

Asignatura: **Taller y Laboratorio**

Código:	RTF	6
Semestre: Primero	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Básicas	Horas de Práctica	36

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Ambientación Universitaria
- Matemática

Contenido Sintético:

- Fundamentos Prácticos de Electricidad y Electrónica.
- Componentes y Circuitos básicos en Electrónica.
- Técnicas y Tecnologías Básicas en Electrónica.
- Instrumental y Mediciones básicas en Electrónica.
- Construcción y Medición de Circuitos Electrónicos básicos.
- Ciencia, Técnica y Tecnología.
- Ingeniería, Tecnología y Sociedad.
- Generación de Informes para Ingeniería.
- Organización Industrial.

Competencias Genéricas:

- CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- CG7: Comunicarse con efectividad.
- CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

## Competencias Específicas:

### INGENIERÍA ELECTRÓNICA

CE1.1: Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradiantes, para brindar soluciones óptimas de acuerdo a las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales.

NOTA: Dada la amplitud y generalidad de esta competencia, se considera que abarca todas las demás, por lo que el desagregado se realiza sobre las otras competencias, más detalladas y específicas. Un desagregado de esta competencia resultaría redundante.

CE1.3: Plantear, interpretar, modelar, analizar y resolver problemas, diseño e implementación de circuitos y sistemas electrónicos.

CE1.3.2: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección, modelos y utilización de los principales dispositivos electrónicos, activos y pasivos, a emplear en Ingeniería Electrónica.

CE1.3.3: Conocer las técnicas básicas de armado y fabricación de componentes, prototipos y equipos electrónicos.

CE1.3.4: Conocer los instrumentos, dominar las técnicas de medición y realizar mediciones de magnitudes eléctricas e interpretar sus resultados.

### INGENIERÍA BIOMÉDICA

CE8.B: Interpretar y emplear las técnicas, tecnologías, principios físicos y matemáticos y herramientas necesarias para el planteo, interpretación, modelización y solución de sistemas

CE8.B1: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección y modelización de los dispositivos eléctricos y electrónicos principales a emplear en Ingeniería Biomédica.

CE8.B2: Realizar mediciones de magnitudes eléctricas e interpretación de sus resultados. Conocer los instrumentos y técnicas de medición.

## Presentación:

Taller y laboratorio es un espacio curricular que se desarrolla en el primer semestre (primer año) de Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Computación y en Ingeniería Biomédica.

La formación de los Ingenieros habitualmente se inicia con una fuerte preponderancia de contenidos de las áreas de ciencia (matemáticas, física, química). Esto conlleva el riesgo de generar en los estudiantes una imagen parcial de la profesión, y aún de desalentar a aquellos que ingresaron ya con una formación técnica y/o con una fuerte expectativa de “aprender a hacer” o de “resolver problemas concretos”. En esta materia se comienza a formar al ingeniero como tecnólogo desde primer año, mediante una tecnología afín a la carrera elegida. En base a lo planteado se justifica la inclusión de una materia que evite el desaliento de los estudiantes en el primer año, motivándolos a iniciarse tempranamente en prácticas próximas a la profesión y desarrollando competencias que permitan hacer frente regular y adecuadamente a un conjunto de tareas y de situaciones apelando a los conocimientos, informaciones, procedimientos, métodos y técnicas.

Durante el cursado de la asignatura el alumno desarrollará la capacidad de integrar contenidos vinculados a conocimientos básicos en Electricidad y Electrónica, contenidos vinculados a las Técnicas de Medición con instrumental electrónico y contenidos vinculados a la Resolución de Problemas y realización de Proyectos sencillos de circuitos Eléctricos y Electrónicos básicos.

En este espacio curricular los futuros Ingenieros podrán materializar su primer Artefacto Técnico-Tecnológico, accionar que caracteriza al Ingeniero en su ejercicio profesional.

La propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de Ingeniería en la República Argentina establece el siguiente Marco Conceptual:

“Ingeniería es la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se emplea con buen juicio a fin de desarrollar modos en que se puedan utilizar, de manera óptima, materiales, conocimiento, y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad, en el contexto de condiciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales, históricas y culturales”.

La Práctica de la Ingeniería comprende el estudio de factibilidad técnico-económica, investigación, desarrollo e innovación, diseño, proyecto, modelación, construcción, pruebas, optimización, evaluación, gerenciamiento, dirección y operación de todo tipo de componentes, equipos, máquinas, instalaciones, edificios, obras civiles, sistemas y procesos. Las cuestiones relativas a la seguridad y la preservación del medio ambiente constituyen aspectos fundamentales que la práctica de la ingeniería debe observar.

La definición de Ingeniería y Práctica de la Ingeniería brindan la descripción conceptual de las características del graduado y constituyen la base para el análisis de las cuestiones atinentes a su formación. Esto lleva a la necesidad de proponer un currículo con un balance equilibrado de competencias y conocimientos académicos, científicos, tecnológicos y de gestión, con formación humanística (Libro rojo de CONFEDI).

## Contenidos:

### **Unidad 1: Fundamentos prácticos de la electricidad y la electrónica.**

1.1.- Reconocimiento funcional de los efectos de la corriente eléctrica. Relaciones funcionales de fuentes y cargas. Relaciones entre tensión y corriente en un circuito eléctrico elemental.- (Circuitos simples. Armado y mediciones. Conductividad. Resistencia. Polaridad. Ley de Ohm.)

1.2.- Circuitos serie y paralelo elementales de uso práctico. Mediciones y previsión de funcionamiento en circuitos elementales de corriente continua y alterna. (Conexión serie-paralelo de resistores, pilas y lámparas. Mediciones y resolución práctica de circuitos de 1 y 2 mallas.

Aplicaciones de las leyes de Ohm y de Kirchhoff. Elaboración de hipótesis de averías.)

1.3.- Principios básicos de seguridad en instalaciones eléctricas.-

1.4.- Aplicaciones de baterías, transformadores, rectificadores y filtros. Especificaciones básicas de fuentes de alimentación sencillas (Mediciones en vacío y a plena carga, distinción entre corriente continua y alterna.)

1.5.- Circuitos prácticos con resistencias y capacitores. Desfase y constante de tiempo. Observación práctica de la integración y derivación con circuitos elementales.(Componentes electrónicos pasivos: resistor, capacitor, circuito RC, constante de tiempo).

1.6.-Diodos y transistores bipolares de unión. Funcionamiento y aplicaciones.

### **Unidad 2: Principios de medición de componentes y mediciones básicas en fuentes y generadores de señales.**

2.1.- Parámetros básicos que caracterizan las señales (amplitud, frecuencia, etc.).

2.2.- Aplicaciones del generador de funciones y del osciloscopio en mediciones básicas de circuitos electrónicos sencillos. Principales bloques funcionales de los instrumentos utilizados. (Osciloscopio, generador de señal, multímetro).

### **Unidad 3: Construcción de unidades funcionales electrónicas sencillas de utilidad práctica.**

3.1.- Prácticas de montaje y soldadura de componentes electrónicos.

3.2.- Criterios generales para el montaje y puesta en funcionamiento de circuitos electrónicos básicos (Criterios y procedimientos prácticos para organizar el trabajo)

3.3.- Criterios básicos para la presentación de información y para la evaluación destinada a mejorar los dispositivos realizados.

### **Unidad 4: Ciencia, Técnica y Tecnología**

4.1- La Técnica y la Tecnología.

4.2- Diferencias entre Técnica y Tecnología.

4.3- Diferencias entre Ciencia y Tecnología.

4.4- Definiciones de Tecnología.

4.5- Descubrimiento, invención e innovación.

### **Unidad 5: Ingeniería, Tecnología y Sociedad.**

5.1-El Ingeniero y el mundo modelado por la Tecnología

5.2- El Ingeniero, el hombre de la Tecnología.

5.3- Campo de Actividades del Ingeniero.

5.4- Las distintas especialidades y orientaciones de la Ingeniería en la realidad actual.

5.5- Informes escritos, documentos y planos en Ingeniería.

### **Unidad 6: Organización Industrial**

6.1- Organizaciones industriales y comerciales.

6.2- Distintas estructuras organizativas.

6.3- Mercadotecnia y desarrollo de producto.

- 6.4- La fábrica como unidad productiva. Sistemas de fabricación. Diferentes tipos de plantas industriales.
- 6.5- Planificación de la producción. Logística, aprovisionamiento, y optimización.
- 6.6- Métodos y tiempos. Sistemas de calidad.
- 6.7- Mantenimiento y su planificación.
- 6.8- Costos y precios. Costos fijos y variables. Sistemas de costeo.

## Metodología

En las clases se integran actividades teóricas, resolución de problemas y de laboratorio. Las actividades teóricas se realizan mediante exposiciones dialogadas donde el docente presenta los contenidos, o bien, los recupera a partir de las actividades de laboratorio. La materia toma en cuenta, entre otros, el enfoque de enseñanza para la comprensión, y el aprendizaje significativo en un entorno de interacción social en el laboratorio. Los desempeños de comprensión requieren actividades donde los estudiantes ponen en juego sus conocimientos previos y creencias y los van modificando, extendiendo, transfiriendo y aplicando. La enseñanza para la comprensión se sustenta en el aprendizaje constructivo, donde la nueva información modifica la estructura cognitiva de quien aprende.

En las actividades de resolución de problemas se proponen tipos de problemas y se reflexiona sobre sus características para sistematizar análisis más que presentar cantidad de ejercicios iguales y aplicar fórmulas. Se insiste en que los alumnos elaboren sus propios problemas y aprendan a transferir conocimientos a situaciones nuevas, sobre la base de ciertas analogías y modelos, admitiendo sus posibles límites y riesgos. El estudiante pone en práctica competencias y desarrolla criterios de resolución. El docente orienta la realización de las prácticas y la resolución de los problemas propuestos, trabajando con grupos de 4 alumnos en cada mesa de prácticas.

Por otra parte en las actividades de laboratorio el alumno verifica supuestos teóricos y arma circuitos en los que mide las distintas variables y comprende el funcionamiento de los dispositivos. El docente, observa el desarrollo de las actividades y obtiene indicios de la comprensión de los temas abordados y puede utilizar esta información como insumo para reforzar contenidos pobremente asimilados antes de cerrar la clase. Un cambio notable se reconoce en el rol docente, ya que su función más relevante es la de ser un facilitador que guía el aprendizaje.

A través de la realización de un trabajo final que consiste en el armado, puesta en funcionamiento y medición de un circuito electrónico básico el estudiante integra los conocimientos desarrollados en la materia.

Los alumnos cuentan con una presentación del docente de cada tipo de contenido, bibliografía de consulta, aula virtual y un canal en youtube de la materia con videos tutoriales de manejo de instrumentos a disposición del alumno antes, durante y después de cada clase (aula invertida).

# Evaluación

## EVALUACIÓN SUMATIVA

La evaluación sumativa se utiliza como medio de acreditar parte de la promoción de la materia, y consiste en dos parciales escritos y un trabajo final integrador. Se hace una devolución general a los alumnos de la evaluación realizada, a la que tienen acceso para revisar. La evaluación se considera un momento particular de aprendizaje, en que no se incorporan contenidos, sino que se acentúa la ejecución individual de prácticas utilizando los conocimientos y competencias disponibles, sobre las que el estudiante debe saber argumentar cómo y por qué resuelve de una determinada forma. Se minimizan las preguntas con opciones fijas e insta al estudiante a buscar caminos alternativos de resolución, explicación o verificación. Se da importancia al cálculo aproximado y a la comprensión global del problema. En general se trata que los alumnos integren aspectos prácticos y teóricos y valoren el papel de los distintos tipos de representaciones de modelos que conocen adquiriendo las competencias adecuadas.

## EVALUACIÓN FORMATIVA

La implementación de un modelo educativo basado en competencias, busca integrar el conocimiento con el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que componen una competencia. El desarrollo de las competencias se evalúa mediante rúbricas similares a las que se muestra a continuación (a modo de ejemplo), la cual se utiliza para evaluar el trabajo final integrador.

<b>Resultados de aprendizajes</b>	<b>Excelente</b>	<b>Muy bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>
<b>Arma el circuito de manera correcta</b>  <b>CE1.3.3</b>	La disposición de los componentes muestra prolijidad y esmero en el armado del mismo. El acceso a los puntos de medición es claro y fácil de identificar sin grandes complicaciones para realizar las mediciones.	La disposición de los componentes muestra cierta prolijidad y esmero en el armado. El acceso a los puntos de medición es bastante claro y teniendo ciertos cuidados es fácil de medir.	La disposición de los componentes muestra esfuerzo pero falta prolijidad y un poco más de dedicación. El acceso a los puntos de medición es poco claro y se deben tener muchos cuidados para realizar las mediciones sin tocar otros	La placa construida es desprolija y poco esmerada. Los puntos de medición son muy difíciles de encontrar y el uso de los espacios y disposición de los componentes impide una

			componentes cercanos.	medición segura y confiable.
<p><b>- interpreta el circuito.</b></p> <p><b>-Analiza los datos de medición</b></p> <p><b>CE1.3.3</b></p> <p><b>CE1.3.4</b></p> <p><b>CE8.B2</b></p>	<p>El estudiante sabe con seguridad qué está midiendo y por qué obtiene los valores o señales. Sabe explicar de manera clara dichas mediciones y el funcionamiento completo del circuito.</p>	<p>El estudiante conoce lo que está midiendo y por qué obtiene los valores o señales. Puede explicar las mediciones y el funcionamiento parcialmente del circuito.</p>	<p>El estudiante conoce algunas de las mediciones que realiza pero le cuesta explicar el origen de los valores o señales que obtiene. Comprende parcialmente el funcionamiento del circuito.</p>	<p>El estudiante no conoce con seguridad las mediciones que realiza y no puede explicar claramente los valores o señales que obtiene. No comprende muy bien el funcionamiento del circuito.</p>
<p><b>Produce documentación técnica.</b></p> <p><b>CG7.</b></p>	<p>El informe cuenta con todas las partes requeridas. Está desarrollado y redactado de forma clara y la organización de las partes del informe es muy buena.</p>	<p>El informe cuenta con la mayoría de lo requerido. El desarrollo y redacción del informe necesita algunas revisiones menores y la organización es buena.</p>	<p>El informe se encuentra algo incompleto en función de lo requerido. El desarrollo y redacción no es muy claro y requiere revisiones. Falta mejorar la organización y completar algunos puntos para que quede completo.</p>	<p>El informe carece de puntos importantes y el desarrollo y la redacción no son claros y es muy corto. No se encuentra bien organizado y falta bastante por completar.</p>
<p><b>Utiliza Escala adecuada de voltaje y tiempo en un osciloscopio</b></p> <p><b>CE1.3.4</b></p> <p><b>CE8.B2</b></p>	<p><b>La</b> El estudiante tiene seguridad y precisión en el uso de los instrumentos de medición. Conoce los controles y escalas y está familiarizado con las señales que debe obtener y cómo lograr una correcta visualización. Tiene los cuidados y precauciones necesarios para el manejo del instrumento.</p>	<p>El estudiante muestra cierta seguridad en el uso de los instrumentos. Luego de algunos intentos puede configurar la escala correcta y logra una correcta visualización. Tiene algunos cuidados y precauciones para el manejo del instrumento.</p>	<p>El estudiante se muestra inseguro a la hora de utilizar el instrumento. Necesita un poco de ayuda por parte del docente para encontrar la señal o valor y poder lograr una correcta visualización. Presta cierta atención a los cuidados y precauciones para utilizar el instrumento.</p>	<p>El alumno no consigue visualizar la señal o el valor dado que no conoce los controles del instrumento. Requiere del docente para obtener la señal buscada. No toma precauciones ni cuidados en el uso del instrumento.</p>

# Condiciones de aprobación

Para promocionar la materia los alumnos deben cumplir con:

- a) Asistencia del 80%
- b) Aprobar la totalidad de evaluaciones parciales.
- c) Aprobar el montaje de un dispositivo electrónico sencillo (trabajo final), con adecuada presentación escrita de sus especificaciones y mediciones de algunas etapas mediante uso de instrumentos utilizando las competencias adquiridas durante el cursado de la materia.

