencia obligatoria al 75% de las clases de teoría.
- Asistencia obligatoria al 75% de los TP.
- Presentar y aprobar el informe de todos los TP.

Quienes no cumplan con la condición de regularidad serán considerados estudiantes libres.

Para la promoción directa de la materia se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Cumplir con las condiciones de regularidad.
- Presentar y aprobar el informe del TP final ABP con exposición.
- Se prevé fijar una fecha para el recuperatorio en la última semana de cursado (para los TPs y TP final ABP con exposición).

“Artículo 26º: Para promocionar una asignatura, al finalizar el dictado de la misma los alumnos deberán tener aprobadas las correlativas correspondientes y cumplir los requisitos establecidos por la cátedra.”

Para la aprobación de la materia, los estudiantes en condición de regular deben:

- Presentar y aprobar el informe del TP final ABP con exposición.
- Responder un cuestionario de carácter teórico.

Para la aprobación de la materia, los estudiantes en condición de libres deberán:

- Presentar y aprobar el informe del TP final ABP con exposición.
- Responder un cuestionario de carácter teórico-práctico.

Resulta importante resaltar que el requisito de asistencia obligatoria (>75%) se fundamenta en que la construcción del conocimiento es un proceso paulatino que demanda tiempos necesarios para la asimilación de los conceptos presentados. El mencionado proceso se ve beneficiado y es más eficiente si se realiza con el acompañamiento del docente a través de las instancias de Teoría y Práctica. Es por esto que sólo aquellos alumnos que deseen y puedan recorrer este camino, tendrán la posibilidad de acceder a la promoción directa de la asignatura.



**Cronograma de parciales durante el primer Cuatrimestre:**

---

**Cronograma de parciales durante el segundo Cuatrimestre:**

**Primer Examen Parcial:** 07 de Noviembre de 2024

**Recuperatorio 01:** 14 de Noviembre de 2024

**Bibliografía Principal:**

## LIBROS

1. P. Julian, Introducción a los dispositivos semiconductores: principios y modelos, Editorial de la Universidad Nacional del Sur. 2011.
2. P. Gray, P. Hurst, S. Lewis and R. Meyer, Analysis And Design Of Analog Integrated Circuits, John Wiley, 2001.
3. M. Madou, Fundamentals of Microfabrication and Nanotechnology, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2012.
4. S. Senturia, Microsystem Design, Kluwer Academic Publishers, 2002.
5. G. Gudnason and E. Brnun, CMOS CIRCUIT DESIGN FOR RF SENSORS, Kluwer Academic Publishers, 2002.
6. P. Allen and D. Holberg, CMOS Analog Circuit Design, 2Ed Oxford University Press, 2002.
7. W. Sansen, Analog Design Essentials, Springer, 2006.
8. F. Maloberti, Analog Design for CMOS VLSI Systems, Kluwer Academic Publisher, 2001.
9. A. Grebene, Bipolar and MOS Analog Integrated Circuit Design, John Wiley, 2003.
10. R. Baker, CMOS Circuit, Layout and Simulation, Wiley Interscience, 2002.
11. B. Razzavi, Fundamentals of Microelectronics, John Wiley, 2006.
12. M. Zalazar, "Mass Microsensors for Implantable MEMS", ISBN 978-3-639-70836-3, 268 p., Scholars' Press (2014).