Los requisitos de regularidad de la asignatura son:

- a) Asistencia del 80%
- b) Aprobar cantidad de instancias de evaluación parciales establecidas en el régimen de estudiantes para alcanzar la regularidad.
- c) Aprobar el montaje de un dispositivo electrónico sencillo (trabajo final), con adecuada presentación escrita de sus especificaciones y mediciones de algunas etapas mediante uso de instrumentos utilizando las competencias adquiridas durante el cursado de la materia.

## Actividades prácticas y de laboratorio:

- 1.- Mediciones de tensión, resistencia y corriente en circuitos eléctricos elementales alimentados con continua
- 2.- Cálculo y medición de montajes en serie y paralelo de resistencias eléctricas.
- 3.- Resolución de problemas, graficación y medición de circuitos eléctricos resistivos en serie.
- 4.- Resolución de problemas, graficación y medición de circuitos eléctricos resistivos en paralelo.
- 5.- Resolución de problemas, graficación y medición de circuitos eléctricos resistivos serie - paralelo.
- 6.- Identificación, representación y resolución de problemas en montajes resistivos serie - paralelo de uso práctico generalizado.
- 7.- Cálculo, medición y resolución de problemas de circuitos eléctricos con diodos y resistencias en continua.
- 8.- Mediciones de transitorios de carga y descarga de capacitores en continua. Conexiones serie y paralelo
- 9.- Mediciones de tensión, corriente, período y frecuencia en circuitos alimentados con alterna.
- 10.- Uso de generadores de señales y mediciones de tensión y frecuencia con osciloscopio en circuitos RC
- 11.- Resolución de problemas y verificación práctica de la frecuencia de corte de circuitos RC.
- 12.- Cálculo aproximado y verificación práctica de circuitos rectificadores con filtro capacitivo.
- 13.- Proyecto elemental, montaje y medición de un circuito práctico sencillo.

## Resultados de aprendizaje

En este apartado se muestran el desagregado de competencias genéricas y específicas y los correspondientes resultados de aprendizaje con los que se evaluarán las mismas.

### **CG6:Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.**

6.a. Capacidad para identificar las metas y responsabilidades individuales y colectivas y actuar de acuerdo a ellas.

6.a.1. Ser capaz de asumir como propios los objetivos del grupo y actuar para alcanzarlos.

6.a.2. Ser capaz de proponer y/o desarrollar metodologías de trabajo acordes a los objetivos a alcanzar.

6.a.3. Ser capaz de respetar los compromisos (tareas y plazos) contraídos con el grupo y mantener la confidencialidad.

6.a.4. Ser capaz de escuchar y aceptar la existencia y validez de distintos puntos de vista.

6.a.5. Ser capaz de expresarse con claridad y de socializar las ideas dentro de un equipo de trabajo.

Resultados de aprendizajes:

1. Conoce cuales son los objetivos del grupo.
2. Ejecuta metodologías de trabajo acordes a los objetivos del grupo.
3. Comprende la responsabilidad de respetar los compromisos en el cumplimiento de tareas y plazos.
4. Comunica de manera adecuada sus ideas dentro del grupo.

### **CG7:Comunicarse con efectividad.**

7.a. Capacidad para producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas.

7.a.1 Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita.

7.a.2 Ser capaz de identificar el tema central y los puntos claves del informe o presentación a realizar.

7.a.3 Ser capaz de manejar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones.

7.a.4 Ser capaz de utilizar y articular de manera eficaz distintos lenguajes (formal, gráfico y natural).

Resultados de aprendizajes:

1. Comprende las instrucciones del docente y el archivo provisto por la cátedra para hacer el trabajo final.

2. Interpreta correctamente las consignas del docente.
3. Explica adecuadamente el funcionamiento del circuito.
4. Aplica las herramientas informáticas en la confección del informe.
5. Produce documentación técnica.

**CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.**

8.a. Capacidad para actuar con responsabilidad profesional y compromiso social

8.a.1. Ser capaz de comprender y asumir los roles de la profesión.

8.a.2. Ser capaz de considerar los requisitos de calidad y seguridad en todo momento.

8.a.3. Ser capaz de aplicar las regulaciones previstas para el ejercicio profesional.

8.a.4. Ser capaz de comprender y asumir las responsabilidades de los ingenieros en la sociedad.

8.a.5. Ser capaz de poner en juego una visión geopolítica actualizada para encarar la elaboración de soluciones, proyectos y decisiones.

8.a.6. Ser capaz de anteponer los intereses de la sociedad en su conjunto, a intereses personales, sectoriales, comerciales o profesionales, en el ejercicio de la profesión.

Resultados de aprendizajes:

1. Identifica las fuentes potenciales de peligro en el circuito bajo estudio.
2. Propone una clasificación del daño que contempla el posible rango de daño que surge del uso de dicha tecnología.
3. Elabora un criterio de admisibilidad de riesgo sin sub o sobrevaloraciones.
4. Identifica aquellas situaciones que implican un análisis costo beneficio.
5. Justifica la admisibilidad de riesgos empleando argumentos que incorporan las dimensiones: Salud, ambiente, factibilidad técnica, factibilidad económica.

**CE1.3.2: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección, modelos y utilización de los principales dispositivos electrónicos, activos y pasivos, a emplear en Ingeniería Electrónica.**

Resultados de aprendizajes:

1. Conoce, los dispositivos resistor, capacitor, diodo, pila y transformador.

2. Aplica criterios de selección de los dispositivos electrónicos como voltaje, corriente, ganancia, frecuencia, y temperatura, en función de las necesidades del diseño o aplicación.

3. Aplica criterios para seleccionar los modelos teóricos de Leyes de Kirchhoff, ley de Ohm, ecuación de diodo, ecuación de carga/descarga de capacitor para analizar comportamiento de circuitos eléctricos.

**CE1.3.3: Conocer las técnicas básicas de armado y fabricación de componentes, prototipos y equipos electrónicos.**

Resultados de aprendizajes:

1. Arma el circuito de manera correcta.
2. Domina las técnicas básicas de soldadura y montaje para ensamblar componentes electrónicos en placas de circuito impreso.
3. Realiza montajes de componentes de manera precisa respetando la conexión representada en circuitos esquemáticos.
4. Interpreta el circuito.

**CE1.3.4: Conocer los instrumentos, dominar las técnicas de medición y realizar mediciones de magnitudes eléctricas e interpretar sus resultados.**

Resultados de aprendizajes:

1. Selecciona la escala adecuada de un multímetro para medir las magnitudes voltaje, corriente y resistencia con precisión adecuada.
2. Utiliza la escala adecuada de voltaje y tiempo en un osciloscopio para medir amplitud, período y desfase de señales eléctricas de voltaje variables en el tiempo.
3. Analiza los datos de medición obtenidos, identificando problemas o irregularidades en los circuitos.
4. Utiliza los resultados de las mediciones para tomar decisiones informadas en el análisis, diseño y solución de problemas electrónicos.

**CE8.B1: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección y la modelización de los dispositivos eléctricos y electrónicos principales a emplear en Ingeniería Biomédica.**

Resultados de aprendizajes:

1. Conoce los dispositivos resistor, capacitor, diodo, pila y transformador.
2. Aplica criterios de selección de los dispositivos electrónicos como voltaje, corriente, ganancia, frecuencia, y temperatura, en función de las necesidades del diseño o aplicación.

3. Aplica criterios para seleccionar los modelos teóricos de Leyes de Kirchhoff, ley de Ohm, ecuación de diodo, ecuación de carga/descarga de capacitor para analizar comportamiento de circuitos eléctricos.

**CE8.B2: Realizar mediciones de magnitudes eléctricas e interpretación de sus resultados. Conocer los instrumentos y técnicas de medición.**

Resultados de aprendizajes:

1. Selecciona la escala adecuada de un multímetro para medir las magnitudes voltaje, corriente y resistencia con precisión adecuada.
2. Utiliza la escala adecuada de voltaje y tiempo en un osciloscopio para medir amplitud, período y desfase de señales eléctricas de voltaje variables en el tiempo.
3. Analiza los datos de medición obtenidos, identificando problemas o irregularidades en los circuitos.
4. Utiliza los resultados de las mediciones para tomar decisiones informadas en el análisis, diseño y solución de problemas electrónicos.

**Bibliografía:**

- Boylestad, R. (1998). Análisis introductorio de circuitos. México: Prentice-Hall.  
Boylestad, R. (1997). Fundamentos de electrónica. México: Prentice-Hall.  
Floyd, T. (2008). Dispositivos electrónicos. México: Pearson.  
Mandado Pérez, E. (1995). Instrumentación electrónica. Barcelona: Marcombo.  
Wolf, S. (2001). Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio. México: Prentice-Hall.  
Gay, A. (2009). La tecnología, el ingeniero y la cultura. Córdoba, AR: TEC



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** Programa Asignatura (IE25) Taller y Laboratorio

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 12 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.19 21:05:51 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.19 21:05:57 -03'00'

Asignatura: **Electrónica Digital 1**

Código:	RTF	10
Semestre: Tercero	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	32

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Taller y Laboratorio
- Informática y Cálculo Numérico

Contenido Sintético:

- Álgebra de Boole.
- Familias Lógicas.
- Circuitos Combinacionales.
- Circuitos y Sistemas Secuenciales.
- Sistemas y Códigos de Numeración.
- Aritmética Binaria.
- Lógica Programable.
- Conversión de Señales.
- Memorias.

Competencias Genéricas:

- CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- CG7: Comunicarse con efectividad.

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

## **Competencias Específicas**

- Códigos según planes de estudio de cada carrera.
- Intensidades en el plan de estudio de cada carrera.
- Se agrega un prefijo indicativo de cada carrera.

---

### **Competencias específicas para Ingeniería Electrónica:**

- IE-CE1.3.2: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección, modelos y utilización de los principales dispositivos electrónicos activos y pasivos a emplear en Ingeniería Electrónica.
- IE-CE1.3.3: Conocer las técnicas básicas de armado y fabricación de componentes, prototipos y equipos electrónicos.
- IE-CE1.4.1: Analizar, diseñar, sintetizar, simular, construir y probar circuitos y sistemas digitales para cualquier aplicación.
- IE-CE1.4.2: Analizar, diseñar e implementar circuitos lógicos, combinacionales y secuenciales, y sistemas de almacenamiento de datos para cualquier aplicación.
- IE-CE1.4.7: Analizar, diseñar, programar, implementar y evaluar soluciones basadas en lógicas programables, microcontroladores y microprocesadores.
- IE-CE1.4.8: Analizar, diseñar, implementar y probar circuitos de conversión de señal asociados a sistemas digitales.

### **Competencias específicas para Ingeniería Biomédica:**

- IB-CE8.B1: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección y modelización de los dispositivos eléctricos y electrónicos principales a emplear en Ingeniería Biomédica.
- IB-CE8.B3: Realizar el análisis y procesamiento de señales en tiempo continuo y tiempo discreto.

### **Competencias específicas para Ingeniería en Computación:**

- IC-CE4.1: Analizar, diseñar, sintetizar, simular, construir y probar circuitos y sistemas digitales para cualquier aplicación.
- IC-CE4.2: Analizar, diseñar e implementar circuitos lógicos, combinacionales.
- IC-CE4.7: Analizar, diseñar, programar, implementar y evaluar soluciones basadas en lógicas programables, microcontroladores y microprocesadores.
- IC-CE4.8: Analizar, diseñar, implementar y probar circuitos de conversión de señal asociados a sistemas digitales.

## Presentación

Electrónica Digital I es una asignatura dentro del descriptor “Concepto de Sistemas Digitales” dentro del bloque de “Tecnologías Aplicadas”. Pertenece al segundo año (tercer cuatrimestre) de la carrera de Ingeniería Electrónica y Computación y tercer año (quinto cuatrimestre) Biomédica.

Al momento de transitar este espacio curricular el estudiante ha cursado las primeras materias de física, matemáticas y fue introducido en el uso de instrumentos y técnicas de trabajo en la asignatura Taller y laboratorio, así como en las bases de la programación en la asignatura Informática, siendo en este espacio, el primero de su carrera en el que integre los conocimientos de las ciencias básicas en el desarrollo de soluciones aplicando conocimientos y tecnologías propios de la electrónica como especialidad.

La asignatura es la primera de un trayecto de tres, donde se abordará la electrónica digital como área del conocimiento, por lo que la asignatura brindará la primera aproximación a esta disciplina, a través del estudio y aplicación de la matemática discreta, lógica combinacional y secuencial, dispositivos lógicos programables (PLD), unidades aritmético lógicas, y sistemas de adquisición y almacenamiento de datos, para luego, en las subsiguientes materias, abordar microprocesadores hasta llegar a sistemas embebidos.

A través del cursado de la asignatura el alumno desarrollará las competencias propuestas.

La electrónica digital está presente en un extenso, variado y creciente universo de aplicaciones electrónicas constituyéndose en un basamento fundamental en el perfil profesional del ingeniero electrónico, en computación y biomédico.

La asignatura está pensada desde un enfoque constructivista, centrado en el estudiante, donde se proponen una serie de actividades de desarrollo que el estudiante debe desarrollar, implementar y verificar su funcionamiento experimentalmente. Se pretende con esto desarrollar las competencias profesionales propuestas desde el aprender haciendo, la experimentación y el descubrimiento, y desarrollar la capacidad de manejar instrumental de laboratorio propio de la disciplina.

# Contenidos

## **Unidad 1. Álgebra de Boole.**

Definiciones, postulados y teoremas. Proposiciones. Funciones y variables lógicas. Teorema de De Morgan. Tablas de Verdad. Funciones AND, OR, NOT, OR EXCLUSIVA, NAND, NOR, NOR EXCLUSIVA. Compuertas. Universalidad de las compuertas NAND y NOR.

## **Unidad 2. Circuitos Combinacionales.**

Generalidades. Términos mínimos y máximos. Simplificación de funciones lógicas. Método analítico y método de Karnaugh. Funciones incompletas. Multifunciones. Simplificación de multifunciones. Problemas y aplicaciones.

## **Unidad 3. Circuitos combinacionales integrados.**

Escala de integración de circuitos integrados. Circuitos SSI, MSI, LSI, VLSI, ejemplos. Circuitos de Escala de Integración Media (MSI). Decodificadores, codificadores, codificadores de prioridad, comparadores binarios, sumadores binarios, multiplexores y demultiplexores. Implementaciones de funciones lógicas empleando componentes MSI. Problemas y aplicaciones.

## **Unidad 4. Circuitos secuenciales integrados. Memoria elemental**

Principio de Realimentación. Biestable SR, JK, T, y D. Tablas de Verdad y de Transiciones. Flip - flops. Flip - flops sincronizados por nivel y por flanco. Entradas asincrónicas. Flip - flop maestro esclavo. Contadores síncronos y asíncronos. Contador asincrónico "ripple counter". Registro de desplazamiento. El flip – flop como unidad elemental de memoria.

## **Unidad 5. Sistemas secuenciales.**

Codificación y diagrama de estados. Métodos de resolución de sistemas secuenciales, método de "1 entre N", método "del decodificador" y método clásico con flip – flops JK. Introducción a la teoría de autómatas; formas de Meally y de Moore. Problemas y aplicaciones.

## **Unidad 6. Sistemas y códigos de numeración.**

Representación de números. Sistemas. Sistemas de numeración decimal, binario, octal y hexadecimal. Operaciones. Complemento a 1, a 2 y a 9. Códigos binarios. Códigos ponderados y no ponderados. Propiedades de los códigos. Ejemplo de código detector y corrector de errores.

## **Unidad 7. Aritmética binaria.**

Suma y resta binaria. Circuito semisumador y sumador total. Representación de números negativos. Circuito sumador-restador. Suma serie y paralela. Sumador de acarreo anticipado. Multiplicación y división binarias.

## **Unidad 8. Familias lógicas.**

Dispositivos semiconductores. Transistores BJT, FET y MOSFET. Familias RTL y DTL. Familia TTL Standard y TTL LS. Principio de funcionamiento y características generales. El tercer estado. Familia ECL e IIL. Familia MOS. Familia CMOS. Comparación entre las principales tecnologías. Componentes BiCMOS.

### **Unidad 9. Lógica programable.**

Dispositivos Lógicos Programables (PLD), generalidades. PAL y GAL. Dispositivos lógicos programables avanzados, EPLD y FPGA. Generalidades. Herramientas de diseño.

### **Unidad 10. Conversión de señales.**

Señales analógicas y digitales. Teorema del muestreo. Conversión analógica digital, rango dinámico, cuantificación, resolución digital, consideraciones sobre el ruido. Conversores Digital - Analógico de Resistores Ponderados y R-2R. Conversores Analógico - Digital de Rampa Digital Simple, de Doble Rampa Analógica, de Aproximaciones Sucesivas y de Comparadores Paralelos (Flash). Circuito de

Muestreo y Retención (S/H). Multiplexación de señales. Sistemas de Adquisición y conversión de datos. Problemas y aplicaciones.

### **Unidad 11. Memorias.**

Dispositivos de almacenamiento de datos, tipos. Memorias semiconductoras. ROM, PROM, EPROM, EEPROM, RAM, Flash. Memorias estáticas y dinámicas. Organización de bancos de memoria. Mapeo. Problemas y aplicaciones.

## **Metodología**

El desarrollo general de la asignatura se basa en clases teórico-prácticas, y proyectos de laboratorio. Las primeras utilizan las estrategias de exposición dialogada, y resolución de problemas. Las segundas utilizan aprendizajes basados en proyectos, donde trabajando en equipo el alumno descubre, consolida, y utiliza lo aprendido en proyectos que integran los principales ejes que atraviesan la asignatura.

Las competencias adquiridas se evidencian al momento de construir los prototipos que integran cada proyecto, mayoritariamente durante las horas no presenciales, estimulando el aprendizaje autónomo y el trabajo en equipo.

Cada proyecto culmina con un informe escrito del equipo, siguiendo ciertas normas (formato, contenido mínimo, citado de fuentes, etc.) y con una explicación oral individual del funcionamiento de las distintas partes a requerimiento del docente.

Además de las horas presenciales de clase y consulta ofrecidas por los docentes, los alumnos tienen disponible el material de estudio, clases grabadas, las consignas de los proyectos, foros para realizar comentarios y consultas a docentes y compañeros, y ejercicios de autoaprendizaje en el aula virtual de la asignatura dentro del Campus Virtual de la FCEFyN.

## Evaluación

En el marco de la propuesta teórico-práctica el equipo de cátedra ha decidido realizar el seguimiento de los alumnos con una propuesta de evaluación formativa.

La evaluación consta de dos instancias de parciales teórico-prácticos escritas, cada una con un recuperatorio. Estos parciales buscan hacer manifiestos los conocimientos y competencias adquiridas a través de casos prácticos (análisis o diseño de soluciones circuitales, resolución de problemas, etc) y/o respuestas a preguntas conceptuales. Constituyen una evaluación formativa, ya que luego los alumnos reciben una realimentación de los errores cometidos, además de resolver los temas del parcial en la clase siguiente.

Los trabajos prácticos de laboratorio se presentan en forma grupal, pero con preguntas individuales. Al momento de presentar los prototipos de cada proyecto desarrollado, los alumnos explican individualmente las diferentes partes que componen el proyecto en su totalidad (criterios de diseño, cálculos, fuentes consultadas, etc.), y particularmente detalles constructivos del prototipo. En ese momento, el alumno deja traslucir su participación en el equipo, el rol y peso de sus decisiones, su capacidad de comunicar detalles de diseño, y su correcto manejo y comprensión de las decisiones tecnológicas presentes en el prototipo.

Cualquier pregunta no satisfactoriamente contestada por un alumno es trasladada al siguiente miembro del equipo. Si ninguno completa satisfactoriamente la explicación, el docente guía a los alumnos del equipo para que descubran las razones del comportamiento observado del prototipo, convirtiendo el proceso en una evaluación formativa. Esta es una oportunidad de diferenciar las competencias adquiridas individualmente, y reflejarlas en la nota individual de cada alumno para ese proyecto.

Para evaluar las competencias de lo producido por todo el equipo, se utilizan los siguientes criterios de evaluación:

*Del funcionamiento del prototipo:*

- Concreción de la funcionalidad esperada.
- Decisiones tecnológicas.
- Calidad constructiva.
- Eficiencia en el diseño.
- Mediciones de las principales variables

*Del informe:*

- Escritura académica.
- Originalidad, integración y pertinencia de conceptos. Citado de fuentes.
- Claridad en la formulación de las producciones.
- Puntualidad en la entrega de las producciones.
- Comunicación efectiva.

*De la exposición:*

- Vinculación teoría práctica.
- Movilización del conocimiento.
- Comunicación efectiva
- Trabajo en equipo.

Además, para los trabajos prácticos de laboratorio, se cuenta con una rúbrica [r1] para informar al alumno qué se espera de él y como su desempeño se reflejará en la nota de cada trabajo práctico.

CATEGORIA	10 a 9	8 a 6	5 a 3	2 a 0
<b>Implementación del circuito (peso 50%)</b>	- Funcionando todas sus partes. - Bien diseñado. - Los chips no están exigidos (corriente de salida, etc) - La parte analógica funciona bien. - El cableado es claro y prolijo. - Los niveles lógicos son apropiados.	- Funcionando casi todas sus partes. - Bien diseñado. - Los chips están exigidos (corriente de salida, etc) - La parte analógica funciona regular. - El cableado es poco claro y prolijo. - Los niveles lógicos están algo comprometidos.	- Funcionando muy pocas partes. - Diseño defectuoso. - Los chips están exigidos (corriente de salida, etc) - La parte analógica funciona regular. - El cableado es poco claro y prolijo. - Los niveles lógicos no son los apropiados.	- El circuito no funciona. - El diseño es malo o inexistente. - Los chips están exigidos (corriente de salida, etc) - La parte analógica no funciona. - El cableado es defectuoso. - Los niveles lógicos no son los apropiados.
<b>Entrevista individual (peso 30%)</b>	- Comprende perfectamente lo que sucede en el circuito. - Maneja e interpreta correctamente el instrumental. - Responde correctamente a situaciones alternativas.	- Comprende aceptablemente lo que sucede en el circuito. - Maneja e interpreta parcialmente el instrumental. - Responde pobremente a situaciones alternativas.	- Comprende parcialmente lo que sucede en el circuito. - Maneja e interpreta pobremente el instrumental. - Responde incorrectamente a situaciones alternativas.	- No comprende lo que sucede en el circuito. - No maneja ni interpreta pobremente el instrumental. - No responde a situaciones alternativas.
<b>Informe de laboratorio OBLIGATORIO (peso 20%)</b>	- Incluye las partes acordadas. - La consigna está claramente explicada. - El desarrollo está correctamente detallado. - Los circuitos se presentan de forma clara. - Las conclusiones son claras. - La descripción de la experiencia es completa y clara.	- Incluye la mayoría de las partes acordadas. - La consigna está aceptablemente explicada. - El desarrollo está suficientemente detallado. - Los circuitos se presentan aceptablemente claros. - Las conclusiones son suficientes. - La descripción de la experiencia es aceptable.	- Incluye sólo algunas de las partes acordadas. - La consigna está pobremente explicada. - El desarrollo está pobremente detallado. - Los circuitos se presentan de manera poco clara. - Las conclusiones son insuficientes. - La descripción de la experiencia es pobre.	- Incluye sólo algunas de las partes acordadas. - La consigna no está explicada. - El desarrollo no está pobremente. - Los circuitos no se presentan o se presentan incorrectamente. - Las conclusiones son incorrectas. - La descripción de la experiencia no corresponde con el trabajo o está ausente.

Los parciales combinados con la evaluación de los proyectos son un complemento apropiado para poner de manifiesto los conceptos y competencias adquiridas individualmente.

## Condiciones de aprobación

- **Condiciones de regularización**
  - 80% de asistencia a clases prácticas.
  - Todos los trabajos prácticos de laboratorio aprobados con al menos el 60% o más de los criterios de evaluación expresados en la sección anterior.
  - Aprobación de los resultados de aprendizaje, con el 60% o más.
  - Aprobación de uno de los dos parciales con el 60% o más de los contenidos evaluados, o su recuperatorio.
- **Condiciones de aprobación por promoción (no requiere examen final)**
  - Todas las condiciones de regularización expuestas anteriormente.
  - Aprobación de los dos parciales con el 60% o más de los contenidos evaluados, o sus recuperatorios.
- **Condiciones de aprobación por examen final**
  - Todas las condiciones de regularización expuestas anteriormente.
  - Aprobación de un examen final con el 60% o más de los contenidos evaluados.

Para la nota final se promedian las notas de todos los trabajos prácticos de laboratorio, y el resultado se promedia con las notas de los parciales, es decir que quedará compuesta por la siguiente polinómica:

$$\text{Nota} = \frac{1}{3} (\text{Nota promedio de los trabajos prácticos de laboratorio}) + \frac{1}{3} (\text{Nota Parcial 1}) + \frac{1}{3} (\text{Nota Parcial 2})$$

## Actividades prácticas y de laboratorio

Los trabajos prácticos de laboratorio se realizan en aulas con suficientes bocas de alimentación eléctrica, y cercanas al pañol de electrónica de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. El instrumental disponible en el pañol para el armado y testeado de los prototipos es el siguiente:

- Multímetros.

- Osciloscopios.
- Generadores de señales.
- Fuentes de alimentación.
- Placas de desarrollo.

A principio del cuatrimestre se informa en clase y en el Laboratorio de Enseñanza Virtual los elementos electrónicos activos y pasivos que deberá adquirir cada equipo, así como una placa experimental protoboard para desarrollar los prototipos.

Los trabajos prácticos de laboratorio desarrollados en el cuatrimestre son los siguientes.

- **TP1 – Circuitos Combinacionales:** En este trabajo práctico de laboratorio se los alumnos resuelven un caso utilizando lógica binaria, álgebra de Boole, leyes de De Morgan, y mapas de Karnaugh. Luego del diseño, los alumnos implementan el resultado en un prototipo construido sobre una protoboard. El prototipo se construye utilizando elementos pasivos como capacitores, resistores, displays, leds, switches, botones, y elementos activos como transistores, circuitos de baja integración (compuertas NAND y NOR de dos entradas). Para comprobar el diseño, el alumno puede utilizar herramientas de software como simuladores, editores de diagramas lógicos y topológicos. Para elaborar el informe puede utilizar editores de texto, herramientas de diseño gráfico, etc.

- **TP2 – Circuitos Secuenciales:** En este trabajo práctico de laboratorio se presenta un caso a resolver con una máquina de estados, para lo cual se apoya en lo aprendido y las herramientas utilizadas en el TP1, y se presentan diferentes usos de flip-flops, decodificadores, contadores, osciladores estables, y otros circuitos de escala de integración media. Se presentan y ejercitan diferentes métodos de diseño de una máquina de estados previo al diseño y desarrollo del caso que se prototipará, también usando componentes instalados en una protoboard. Este trabajo práctico es también una oportunidad para continuar utilizando herramientas simulación, edición de circuitos lógicos y topológicos, editores de texto y herramientas de diseño gráfico.