**Bibliografía Complementaria:**

## ARTÍCULOS

1. Zalazar, M. and Guarnieri, F., "Diamond-Based Thin Film Bulk Acoustic Wave Resonator for Biomedical Applications", Journal of Physics: Conference Series 477, 012009, 2014.
2. Garcialnza, M., Carbonetto, S., Lipovetzky, J., Carra, M., Sambuco Salomone, L., Redin, E. and Faigon, A., "Switched Bias Differential MOSFET Dosimeter", IEEE Transactions on Nuclear Science, 2014.
3. Lipovetzky, J., Garcialnza, M., Carbonetto, S., Carra, M., Redin, E., Sambuco Salomone and L., Faigon, A., "Field Oxide nchannel MOS Dosimeters Fabricated in CMOS Processes" IEEE Transactions on Nuclear Science, 2013.
4. Pérez, M., Zalazar, M., Vottero, N., Schaumburg, F. and Guarnieri, F. "A 13.56 MHz RFID Microtransponder for Active Micro-valve for the treatment of Glaucoma XIX Congreso Argentino de Bioingeniería SABI 2013, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina, ISBN 978-978-23950-7-0, 2013.
5. Zalazar, M., Gurman, P., Park, J., Kim, D., Hong, S., Stan, L., Divan, R., Czaplewski, D. and Auciello, O.,



"Integration of Piezoelectric Aluminum Nitride and Ultrananocrystalline Diamond Films for Implantable Biomedical Microelectromechanical Devices", Appl. Phys. Lett. 102, 104101 (2013).

6. Zalazar, M., Gurman, P., Auciello, O. and Guarnieri, F., "Design, Fabrication and Characterization of Ultrananocrystalline Diamond (UNCD) Membranes for Drug Delivery Devices", New Diamond and Nano Carbons Conference, San Juan, Puerto Rico, 2012.

7. Carbonetto, S., Garcia Inza, M., Lipovetzky, J., Redin, G., Sambuco, L., Salomone, and Faigón, A. "Zero Temperature Coefficient bias in MOS devices. Dependence on interface traps density, application to MOS dosimetry", IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol: 58, Issue: 6, pag: 33483353, ISSN: 00189499, 2011.

8. Zalazar, M. and Guarnieri, F., "Análisis y Evaluación del Comportamiento de Sensores Piezoeléctricos", Mecánica Computacional, Vol XXIX, 6665-6684, 2010.

#### PATENTES

1. A. Faigón, J. Lipovetzky, M. Garcia Inza, S. Carbonetto, et al., "Método para la construcción de un dosímetro MOS de radiación ionizante empleando óxidos gruesos de procesos CMOS estándar" presentada la solicitud el día 11/03/2013. N° de Expediente 20130100872.

2. A. Lamagna, A. Boselli, M. Perez, P. Julián, P. S. Mandolesi, P. Pareja Obregón, Dispositivo electrónico integrado con recubrimiento sensible para la detección de gases o moléculas biológicas y método de fabricación del mismo, Nro. Solicitud: P09-01-04092, Fecha: 3/10/2009, Argentina.

**Equipo de Cátedra:**

Profesor adjunto, dedicación exclusiva: Dr. Bioing. Martín Zalazar

**Docencia:**

-Dictado de clases teóricas y prácticas. Coordinación de la asignatura. Exámenes (TPs) parciales y finales.

Elaboración de trabajos prácticos. Consultas.

-Planificación y presentación del curso de grado: "Biosensores", 70hs de duración, FI- UNER.

-Planificación y presentación del curso de posgrado: "Microelectrónica Avanzada", 90hs de duración, FI- UNER.

**Actividades de Investigación Gestión y Extensión:**

Las líneas de investigación en el campo disciplinar se engloban en el desarrollo de biosensores para el diagnóstico de enfermedades.

---

**Requisitos de admisión para alumnos oyentes:**

Para obtener el certificado de asistencia y aprobación como oyente, deberán tener regularizada la asignatura Electrónica Lineal y además deberán cumplir con las condiciones de regularidad y el examen final ABP de la asignatura.

---

**Infraestructura, equipamiento y recursos necesarios:**

Para el dictado de las teorías:

Aula para 25 alumnos, con pizarra y cañón para proyección.

Para el dictado de Trabajos Prácticos:

- Laboratorio de computación (si el aula de teoría no es apta para el uso de computadoras personales).
- Cañón proyector.
- Insumos para registros: marcadores, cinta adhesiva.
- Software libre de diseño de microelectrónica (LTSPICE, ELECTRIC) y simulación computacional.

**Otros:**