- **TP3 – Aritmética Binaria:** En este trabajo práctico de laboratorio los alumnos desarrollan una Unidad Aritmética y Lógica (ALU) con una FPGA. Para ello deben aplicar los conocimientos de códigos binarios, operaciones aritméticas de suma y resta en complemento a 2, y el uso de circuitos de integración media. Los alumnos desarrollan el prototipo en un ambiente de trabajo en software asociado a la FPGA, simulan el comportamiento de los diferentes bloques y de la ALU completa, y descargan el diseño producido en una placa de desarrollo educativo. Para implementar el prototipo, los alumnos utilizan diferentes estrategias de diseño de la FPGA, como son la programación de bloques en lenguaje VHDL, y la inserción de bloques de librería. Finalmente, los alumnos comprueban el funcionamiento del prototipo ante el profesor, realizando operaciones lógicas y aritméticas.

- **TP4 – Sistema de adquisición y almacenamiento de datos:** En este trabajo práctico de laboratorio los alumnos diseñan e implementan en una protoboard un circuito de adquisición y almacenamiento de datos. Para que el alumno ejercite los conocimientos adquiridos, se realizan ejercicios con diferentes variantes de adquisición y almacenamiento. Luego utilizan un circuito integrado de conversión analógico a digital (ADC), contadores binarios, memorias y elementos pasivos para construir la etapa de adquisición, almacenamiento, y conversión a analógico nuevamente mediante un conversor digital a analógico (DAC). Finalmente, los alumnos comprueban el funcionamiento del prototipo ante el profesor, realizando conversiones y almacenamiento de señales de un generador de señales, o de valores derivados de un potenciómetro.

## Resultados de Aprendizaje

Los resultados de aprendizaje a promover en el desarrollo de la asignatura son once, en relación con el descriptor “Concepto de Sistemas Digitales” dentro del bloque de “Tecnologías Aplicadas”.

En la enumeración de resultados de aprendizaje siguiente, llamamos “sistemas digitales abarcados” por la materia a los circuitos lógicos, combinacionales, secuenciales, de lógica programable, conversores analógico-digital-analógico, y de almacenamiento, que integran un sistema digital.

**RA1:** Entender los conceptos básicos presentes en los sistemas digitales abarcados.

**RA2:** Relacionar los conceptos básicos presentes en los sistemas digitales abarcados.

**RA3:** Interpretar los conceptos presentes en los diferentes componentes de los sistemas digitales abarcados.

**RA4:** Aplicar conceptos de los sistemas digitales abarcados para crear nuevas soluciones.

**RA5:** Combinar diferentes componentes para formar un sistema digital abarcado.

**RA6:** Codificar soluciones digitales simples en dispositivos de lógica programable.

**RA7:** Crear condiciones de prueba y medir diferentes parámetros de un circuito digital a fin de verificar su correcto funcionamiento.

**RA8:** Montar circuitos digitales en placas educativas y en dispositivos de lógica programable.

**RA9:** Exponer oralmente los principios técnicos y funcionales intervinientes en los circuitos digitales construidos.

**RA10:** Producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas.

**RA11:** Desempeñar distintos roles, según lo requiera la tarea, la etapa del proceso y la conformación del equipo.

A continuación, se indican las competencias genéricas, y los resultados de aprendizaje que las construyen. También se indican las unidades de contenidos y las actividades prácticas de laboratorio donde se desarrollan, y las instancias de evaluación en las que están presentes.

<b>Competencia Genérica</b>	<b>Resultados de Aprendizaje</b>	<b>Instancia de desarrollo</b>	<b>Instancia de Evaluación</b>
CG2, CG4	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6, RA7, RA8	Todas las unidades. Todos los Trabajos Prácticos.	P1, P2, TP1, TP2, TP3, TP4
CG6	RA11	Todos los Trabajos Prácticos	TP1, TP2, TP3, TP4
CG7	RA9, RA10	Todas las unidades. Todos los Trabajos Prácticos.	P1, P2, TP1, TP2, TP3, TP4

A continuación, se indican las competencias específicas, los resultados de aprendizaje que las construyen. También se indican las unidades de contenidos y las actividades prácticas y de laboratorio donde se desarrollan, y las instancias de evaluación en las que están presentes.

<b>Competencia Específica</b>	<b>Resultados de Aprendizaje</b>	<b>Unidad de Contenido y Trabajos Prácticos</b>	<b>Instancia de Evaluación</b>
IE-CE1.3.2 IB-CE8.B1	RA1, RA2, RA10	Unidades 1, 3, 4, 7. 8, 9, 10, 11  Trabajo Práctico 1, 2, 3, 4	P1, P2,  TP1, TP2, TP3, TP4
IE-CE1.3.3 IB-CE8.B1	RA1, RA2, RA10	Unidad 8, 11  Trabajo Práctico 1, 2, 4	P1,  TP1, TP2, TP3, TP4
IE-CE1.4.1 IB-CE8.B1 IB-CE8.B3 IC-CE4.1	RA3, RA4, RA5, RA7, RA8, RA10,	Unidades 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11  Trabajo Práctico 1, 2, 3, 4	P1, P2,  TP1, TP2, TP3, TP4
IE-CE1.4.2 IB-CE8.B1 IB-CE8.B3 IC-CE4.2	RA3, RA4,  RA8, RA9, RA10, RA11	Unidades 1, 2, 3, 4, 5, 11  Trabajo Práctico 1, 2, 4	P1, P2,  TP1, TP2, TP3, TP4
IE-CE1.4.7 IB-CE8.B1 IB-CE8.B3 IC-CE4.7	RA3, RA4  RA6, RA7, RA8 RA9, RA10, RA11	Unidades 6,7,9  Trabajo Práctico 3	P2,  TP3
IE-CE1.4.8 IB-CE8.B1 IB-CE8.B3 IC-CE4.8	RA3, RA4  RA7, RA8, RA9, RA10, RA11	Unidad 10  Trabajo Práctico 4	P2,  TP4

## Bibliografía

- Taub y Donald Schilling (1984), Electrónica Digital Integrada, Herbert, Mc Millan´s Editors.
- Ronald J. Tocci, (2003) Sistemas Digitales: Principios y Aplicaciones, (4ta. y 5ta. Edición) Prentice Hall.
- Enrique Mandado (2007), Sistemas Electrónicos Digitales (6ta. Edición), Marcombo S.A.
- Javier García Zubía (2003), Problemas resueltos de Electrónica Digital, Ed.Thomson
- Manuales TTL.
- Manuales CMOS
- Manuales Adquisición de Datos.



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** Programa Asignatura (IE25) Electrónica Digital 1

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 13 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.19 21:17:55 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.19 21:18:00 -03'00'

Asignatura: **Electrónica Analógica 1**

Código:	RTF	6
Semestre: Sexto	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Básicas	Horas de Práctica	24

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Dispositivos Electrónicos
- Teoría de Circuitos

Contenido Sintético:

- Modelo de señal débil.
- Amplificadores de una etapa.
- Amplificadores de potencia.
- Amplificadores Diferenciales.
- Respuesta en frecuencia.
- Optoelectrónica.
- Aplicaciones y consideraciones de diseño.

Competencias Genéricas:

- CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG9: Aprender en forma continua y autónoma.

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

## Competencias Específicas:

CE1.1: Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradiantes, para brindar soluciones óptimas de acuerdo a las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales.

CE1.3.1: Conocer, interpretar y emplear las técnicas, tecnologías, principios físicos y matemáticos y herramientas necesarias para el planteo, interpretación, modelización, análisis, resolución de problemas, diseño e implementación de circuitos y sistemas electrónicos.

CE1.3.2: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección, modelos y utilización de los principales dispositivos electrónicos, activos y pasivos, a emplear en Ingeniería Electrónica.

CE1.3.3: Conocer las técnicas básicas de armado y fabricación de componentes, prototipos y equipos electrónicos.

CE1.7.1: Analizar, diseñar, simular y probar dispositivos, circuitos y sistemas electrónicos para la generación, manejo, amplificación, procesamiento y acondicionamiento de energía eléctrica y señales de distinta naturaleza.

## Presentación

La asignatura Electrónica Analógica 1 se dicta en el sexto semestre (tercer año) de la carrera Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional de Córdoba. Esta materia es la introducción al estudio, análisis y diseño de circuitos electrónicos analógicos, un pilar fundamental en la formación de ingenieros electrónicos.

El curso aborda temas básicos tales como modelo de señal débil, amplificadores de una etapa, amplificadores de potencia, fundamentos de amplificadores diferenciales, respuesta en frecuencia y optoelectrónica. Los estudiantes exploran cómo amplificar señales débiles de manera eficiente, diseñar amplificadores de una sola etapa, analizar amplificadores de potencia y amplificadores diferenciales, comprender la respuesta en frecuencia de los circuitos y entender la convergencia de la electrónica y la óptica en la optoelectrónica.

Este curso proporciona a los futuros ingenieros electrónicos habilidades fundamentales que le permitirán el abordaje de temas y aplicaciones más complejas, tales como amplificadores multietapas o estabilidad. En materias previas se han estudiado circuitos simples con transistores, mientras que aquí se amplía y profundiza el trabajo con estos componentes, tratando temas como circuito lineal equivalente, cálculos de ganancia e impedancias, potencias, etc. En materias subsiguientes utilizarán las capacidades desarrolladas aquí para el abordaje de temas más complejos.

La materia mantiene un enfoque constructivista y desarrolla las competencias básicas para el trabajo con los circuitos analógicos fundamentales, así como el armado y medición de prototipos.

## Contenidos

### DIODOS

Métodos de análisis de circuitos lineales asociadas a componentes no lineales. Solución gráfica y analítica. Análisis de circuitos con diodos rectificadores en pequeña señal. Modelos lineales equivalentes. Análisis de circuitos con diodos zener. Aplicaciones. Optodiodos, características y aplicaciones. Circuitos con diodos en señal fuerte. Rectificadores de media onda y onda completa. Fuentes de alimentación Parámetros característicos. Métodos de filtrado. Regulación.

### TRANSISTORES BIPOLARES

Transistor de juntura. Efecto Transistor. Características de entrada y salida. Características de transferencia. Modelos equivalentes. Análisis de la estabilidad del punto de reposo. Técnicas de polarización. Análisis gráfico de operación. Rectas de polarización y de carga. Capacidades de acoplamiento y desacoplamiento. Clases de operación de los amplificadores (A, B, C y D). Amplificadores de Potencia. Relaciones de potencia en el amplificador clase A. Rendimiento. Modos de operación (E-C, C-C, y B-C). Optotransistores, Características, Aplicaciones. Modelos lineales equivalentes para pequeña señal en parámetros híbridos.

### TRANSISTORES DE EFECTO DE CAMPO

Transistor de Efecto de campo de juntura JFET. Características de transferencia. Características de salida. Técnicas de polarización. Análisis de la estabilidad del punto de reposo. Transistores MOSFET. Características de transferencia. Análisis gráfico de

operación. Rectas de Carga en CC y CA. Aplicaciones. Modelos lineales equivalentes para pequeña señal y bajas frecuencia. Análisis de las diferentes configuraciones amplificadoras en pequeña señal (S-C, G-C y D-C). Reflexión de impedancias.

#### RESPUESTA EN FRECUENCIA DE AMPLIFICADORES.

Análisis de la respuesta en baja frecuencia de amplificadores monoetapa con transistores BJT y FET's. Efecto de los capacitores de acoplamiento y desacoplamiento. Función de transferencia en baja frecuencia. Diseño de la respuesta. Criterios de cálculo de los capacitores asociados. Análisis de la respuesta en alta frecuencia. Modelo en alta frecuencia del transistor bipolar. Producto ganancia ancho de banda. Efecto Miller. Análisis de la respuesta de las configuraciones básicas bipolares. Modelo en alta frecuencia del transistor de efecto de campo. Análisis de la respuesta de las configuraciones típicas. Aplicaciones. Mediciones de ganancia, impedancias de entrada, impedancia de salida y respuesta en frecuencia de amplificadores.

#### AMPLIFICADOR DIFERENCIAL

Circuito y funcionamiento básico en señal fuerte. Modo común, modo diferencial, Relación de Rechazo de Modo Común (RRMC).

#### DISEÑO DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS

Especificaciones. Consideraciones de Diseño. Armado y prueba de prototipos. Mediciones básicas con instrumental electrónico.

## Metodología

El enfoque se basa en una combinación de exposiciones teórico-prácticas dialogadas y el uso principal del pizarrón como herramienta visual. Además, se destacan las prácticas de resolución de problemas, de acuerdo con el calendario establecido, y los trabajos de laboratorio, donde se aplica lo visto en clases teórico-prácticas y se desarrollan habilidades de armado de prototipos y mediciones con instrumentos.

En cuanto a las exposiciones teórico-prácticas dialogadas, esto implica que el profesor presenta el contenido de manera interactiva, fomentando la participación de los estudiantes y el diálogo para profundizar en los conceptos. Esta metodología facilita la comprensión y el aprendizaje a través de la interacción directa entre el profesor y los alumnos.

El uso fundamental del pizarrón como recurso visual indica que se emplea para ilustrar los conceptos teóricos y realizar demostraciones visuales en tiempo real. El pizarrón puede utilizarse para dibujar diagramas de circuitos, ecuaciones, gráficos u otros elementos que ayuden a visualizar y comprender los temas tratados.

En el caso de amplificadores diferenciales, y con el fin de promover el aprendizaje autónomo, se brinda a los estudiantes el material necesario y se permite que ellos solos realicen un primer estudio del mismo. Luego se trata el tema con exposiciones dialogadas e interacciones entre alumnos y docentes.

En cuanto a las prácticas de resolución de problemas, se sigue un calendario específico según una planificación y programación de actividades, en las que los estudiantes deben resolver problemas relacionados con los contenidos teóricos. Estas prácticas permiten a los alumnos aplicar los conceptos aprendidos, desarrollar habilidades de resolución de problemas y reforzar su comprensión de la materia.

Los trabajos de laboratorio se estructuran en cuatro fases. La primera fase implica el análisis teórico, donde los estudiantes estudian y comprenden los conceptos y principios detrás del experimento que realizan. En la segunda fase, se lleva a cabo la simulación electrónica utilizando una herramienta adecuada a tal fin, que permite a los alumnos simular el comportamiento de los circuitos antes de construirlos físicamente. En la tercera fase, se realiza el armado y la medición del prototipo en el laboratorio. Los estudiantes ponen en práctica lo aprendido y construyen el circuito, llevando a cabo mediciones y adquiriendo datos experimentales. Por último, en la cuarta fase, se analizan y discuten los resultados obtenidos, relacionándolos con la teoría y extrayendo conclusiones.

Este enfoque combina la teoría, la resolución de problemas y la experimentación práctica, lo que permite a los estudiantes conectar los conceptos teóricos con su aplicación concreta en circuitos electrónicos. Al seguir estas fases, los alumnos tienen la oportunidad de comprender, aplicar y evaluar los conceptos y principios de la electrónica analógica en un entorno de laboratorio controlado y guiado.

## Evaluación

El proceso de evaluación en el curso de Electrónica Analógica 1 se realiza mediante evaluaciones sumativas y formativas, tanto en aula como en laboratorio, y en ambos casos se abarcan conceptos teóricos y resolución de problemas relacionados con circuitos con diodos, transistores y amplificadores monoetapa. Además, se evalúa los trabajos prácticos en el laboratorio donde los estudiantes aplican sus conocimientos en el análisis, diseño, armado y medición de circuitos. Asimismo, se evalúa la capacidad de comunicación a través de la participación y entrega de tareas para una evaluación continua y permanente. Se brinda una retroalimentación constructiva para favorecer el aprendizaje y el desarrollo de las competencias.

La evaluaciones se realizan utilizando rúbricas diseñadas a tal efecto, basadas en los siguientes niveles de desarrollo de competencias:

Criterio de Evaluación: CE1.1 - Diseño de Sistemas Electrónicos

- Nivel Insuficiente (0-1 punto): No demuestra comprensión de los conceptos relacionados con el diseño de sistemas electrónicos.
- Nivel Básico (2-3 puntos): Demuestra una comprensión limitada de los conceptos de diseño de sistemas electrónicos, pero no puede aplicarlos de manera efectiva.
- Nivel Competente (4-5 puntos): Demuestra una comprensión sólida de los conceptos de diseño de sistemas electrónicos y puede aplicarlos de manera efectiva en situaciones concretas.
- Nivel Sobresaliente (6-7 puntos): Demuestra una comprensión excepcional de los conceptos de diseño de sistemas electrónicos y puede aplicarlos de manera creativa y efectiva.

Criterio de Evaluación: CE1.3.1 - Técnicas y Tecnologías Electrónicas

- Nivel Insuficiente (0-1 punto): No demuestra comprensión de las técnicas y tecnologías electrónicas.
- Nivel Básico (2-3 puntos): Demuestra una comprensión limitada de las técnicas y tecnologías electrónicas, pero no puede aplicarlas de manera efectiva.

- Nivel Competente (4-5 puntos): Demuestra una comprensión sólida de las técnicas y tecnologías electrónicas y puede aplicarlas de manera efectiva en situaciones concretas.
- Nivel Sobresaliente (6-7 puntos): Demuestra una comprensión excepcional de las técnicas y tecnologías electrónicas y puede aplicarlas de manera creativa y efectiva.

Criterio de Evaluación: CE1.3.2 - Dispositivos Electrónicos

- Nivel Insuficiente (0-1 punto): No demuestra comprensión de los dispositivos electrónicos.
- Nivel Básico (2-3 puntos): Demuestra una comprensión limitada de los dispositivos electrónicos, pero no puede explicar sus características o criterios de selección.
- Nivel Competente (4-5 puntos): Demuestra una comprensión sólida de los dispositivos electrónicos, sus características y criterios de selección.
- Nivel Sobresaliente (6-7 puntos): Demuestra una comprensión excepcional de los dispositivos electrónicos y puede explicar sus características de manera detallada.

Criterio de Evaluación: CE1.3.3 - Técnicas de Armado y Fabricación

- Nivel Insuficiente (0-1 punto): No demuestra comprensión de las técnicas de armado y fabricación.
- Nivel Básico (2-3 puntos): Demuestra una comprensión limitada de las técnicas de armado y fabricación, pero no puede aplicarlas de manera efectiva.
- Nivel Competente (4-5 puntos): Demuestra una comprensión sólida de las técnicas de armado y fabricación y puede aplicarlas en la construcción de componentes y equipos electrónicos.
- Nivel Sobresaliente (6-7 puntos): Demuestra una comprensión excepcional de las técnicas de armado y fabricación y puede aplicarlas de manera creativa y efectiva en proyectos electrónicos.

Criterio de Evaluación: CE1.7.1 - Análisis y Diseño de Circuitos Electrónicos

- Nivel Insuficiente (0-1 punto): No demuestra comprensión de cómo analizar y diseñar circuitos electrónicos.
- Nivel Básico (2-3 puntos): Demuestra una comprensión limitada de cómo analizar y diseñar circuitos electrónicos, pero no puede hacerlo de manera efectiva.
- Nivel Competente (4-5 puntos): Demuestra una comprensión sólida de cómo analizar y diseñar circuitos electrónicos y puede aplicar estos conocimientos en la resolución de problemas.
- Nivel Sobresaliente (6-7 puntos): Demuestra una comprensión excepcional de cómo analizar y diseñar circuitos electrónicos y puede hacerlo de manera creativa y efectiva en proyectos electrónicos.

## Condiciones de aprobación

Condiciones de Acreditación sin Examen Final (Promoción)

a) Correlativas Aprobadas.

b) Asistir al 65% de clases Teórico-Prácticas y 80% clases Prácticas de aula y de laboratorios

c) Aprobar con cuatro, que corresponde al 60% del total de los temas evaluados, los exámenes parciales, con posibilidad de recuperar uno de ellos.

d) Aprobar el 80% de los trabajos de Laboratorios, sobre presentación de informes.

Condiciones para adquirir la Regularidad.

De acuerdo al Régimen de Alumnos y programación interna de la cátedra.

- a) Asistir al 65% de clases Teórico- Prácticas y 80% clases Prácticas de aula y de laboratorios
- b) Aprobar como mínimo el 50 % de las evaluaciones parciales
- c) Aprobar el 80% de los trabajos de Laboratorios, sobre presentación de informes.

Examen Final Para Alumno Regular.

- a) Correlativas aprobadas.
- b) Condición Regular
- c) Exámen Teórico-Práctico Escrito, debe aprobarse con un mínimo de 60/100 puntos, tanto la parte teórica como la práctica.

## Actividades prácticas y de laboratorio

No -1. Aplicaciones de Unidad I.

Duración: Semanas 1 a 3

Lab. Rectificación de Baja Potencia y Filtrado Capacitivo.

No-2 . Aplicaciones de Unidades II y III.

Duración : Semanas 6 a 10

Lab. Amplificador de Emisor Común y Amplificador de Surtidor Común

No-3 Aplicaciones del capítulo IV.

Duración : Semanas 12 a 14

Lab. Análisis y Medición de la respuesta de los circuitos Anteriores

## Resultados de aprendizaje

La materia contribuye en grado Alto a CE1.1., CE1.3.1., CE1.3.2., en grado Medio a CE1.3.3, y en grado Bajo a CE1.7.1. A continuación se indican las partes de cada competencia a las que contribuye la asignatura y los resultados de aprendizaje que se utilizará para evaluar su desarrollo.

### **Competencias Genéricas (CG)**

CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería:

Identifica problemas de ingeniería: Evaluación mediante la presentación de problemas de ingeniería donde los estudiantes deben identificar los problemas presentados.

Formula problemas de ingeniería: Evaluación a través de proyectos donde los estudiantes deben formular problemas de ingeniería basados en situaciones dadas.

Resuelve problemas de ingeniería: Evaluación mediante la resolución de problemas de ingeniería en exámenes escritos y proyectos.

CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería:

Utiliza técnicas de aplicación en ingeniería: Evaluación a través de proyectos donde los estudiantes deben utilizar técnicas específicas en ingeniería para abordar problemas.

Utiliza herramientas de aplicación en ingeniería: Evaluación mediante la revisión de proyectos donde los estudiantes utilizan herramientas específicas en ingeniería.

Demuestra eficacia en el uso de técnicas y herramientas: Evaluación de la eficacia en el uso de técnicas y herramientas mediante pruebas prácticas y evaluaciones de proyectos.

CG9: Aprender en forma continua y autónoma:

Busca oportunidades de aprendizaje continuo: Evaluación a través de presentaciones donde los estudiantes demuestran su capacidad para buscar oportunidades de aprendizaje continuo en su campo de estudio.

Desarrolla planes de aprendizaje autónomos: Evaluación mediante la revisión de planes de aprendizaje individuales donde los estudiantes planifican su propio aprendizaje continuo.

Aplica aprendizaje continuo en situaciones prácticas: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para aplicar el aprendizaje continuo adquirido en situaciones prácticas y proyectos.

### **Competencias Específicas (CE)**

CE1.1: Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos:

Conoce las herramientas matemáticas y gráficas para el planteo de problemas electrónicos simples: Evaluación a través de exámenes escritos que incluyan ejercicios de planteo y cálculo de problemas electrónicos simples.

Interpreta correctamente los resultados gráficos y analíticos: Evaluación mediante análisis de informes y presentaciones donde los estudiantes muestren su capacidad para interpretar gráficos y resultados analíticos.

Emplea adecuadamente los principios físicos relacionados: Evaluación mediante resolución de problemas que requieran la aplicación de principios físicos en el diseño y cálculo de sistemas electrónicos.

CE1.3.1: Conocer, interpretar y emplear técnicas, tecnologías y herramientas para el análisis y diseño de circuitos y sistemas electrónicos:

Demuestra comprensión de las técnicas y herramientas utilizadas: Evaluación a través de exámenes escritos que incluyan preguntas sobre el uso de herramientas de análisis y diseño de circuitos electrónicos.

Aplica técnicas y herramientas en la resolución de problemas: Evaluación a través de trabajos prácticos donde los estudiantes deben aplicar técnicas y herramientas para resolver problemas de diseño de circuitos.

CE1.3.2: Conocer el funcionamiento y características de dispositivos electrónicos:

Describe el funcionamiento de dispositivos electrónicos: Evaluación mediante exámenes escritos que incluyan preguntas sobre el funcionamiento de dispositivos electrónicos específicos.

Utiliza dispositivos electrónicos en situaciones prácticas: Evaluación a través de pruebas prácticas donde los estudiantes deben seleccionar y utilizar dispositivos electrónicos en la construcción y análisis de circuitos.

CE1.3.3: Conocer técnicas básicas de armado y fabricación de componentes:

Realiza armado y fabricación de componentes siguiendo técnicas básicas: Evaluación a través de trabajos de laboratorio donde se califica la precisión y calidad del armado y fabricación de componentes según criterios establecidos.

CE1.7.1: Analizar, diseñar, simular y probar dispositivos, circuitos y sistemas electrónicos:

Analiza dispositivos y sistemas electrónicos de manera efectiva: Evaluación mediante actividades de análisis e investigación donde los estudiantes deben demostrar su capacidad para analizar dispositivos y sistemas electrónicos.

Diseña, simula y prueba dispositivos y sistemas: Evaluación a través de la revisión de proyectos donde se evalúa la eficiencia, funcionalidad y rendimiento de los dispositivos y sistemas electrónicos desarrollados.

## Bibliografía

- Schilling – Belove. Electrónica Discreta e Integrada. (Marcombo)
- Millman-Grabel- Microelectrónica. (M.G.Hill)
- Microelectrónica - M. Rashid- (Internac.Tompshon).
- Electrónica Aplicada- P. Gray- Reverté.
- Análisis y Diseño de Circuitos Electrónicos. Paul Chirlean - (MG.Hills)
- Electrónica Integrada.- Millman - Halkias -
- Apuntes de Cátedra.



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** Programa Asignatura IE25 Electrónica Analógica 1

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 9 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.19 21:20:44 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.19 21:20:50 -03'00'

Asignatura: **Sistemas de Control 1**

Código:	RTF	8
Semestre: Sexto	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Básicas	Horas de Práctica	24

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Teoría de Circuitos

Contenido Sintético:

- Fundamentos matemáticos para sistemas de control continuo y discreto.
- Transformada de Laplace.
- Modelización de sistemas físicos.
- Análisis y diseño en el dominio del tiempo.
- Análisis y diseño en el dominio de la frecuencia.
- Criterios de estabilidad.
- Análisis y diseño por lugar de raíces.
- Análisis y diseño por respuesta en frecuencia.
- Síntesis de controladores analógicos y digitales.

Competencias Genéricas:

- CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

## Competencias Específicas:

### INGENIERÍA ELECTRÓNICA

CE1.1: Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradianes, para brindar soluciones óptimas de acuerdo a las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales.

CE1.3.1: Conocer, interpretar y emplear las técnicas, tecnologías, principios físicos y matemáticos y herramientas necesarias para el planteo, interpretación, modelización, análisis, resolución de problemas, diseño e implementación de circuitos y sistemas electrónicos.

CE1.3.7: Sintetizar, diseñar y analizar circuitos y sistemas realimentados.

CE1.6.1: Sintetizar, diseñar, simular, construir y analizar circuitos y sistemas de control en tiempo continuo y tiempo discreto, aplicables a cualquier área del alcance de la profesión.

CE1.6.2: Modelar sistemas físicos.

CE1.6.3: Diseñar, sintetizar, construir, modelar, simular y analizar controladores, sistemas de monitoreo de variables y controles automáticos.

### INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

CE7.3.1: Sintetizar, diseñar, simular, construir y analizar circuitos y sistemas de control en tiempo continuo y tiempo discreto, aplicables a cualquier área del alcance de la profesión.

CE7.3.2: Modelar sistemas físicos.

CE7.3.3: Diseñar, sintetizar, construir, modelar, simular y analizar controladores, sistemas de monitoreo de variables y controles automáticos.

# Presentación

La materia Sistemas de Control 1 se dicta en el sexto semestre (tercer año) de Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Computación, y brinda a los estudiantes las herramientas básicas para el análisis y diseño de sistemas de control, a la vez que se desarrollan capacidades para abordar problemas complejos de ingeniería de control, tales como modelado y realimentación.

Mayormente los procesos industriales o equipos actuales incluyen sistemas que permiten controlar variables, como son la temperatura, presión, velocidad, etc. Los sistemas de control en general están asociados con automatismos que complementan el funcionamiento de los sistemas de producción. Para poder realizar el control de una variable industrial, resulta imprescindible tener sensores que permitan realizar mediciones del parámetro a controlar para que luego el sistema realimentado tome las decisiones correspondientes por medio de los actuadores adecuados.

En función de este perfil, la asignatura Sistemas de Control 1 brinda las bases para que el alumno comprenda la teoría del control automático a través del planeamiento y el desarrollo del diseño de un sistema de control clásico. Se desarrollan competencias para la comprensión, análisis, diseño e implementación de sistemas de control y se brindan herramientas para el estudio de sistemas más complejos y nuevas tecnologías.

Son objetivos de esta asignatura el desarrollar en el alumno aptitudes para su iniciación en el proyecto de sistemas de control, capacitar para construir su concepción, modelización, análisis, simulación y diseño, mediante el empleo de las técnicas del control clásico aprendidas, y complementar su instrucción por medio de las herramientas informáticas disponibles. Manteniendo la concepción específica del enfoque propio de la ingeniería, los conceptos son referidos a elementos o comportamientos reales de las circunstancias actuales, enfatizando una formación generalista para su rápida mutación de acuerdo a cómo transcurra el acontecer tecnológico en el futuro cercano.

Los sistemas de control se hallan presentes en cualquier dispositivo actual donde se requiera un manejo automático o sistematizado ya sea en un artefacto o mecanismo o también en un proceso propiamente dicho. El cumplimiento de los objetivos propuestos en la planificación de la Cátedra permitirá la solución de los problemas habituales con que el egresado/a se encontrará en su actividad profesional, en concordancia con las actividades reservadas y alcances del Título de Ingeniero Electrónico o de Computación.

## Contenidos

### **Unidad 1. Introducción a Sistemas de Control.**

- 1.1. Sistemas de control de lazo abierto y de lazo cerrado.
- 1.2. La retroalimentación y sus efectos.
- 1.3. Clasificación de los sistemas de control retroalimentados.
2. La transformada de Laplace
- 2.1 Teoremas de la transformada de Laplace
- 2.2 Transformada inversa de Laplace

## **Unidad 2. Representaciones matemáticas y gráfica de sistemas lineales de tiempo continuo**

- 2.1. Modelo clásico o de función transferencia.
  - 2.1.1. Ecuaciones diferenciales.
  - 2.1.2. Respuesta impulsiva y función de transferencia.
  - 2.1.3. Diagramas de bloques.
  - 2.1.4. Diagramas de flujo de señal.
  - 2.1.5. Cálculo de funciones de transferencia. Fórmula de ganancia de Mason.
- 2.2. Transformada de Laplace de las ecuaciones dinámicas.

## **Unidad 3. Modelado matemático de Sistemas Físicos.**

- 3.1. Definición del sistema: límites del sistema, variables endógenas y exógenas, causalidad, interacciones, concentración, linealización.
- 3.2. Análogos eléctricos y de resortes operacionales equivalentes.
- 3.3. Modelado de sistemas mecánicos y electromecánicos.
  - 3.3.1. Acoplamiento bilateral: conversores de energía, transductores y transformadores. Reductores, palancas, tornos.
  - 3.3.2. Sistemas servomotor-carga. Servomotores de continua controlado por inducido y por campo. Obtención de sus funciones de transferencia y ecuaciones dinámicas.
- 3.4. Sensores y transductores en sistemas de control. Potenciómetros, sincros y tacómetros.
- 3.5. Controladores y leyes de control analógicas.
  - 3.5.1. El controlador: función en un sistema de control. Su realización mediante el principio de realimentación.
  - 3.5.2. Leyes de control analógico y sus funciones de transferencia.
  - 3.5.3. Realización de controladores mediante amplificadores operacionales retroalimentados.
  - 3.5.4. Respuesta temporal de controladores a señales de entradas típicas.
  - 3.5.5. Nomenclatura industrial de las acciones de control: banda proporcional, frecuencia de repetición, tiempo de anticipación.

## **Unidad 4. Análisis y diseño clásico de sistemas de control en el dominio del tiempo.**

- 4.1. Respuesta temporal de sistemas retroalimentados de control.
  - 4.1.1. Respuesta temporal típica de un sistema de control a una entrada escalón. Conceptos de modo dominante, estabilidad relativa, rapidez, precisión.
  - 4.1.2. Parámetros característicos de la respuesta temporal de un sistema de segundo orden a una entrada escalón. Relaciones analíticas. Respuesta Temporal de Sistemas de 1<sup>er</sup> orden y de 2<sup>do</sup> sobreamortiguado.
  - 4.1.3. Respuesta en estado estacionario: entradas típicas, tipos de sistemas, errores estacionarios y coeficientes estáticos de error.
- 4.2. Análisis de estabilidad absoluta.
  - 4.2.1. Definiciones: estabilidad, estabilidad asintótica, inestabilidad.
  - 4.2.2. Criterios algebraicos de estabilidad: de Routh-Hurwitz para sistemas de tiempo continuo
- 4.3. Servomecanismos de posición y de velocidad. Esquema físico, diagramas de bloques, obtención de la función transferencia de lazo cerrado.
- 4.4. Análisis del efecto de los diferentes controladores sobre el comportamiento de un servomecanismo de posición.
  - 4.4.1. Controladores P y PI ante un escalón de perturbación.
  - 4.4.2. Efecto del controlador PD sobre la estabilidad.
  - 4.4.3. Control PD de un objeto con carga inercial.
  - 4.4.4. Control tacométrico.
- 4.5. Análisis de sistema de control por el método del lugar de las raíces.
  - 4.5.1. Patrones de respuesta según la ubicación de los polos de lazo cerrado.

- 4.5.2. Lugar de raíces. Conceptos, condiciones básicas y reglas de construcción.
- 4.5.3. Ejemplo de trazados de lugares de raíces típicos.
- 4.5.4. Contorno de raíces.
- 4.5.5. Respuesta temporal a partir del lugar de raíces.
- 4.6. Calidad del control y su mejora por su compensación.
- 4.6.1. Especificaciones de comportamiento de sistemas de control.
- 4.6.2. Criterios prácticos de ajuste de Ziegler-Nichols.
- 4.6.3. Compensación proporcional por lugar de raíces.
- 4.6.4. Concepto de índices de comportamiento.
- 4.6.5. Efecto del agregado de acciones de control PD y PI sobre la forma del lugar de raíces y la respuesta temporal.
- 4.6.6. Compensación por lugar de raíces: PD y PI y PID.

### **Unidad 5. Análisis y diseño clásico de sistemas de control en el dominio de la frecuencia.**

- 5.1. Análisis en frecuencia: diagramas de Nyquist, Bode y Black. Sistemas de fase mínima y no mínima.
- 5.2. Análisis y diseño de sistemas de control. Enfoque de lazo abierto.
- 5.2.1. Márgenes de ganancia y de fase. Definición, interpretación y determinación gráfica en los diferentes diagramas.
- 5.2.2. Margen de fase. Relaciones analíticas para el sistema prototipo de segundo orden. Vinculación con la respuesta temporal.
- 5.2.3. Ajuste de ganancia proporcional por criterios de márgenes de fase o de ganancia.
- 5.2.4. Efectos del agregado de redes compensadoras de adelanto y de atraso de fase.
- 5.2.5. Compensación por modificación de la respuesta en frecuencia: criterios generales. Compensación de atraso, de adelanto y combinada mediante diagramas de Bode.
- 5.2.6. Compensación por Bode para ganancia prefijada.
- 5.3. Análisis y diseño de sistemas de control. Enfoque de lazo cerrado.
- 5.3.1. Parámetros de la respuesta en frecuencia de lazo cerrado: módulo y frecuencia de resonancia, ancho de banda. Relaciones con la respuesta temporal.
- 5.3.2. Carta de Nichols. Concepto. Empleo para la compensación y para la verificación.

### **Unidad 6. Controladores Digitales**

- 6.1. Diseño de Controladores Digitales
- 6.2. Discretización de Sistemas analógicos.
- 6.3. Técnicas de Discretización
- 6.4. Diseño de un control digital PID
- 6.5. Aproximación rectangular y trapezoidal del control PID
- 6.6. Modelo Discreto de un motor de corriente continua.

## **Metodología**

Las clases impartidas son teóricas-prácticas. El objetivo es que el alumno descubra qué necesita aprender para resolver un determinado problema que se propone desde el control de los sistemas. Para ello deberán comprender e integrar los contenidos que efectivamente plantea el problema. El docente no les explica cómo resolverlo, sino que los acompaña mientras ellos descubren qué conocimientos necesitan para aprenderlo. De esta forma el alumno descubre que los problemas son reales, que son situaciones de los sistemas de control cotidianos que requieren conocimientos concretos, a la vez que se fomenta el trabajo en equipo, ya que el escuchar las propuestas del otro constituye un elemento fundamental con este método de aprendizaje.

Se desarrollan prácticas de laboratorio de implementación a nivel de prototipo, que le permiten a cada estudiante poner en práctica los conceptos y verificar los criterios desarrollados en clase mediante la realización de actividades de diseño y proyecto.

El empleo de programas de computación o herramientas de cálculo disponibles en la red, ayuda al alumno a resolver problemas y obtener soluciones de planteos matemáticos. Los alumnos tienen disponible el material de estudio, clases grabadas, las consignas de los trabajos de Laboratorio, Proyecto de Integración, foros para realizar comentarios y consultas a docentes y compañeros, y ejercicios de autoaprendizaje en el aula virtual de la asignatura dentro del Campus Virtual de la FCEFyN

## Evaluación

Condiciones para la promoción de la materia

- 1.- Tener aprobadas las materias correlativas.
- 2.- Asistir al 80% de las clases teórico-prácticas.
3. Evaluaciones parciales: en fechas previamente determinadas, durante el semestre lectivo se toman dos pruebas parciales de Teórico de Múltiple Choice y de Práctico en la resolución de problemas para evaluar los conocimientos conceptuales y aplicativos adquiridos por los alumnos, las que se califican en escala de 0 a 10.  
  
3.a Recuperación de evaluaciones parciales: cada alumno puede recuperar una de las dos pruebas parciales tanto de Teórico como de Práctico, en caso de haber sido reprobado. Ello se realiza en fecha fijada al finalizar el dictado cuatrimestral.
- 4.- Proyecto de Integración: los alumnos que hayan aprobado las dos pruebas parciales y la asistencia son evaluados mediante el desarrollo de una monografía basada sobre el estudio de un sistema a controlar a su elección (temperatura de un horno, temperatura en un recinto de servidores, velocidad de servomotores, posición de un brazo robótico, humedad de un invernadero, presión en un tanque, nivel de un tanque o recipientes etc.) en el que debe aplicar todos los puntos teóricos-prácticos desarrollados en el programa, incluyendo una simulación en algún programa de computación. Una vez finalizado el trabajo, deberá enviar una copia en formato digital y/o papel y/o exponerlo oralmente. Se permite la integración de un equipo de dos alumnos como máximo para realizar el trabajo.
5. Examen final: se toma individualmente en las fechas establecidas a cada alumno libre que se presenta. Comprende la prueba de integración de conocimientos y en caso de aprobar ésta, una prueba de resolución de problemas de aplicación.

La Rúbrica es el método que permite que el estudiante advierta qué aspectos serán evaluados. Ejemplo:

<b>Competencia</b>	<b>Resultado de Aprendizaje</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Valoración</b>
CG1, CG4 CE1.1	Comprende el lenguaje, formalismo, principios y métodos de la teoría del control automático, aplicado a los sistemas lineales.	2	
CG1, CG4 CE1.3.7	Aplica las técnicas de convolución a los SLIT y caracterizarlos adecuadamente mediante su función característica.	2	
CG1, CG4 CE1.3.7	Utiliza los métodos de Análisis de respuesta transitoria y permanente para la caracterización de sistemas y la determinación de parámetros de interés.	2	
CG1, CG4 CE1.6.2	Obtiene modelos matemáticos de componentes (instrumentos, actuadores y sensores) y de sistemas dinámicos continuos lineales o linealizados, generando la habilidad y el criterio necesario para modelizar con el suficiente grado de detalle como para poner de manifiesto las características dinámicas dominantes, y a la vez lo suficientemente sencillo para realizar su análisis y utilizarlo con fines de diseño.	2	
CG1, CG4 CE1.6.1	Permite al estudiante introducirse en el análisis, diseño y simulación de sistemas de control realimentados, en grado creciente de complejidad, utilizando técnicas analíticas, numéricas y gráficas para la solución de problemas, ya sea en el dominio del control clásico o del control moderno.	2	
CG1, CG4 CE1.3.1	Conoce los métodos de Lugar de Raíces y de Respuesta en frecuencia para analizar, sintetizar, compensar y diseñar sistemas de control automático.	2	
CG1, CG4 CE1.6.1	Conoce la existencia de herramientas computacionales que le permitan solucionar los problemas planteados, con una orientación hacia la	2	

	simulación de los modelos matemáticos obtenidos, con el fin de visualizar y comprender los resultados.		
CG1, CG4 CE1.6.1	Interpreta adecuadamente los resultados de las simulaciones y sus limitaciones.	2	
CG1, CG4 CE1.6.1	Determina los parámetros de un controlador en base a un análisis previo de la planta a controlar.	2	

El rango de valoración de la rúbrica es de 1 a 3 y se corresponde a:

1. Insuficiente: No se evidencia el nivel de desarrollo de las competencias esperado a través de los resultado de aprendizaje
2. Suficiente: En la mayoría de las situaciones se evidencia el nivel de desarrollo deseado.
3. Alto: Se evidencia un claro desarrollo de las competencias esperado a través de los resultados de aprendizaje.

## Condiciones de aprobación

- Condiciones de regularización
- 80% de asistencia a clases teóricas-prácticas.
- Alcanzar, como mínimo, un 60% de los resultados de aprendizaje.
- Aprobación de uno de los dos parciales con el 60% o más de los contenidos evaluados, o su recuperatorio de teórico-práctico.
- Todos los trabajos prácticos de laboratorio aprobados con al menos el 60% o más de los criterios de evaluación expresados en la sección anterior.
  
- Condiciones de aprobación por promoción (no requiere examen final)
- Todas las condiciones de regularización expuestas anteriormente.
- Aprobación de los dos parciales teóricos-prácticos con el 60% o más de los contenidos evaluados, o sus recuperatorios.
- Realización del Proyecto de Integración.
  
- Condiciones de aprobación por examen final
- Todas las condiciones de regularización expuestas anteriormente.
- Aprobación de un examen final con el 60% o más de los contenidos evaluados.

Para la nota final se promedian las notas de los dos parciales, el Proyecto de Integración y la Rúbrica. Es decir que quedará compuesta por la siguiente polinómica:

Nota = 1/4 (Nota Parcial 1) + 1/4(Nota Parcial 2)+ 1/4 (Nota Proyecto de Integración)+ 1/4 (Rúbrica)

# Actividades prácticas y de laboratorio

## Actividades Prácticas

1.- Se resolverán ejercicios prácticos, basados en una guía de problemas, aplicando la base teórica. Algunos de dichos problemas son resueltos por los alumnos en clase bajo supervisión del docente. Los restantes deberán ser resueltos por los alumnos fuera del horario de clase.

2.- Se proponen cinco actividades de laboratorio

Actividad N°1 Modelado y representación de un sistema físico mediante una función de transferencia.

Actividad N°2: Control de un lazo cerrado.

Actividad N°3: Control de un lazo de temperatura.

Actividad N°4: Respuesta en frecuencia de un amplificador.

Actividad N°5: Diseño de un controlador PID.

3.- Actividades de Proyecto y Diseño

Para aprobar la materia, se podrá realizar el estudio de un sistema servocontrolado, a elección del alumno, donde deberá aplicar todos los puntos del programa y, además, realizar la simulación aplicando algún programa de computación. Se llama Proyecto de Integración.

## Proyecto de Integración

Se proponen situaciones de problemas típicas del ejercicio profesional, donde cada estudiante debe seleccionar uno para generar una solución basada en los métodos de sistemas de control que considere la necesidad y requerimiento del usuario. Éste enunciado se presenta en la primera clase y se va desarrollando en simultáneo con los temas y trabajos prácticos. Como resultado, cada dos estudiantes desarrollan una propuesta y escriben un Informe técnico, que lo entregan a la Cátedra en tiempo estipulado. En el Informe, deben estar bien determinados los siguientes ítems.

a - Definición del problema a resolver

b - Objetivos del proyecto

c - Metodología

d - Resultados del Proyecto

## Resultados de aprendizaje

Se propone el siguiente desagregado de las Competencias Genéricas, a fin de especificar qué aspectos de la misma serán trabajados durante el desarrollo de la asignatura.

- CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- Ser capaz de seleccionar la metodología apropiada.
- Ser capaz de identificar las especificaciones técnicas del problema, de acuerdo a los temas desarrollados.
- Ser capaz de modelar el problema, para su análisis (análisis en el dominio de tiempo, en frecuencia y simulación).
- Ser capaz de evaluar y optimizar el diseño.
- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- Capacidad para identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles.
- Ser capaz de acceder a las fuentes de información relativas a las técnicas y herramientas y de comprender las especificaciones de las mismas.
- Ser capaz de conocer los alcances y limitaciones de las técnicas y herramientas a utilizar y de reconocer los campos de aplicación de cada una de ellas y de aprovechar toda la potencialidad que ofrecen.
- Ser capaz de interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas.

Para el conjunto de competencias, específicas y genéricas, se propone el siguiente conjunto de resultados de aprendizaje:

RA1- Comprender el lenguaje, formalismo, principios y métodos de la teoría del control automático, aplicado a los sistemas lineales.

RA2- Aplica las técnicas de convolución a los SLIT y caracterizarlos adecuadamente mediante su función característica.

RA3- Utiliza los métodos de Análisis de respuesta transitoria y permanente para la caracterización de sistemas y la determinación de parámetros de interés.

RA4- Obtiene modelos matemáticos de componentes (instrumentos, actuadores y sensores) y de sistemas dinámicos continuos lineales o linealizados, generando la habilidad y el

criterio necesario para modelizar con el suficiente grado de detalle como para poner de manifiesto las características dinámicas dominantes, y a la vez lo suficientemente sencillo para realizar su análisis y utilizarlo con fines de diseño.

RA5- Permite al estudiante introducirse en el análisis, diseño y simulación de sistemas de control realimentados, en grado creciente de complejidad, utilizando técnicas analíticas, numéricas y gráficas para la solución de problemas, ya sea en el dominio del control clásico o del control moderno.

RA6- Conoce los métodos de Lugar de Raíces y de Respuesta en frecuencia para analizar, sintetizar, compensar y diseñar sistemas de control automático.

RA7- Conoce la existencia de herramientas computacionales que le permitan solucionar los problemas planteados, con una orientación hacia la simulación de los modelos matemáticos obtenidos, con el fin de visualizar y comprender los resultados.

RA8- Interpreta adecuadamente los resultados de las simulaciones y sus limitaciones.

RA9- Determina los parámetros de un controlador en base a un análisis previo de la planta a controlar.

A continuación, se indican las Competencias Genéricas (CG), y los Resultados de Aprendizaje (RA) que las construyen. También se indican las unidades de contenidos y las instancias de evaluación en las que están presentes.

<b>Competencia Genérica</b>	<b>Resultado de Aprendizaje</b>	<b>Instancia del desarrollo</b>	<b>Instancia de Evaluación</b>
<b>CG 1</b>	RA1 AL RA7	Todas las Unidades	P1, P2
<b>CG 4</b>	RA1 AL RA7	Todos lo Trabajos Prácticos	PdI

P: indica Parciales.

PdI: indica Proyecto de Integración.

A continuación, se indican las Competencias Específicas (CE) y los Resultados de Aprendizaje (RA) que las construyen. También se indican las unidades de contenidos y las instancias de evaluación en las que están presentes.

<b>Competencia Genérica</b>	<b>Resultado de Aprendizaje</b>	<b>Unidad de Contenido y Trabajos Prácticos</b>	<b>Instancia de Evaluación</b>
<b>CE1.1</b>	RA1,RA5	Unidades 4, 5, 6	P1,P2, Pdl
<b>CE1.3.1</b>	RA6	Unidades 2, 3	P1
<b>CE1.3.7</b>	RA2, RA3	Unidades 2, 4	P1, P2, Pdl
<b>CE1.6.1</b> <b>CE7.3.1</b>	RA5, RA7, RA8, RA9	Unidades 4, 6	P1,P2, Pdl
<b>CE1.6.2</b> <b>CE7.3.2</b>	RA4	Unidad 3	P1, Pdl
<b>CE1.6.3</b> <b>CE7.3.3</b>	RA6	Unidades 4, 5, 6	P2, Pdl

## Bibliografía

KUO, B. "Sistemas de Control Digital " Ed. Continental SA México - 1997

OGATA, K. " Sistemas de Control en Tiempo Discreto" Ed. Prentice Hall - 1996

OGATA, K., "Ingeniería del Control Moderno" Ed.Prentice Hall-1º Edición 2010.

DORF, R., "Sistemas Automáticos de Control: teoría y práctica". Fondo Educativo Interamericano. Bogotá. 1971.

SAUCHELLI, V., "Introducción a Sistemas de Control". 4 a Ed, Editorial Universitas - 2004.



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** Programa Asignatura IE25 Sistemas de Control 1

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 12 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.19 21:22:44 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.19 21:22:50 -03'00'

Asignatura: **Sistemas de Comunicación**

Código:	RTF	10
Semestre: Séptimo	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	32

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Señales y Sistemas

Contenido Sintético:

- Señales, ruido, información y ancho de banda.
- Cuantificación.
- Modulaciones Analógicas.
- Modulaciones Digitales.
- Multiplexación.
- Codificación.
- Radioenlaces.

Competencias Genéricas:

- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG7: Comunicarse con efectividad.
- CG9: Aprender en forma continua y autónoma.

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

### Competencias Específicas:

CE1.1: Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradiantes, para brindar soluciones óptimas de acuerdo a las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales.

CE1.3.1: Conocer, interpretar y emplear las técnicas, tecnologías, principios físicos y matemáticos y herramientas necesarias para el planteo, interpretación, modelización, análisis, resolución de problemas, diseño e implementación de circuitos y sistemas electrónicos.

CE1.5.1: Analizar, diseñar, sintetizar, simular y construir componentes, circuitos y sistemas para la generación, recepción, transmisión, procesamiento, conversión de campos y señales para sistemas de comunicación o que empleen señales de cualquier naturaleza.

CE1.5.2: Interpretar y emplear las técnicas, tecnologías, principios físicos y matemáticos y herramientas necesarias para planteo, interpretación, modelización y solución de sistemas de comunicaciones.

CE1.5.4: Analizar, diseñar, implementar y evaluar sistemas de comunicación, analógicos y digitales.

## Presentación

Esta asignatura es la continuación natural de "Señales y Sistemas" y en ella se avanza con el estudio de las señales de energía y de potencia. La misma se encuentra ubicada en el séptimo semestre del plan de estudios, para la carrera Ingeniería Electrónica.

Se analizan las técnicas básicas empleadas y las prestaciones alcanzadas en los sistemas de comunicaciones analógicos y se hace una descripción detallada de las comunicaciones digitales.

En este espacio curricular se pretende contribuir a la formación del estudiante permitiéndole alcanzar capacidades necesarias para desenvolverse en un contexto técnico y social, dando sentido a lo aprendido en las asignaturas de ciencias básicas y tecnologías básicas, para enfrentarse a aprendizajes de nuevos métodos y tecnologías, así como también para adaptarse a nuevas situaciones.

Así mismo se busca desarrollar la capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones con creatividad, comunicar y transmitir conocimientos, habilidades, destrezas y comprender la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero/a.

Durante el dictado de la asignatura se hará hincapié en el desarrollo de las habilidades necesarias para abordar el manejo de especificaciones, reglamentos y normas.

También se pretende desarrollar la capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones así como también la capacidad para evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones.

Sistemas de Comunicación es una asignatura de introducción a las comunicaciones analógicas y digitales. La asignatura se estructura en cuatro grandes bloques donde se analizarán:

- las generalidades sobre sistemas de telecomunicación y sistemas de transmisión,
- los conceptos sobre señales, sistemas y perturbaciones en sistemas de telecomunicación (ruido y distorsión);
- las comunicaciones analógicas, haciendo hincapié en las modulaciones línea-les (DBL, AM, BLU, BLV), modulaciones angulares (PM, FM)
- las comunicaciones digitales se aprenderán conceptos relacionados con la transmisión digital en banda base con ruido aditivo blanco y gaussiano (PAM, sistemas binarios generales, receptores...). Se analizará el espacio de señales, la transmisión digital (ASK, PSK, FSK, QAM, QPSK,) y se llevará a cabo una comparativa de las distintas modulaciones digitales, así como el análisis de la transmisión digital por canales de ancho de banda limitado

Como aplicación final de un problema real de ingeniería se abordará el cálculo de radio enlaces

# Contenidos

## **Unidad 1: Señales.**

Definiciones. Clasificación. Transformadas de Fourier aplicada a las Comunicaciones. Propiedades de la Transformada. Señales aleatorias y ruido. Elementos y limitaciones de un sistema de comunicaciones. Diagrama en cajas típico de transformaciones. Limitaciones fundamentales. (DA). (LA) (SC)

## **Unidad 2. Ruido.**

Clasificación. Ruido térmico y de granalla. Expresiones. Análisis espectral. Circuitos equivalentes de ruido. Relación señal ruido. Figura de ruido. Figura de ruido en cascada. Temperatura efectiva de ruido. Temperatura efectiva de ruido de etapas en cascada. Aplicación de la figura y temperatura de ruido en Comunicaciones. Variación de la figura con la temperatura ambiente. (DA). (CO1).(CO)

## **Unidad 3. Modulación analógica.**

AM con y sin portadora. Análisis espectral con banda base no periódica por Transformada de Fourier. Análisis de potencia. Rendimiento. Detección sincrónica y de envuelta. Diagrama Tx-Rx. Análisis de las diversas etapas y sus funciones. Modulador balanceado activo. Técnicas de BLU. Métodos de obtención. Filtrado. Cancelación de fase. Doblado y Compensación. Expresiones. Análisis espectral por transformada de Fourier. Diagramas de generación. Estudio del ruido en las modulaciones analógicas de amplitud. (DA),(DA1). (CO). (SC).(CO)

## **Unidad 4. Modulación angular.**

Expresiones. Análisis espectral. Generación. Discriminación. Diagramas Tx-Rx. Redes de pre y deénfasis. Generación de FM estéreo. Subcanal auxiliar. Análisis del ruido en FM. Comparación de AM vs. FM desde el punto de vista del ruido. (DA). (DA1)(CO). (SC). (CA)

## **Unidad 5. Modulación por pulsos.**

Teorema del muestreo. Muestreo ideal. Natural. Instantáneo. Operación de sample and hold. Análisis espectral para cada técnica por Fourier. Técnicas PAM, PPM, PDM. Generación. Detección. Modulación de impulsos codificados. Cuantificación uniforme y no uniforme (Ley A). Cálculo de la relación señal-ruido con cuantificación uniforme y no uniforme. Diferencial PCM.

## **Unidad 6. Técnicas de multiplexación de información.**

Recomendaciones de la UIT-T. Estructura jerárquica de los múltiplex. Cálculo de las velocidades de señalización y anchos de banda base. Análisis espectral. Codificación multisimbólica. Influencia del ruido, jitter, ISI y ancho de banda.

Conformación de pulsos para reducción de las ISI y el jitter. Análisis del roll-off. Códigos de línea. NRZ, RZ, AMI, HDB3. (DA).(ST).(COU).(SC)

### **Unidad 7. Modulación digital.**

Técnicas ASK, PSK y FSK. Generación. Detección coherente y no coherente. Análisis espectral. Diagrama Tx-Rx. Características de ancho de banda y rendimiento. Técnicas multinivel. NASK, NPSK, DPSK, NQAM y sus variantes. Generación y detección de señales multinivel. Análisis comparativos de las técnicas. Estudio de los anchos de banda espectrales. (DA).(COU).(ST).(LA1)

### **Unidad 8. Radioenlaces**

Clasificación de los radioenlaces de acuerdo a la propagación electromagnética, usos de frecuencias. Balance energético, ecuaciones, área efectiva de la antena, atenuación del espacio libre. Ejemplos de cálculo.

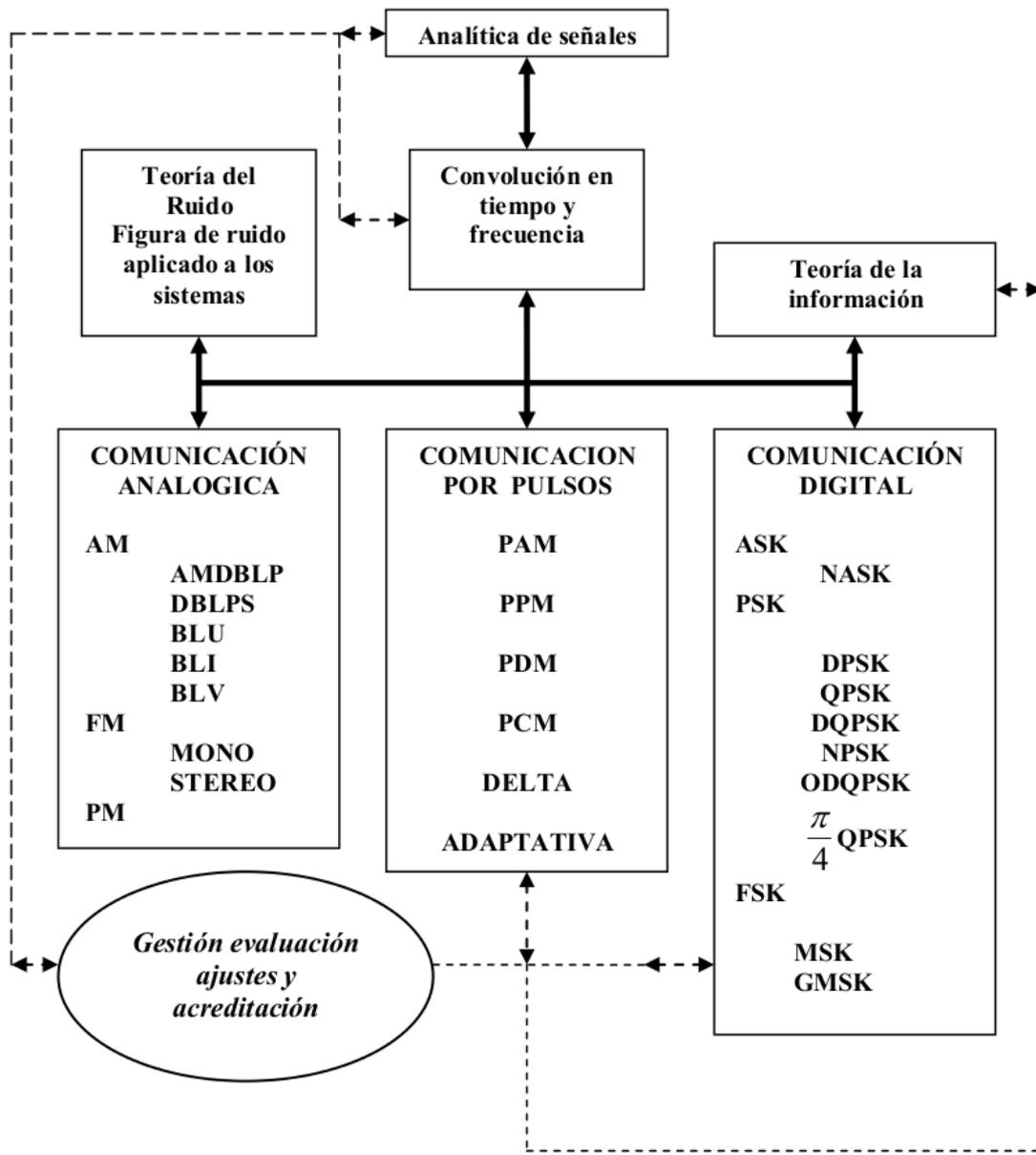
## **Metodología**

El desarrollo de la asignatura se aborda desde el constructivismo como teoría de la enseñanza ya que se entiende que ser competente significa poder integrar los recursos de conocer, hacer y ser ante una situación problemática.

Por ello, como estrategia, se planifica primero el aprendizaje de los recursos y luego se diseñan las situaciones problemáticas que permitirán aprender la integración de dichos recursos.

Para ello se propone el siguiente mapa conceptual de la asignatura y, a partir de él, se desprenden la secuencia didáctica,<sup>1</sup> y las metodologías de mediación pedagógica que utilizará la cátedra.

1 Secuencia didáctica «conjuntos articulados de actividades de aprendizaje y evaluación que, con la mediación de un docente, buscan el logro de determinadas metas educativas, considerando una serie de recursos» (Tobón, Pimienta y García, 2010: 20).

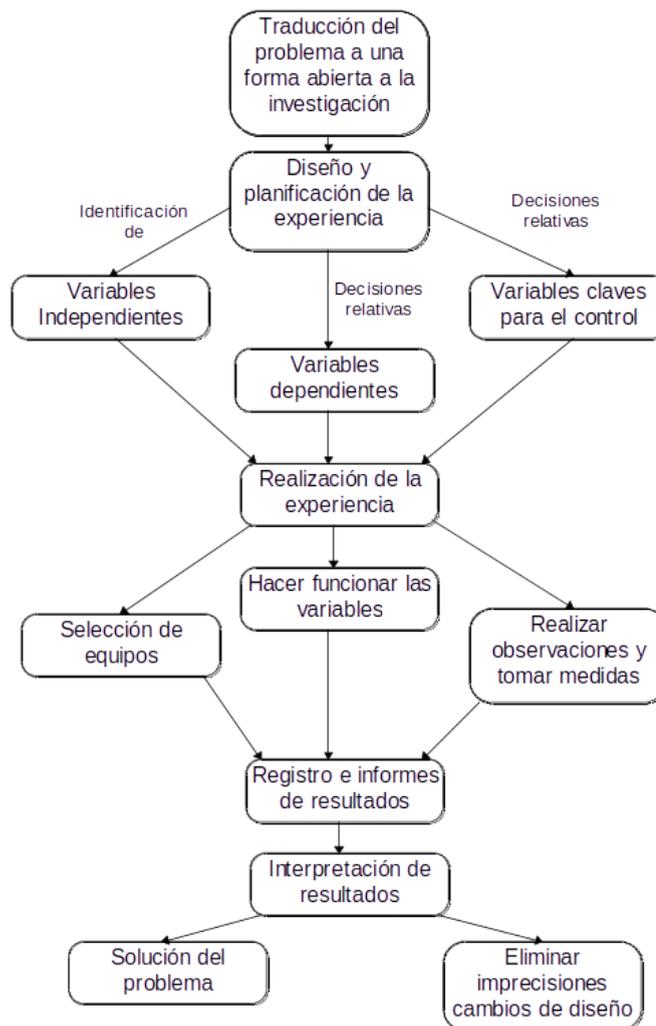


Es necesario aclarar que esta asignatura, por pertenecer al bloque de tecnologías aplicadas, tributa Alto y Medio en las competencias que le fueron definidas y por ello estas metodologías serán acordes a los resultados de aprendizajes que se desarrollarán más adelante.

Se ha previsto desarrollar conceptos teóricos, fenómenos, ecuaciones, demostraciones, o resolución de problemas, **mediante lecciones magistrales participativas**. En esta instancia se utilizará como cierre una actividad complementaria del tipo one minute paper, de manera de tener una realimentación directa sobre cuál fue lo más importante / significativo aprendido en la clase y cuál/es es/son las dudas que pudieron quedar al finalizar la clase.

Para complementar las clases magistrales, los estudiantes realizarán **prácticas de resolución de ejercicios**, en forma individual o grupal, donde desarrollarán ejercicios de rutina con el fin de aplicar fórmulas, algoritmos, procedimientos e interpretar posteriormente los resultados. Para la realización de esta actividad se presentará un caso de resolución típico como entrenamiento previo.

Para ello se tendrá en cuenta el siguiente mapa conceptual



Para todas las actividades de formación experimental se **propiciará el trabajo autónomo** de manera que el estudiante asuma la organización de su trabajo y la responsabilidad del aprendizaje de diferentes saberes según su propio ritmo por lo cual debe tomar las decisiones sobre la planificación y realización de todas las actividades de aprendizaje. Debido a que diversas actividades se realizarán bajo la modalidad de **aprendizaje cooperativo en grupos pequeños**, los estudiantes deben conocer las expectativas, necesidades y condiciones particulares de los pares integrantes del grupo de trabajo, de manera tal que la actividad colaborativa permite obtener los objetivos de aprendizaje establecidos. Se requerirá que cada estudiante esté predispuesto para compartir recursos y/o información, asumir diversos roles de trabajo (secretario, moderador y otros), asistir a las reuniones, cumplir con las tareas propias y colaborar con sus compañeros y respetar las distintas formas de pensar y hacer. A lo largo del ciclo lectivo los estudiantes completarán **actividades de formación experimental** en laboratorios de acceso local y operación de instrumentos, equipos y máquinas en ambientes de acceso local en las instalaciones de los laboratorios de la Universidad, empleando los elementos necesarios tales como herramientas, instrumentos, equipos, máquinas y accesorios, entre otros, los cuales pueden provenir de la realidad profesional o estar diseñados y contruidos con fines didácticos, siguiendo estrictamente las normas de ejecución, así como las de seguridad, de manera de facilitar el alcance de aprendizajes complementarios como, por ejemplo el diseño de un sistema que permita la medición de la temperatura (utilizando el práctico diseñado en Técnicas Digitales), transmitirlo a un gateway mediante una interfaz de RF como el protocolo LoRa (IoT) y publicar las mediciones en una página web.

Se realizará aprendizaje in situ (en ambientes no locales), con visitas técnicas de profesionales del medio relacionados con las telecomunicaciones y la electrónica. Al final del ciclo lectivo los estudiantes participarán de un **Taller Final (Taller Dirigido, Taller Educativo, Taller Pedagógico)**. Al finalizar el mismo, durante una sesión plenaria, podrán presentar las conclusiones del trabajo realizado en grupo dejando abierta la posibilidad de realizar un debate con el fin de responder consultas o ampliar la información presentada.

Todo el material complementario que se requiere estará disponible en el aula Virtual de la materia.

## Evaluación

El modelo de enseñanza basado en competencias implica la aplicación de metodologías e instrumentos de evaluación que permiten conocer, a docentes y estudiantes, el nivel de desarrollo de las competencias que aborda la asignatura.

Se evaluará a lo largo del recorrido curricular, los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos por el estudiante, la integración de los mismos, y el desarrollo de capacidades, habilidades y destrezas para el planteo y solución de problemas.

### Evaluación Diagnóstico

La evaluación diagnóstica cobra especial relevancia en la formación profesional, dada la heterogeneidad de los cursantes. La misma se realiza en las primeras clases y está centrada en rescatar los conocimientos de las herramientas matemáticas

### Evaluaciones Sumativas

Evaluación Escrita de Conceptos mediante 2 (dos) cuestionarios parciales. Ubicados temporalmente a mitad del semestre y a final del semestre.

### Evaluaciones Formativas

Presentación de informes con los resultados obtenidos de los trabajos prácticos grupales de laboratorio y posterior presentación de resultados en un taller final, donde se califica de manera individual a cada integrante según su desempeño. En esta instancia se verificará el correcto desarrollo de las actividades planteadas en cada trabajo práctico, la generación del informe correspondiente siguiendo las consideraciones establecidas en la cátedra, y el desempeño de cada integrante para comunicar eficientemente los resultados obtenidos.

Se utilizarán las siguientes rúbricas, donde se manifiestan los criterios de evaluación específica para la evaluación.

Rúbrica 1

<b>Rúbrica para evaluar Resolución de Problemas</b>					
<b>Categoría</b>	<b>Muy bien 91-100</b>	<b>Bien 80-90</b>	<b>Regular 60-79</b>	<b>Insuficiente 59 y menos</b>	<b>Ponderación</b>
<b>Orden y Organización</b>	La presentación tiene orden y claridad	La presentación tiene orden sin embargo no es clara la secuencia de los ejercicios	La presentación es desordenada y confusa	No se observa seguimiento en los ejercicios	12 %
<b>Diagramas y Dibujos</b>	Los diagramas y/o dibujos favorecen la comprensión de los procedimientos	Los diagramas y/o dibujos no son suficientes para la comprensión de los procedimientos	Los diagramas y/o dibujos son difíciles de entender.	Los diagramas y/o dibujos no manifiestan los procedimientos	12 %
<b>Terminología Matemática y Notación</b>	La terminología y notación matemáticas son correctas	La terminología y notación generan confusión	La terminología y notación son utilizadas escasamente	La terminología y notación matemática son imprecisas	16 %
<b>Trabajo en equipo ( en su caso)</b>	Participa de forma activa sugiriendo y escuchando opiniones.	Participa pero tiene dificultades para escuchar las opiniones de los otros	Su participación fue esporádica e inconsistente	No mostró interés en participar y se limitó a realizar las actividades	16 %
<b>Amplitud</b>	Todos los problemas fueron resueltos.	Más de la mitad de los problemas fueron resueltos.	Menos de la mitad de los problemas fueron resueltos.	Los problemas no fueron resueltos.	12 %
<b>Operaciones Matemáticas</b>	De 90 a 100% de los pasos y resultados no tienen errores matemáticos.	Hasta el 80% los pasos y resultados no tienen errores matemáticos.	Se presenta 25% de errores matemáticos en los pasos y resultados.	Más del 30% de los pasos y resultados tiene errores matemáticos.	12 %
<b>Estrategia/ Procedimientos</b>	Hay evidencia de que la estrategia que utiliza es eficiente y efectiva para resolver problemas.	Utiliza alguna estrategia para resolver problemas sin evidenciarla totalmente.	La estrategia que utiliza no es consistente con el problema a resolver.	No evidencia estrategia alguna	20 %
<b>SUMA</b>					<b>100 %</b>

Rúbrica 2

Proyectos					
Criterios o categorías	Indicadores o aspectos a evaluar	NIVELES			
		Muy bien 91-100	Bien 80-90	Regular 60-79	Insuficiente 59 y menos
Planeación	Organización	Organizaron de manera ágil y rápida la dinámica para trabajar.	Después de algunas dudas e inconformidades lograron organizar la dinámica de trabajo.	No lograron definir una estructura de trabajo, sin embargo cumplieron con los entregables.	No lograron definir una estructura de trabajo y no cumplieron con el entregable.
	Materiales	Tiene disponible los materiales necesarios, los cuales son correctamente seleccionados y adaptados de una forma creativa.	Tiene disponibles los materiales necesarios, los cuales son correctamente seleccionados pero no son adaptados de una forma creativa.	Se tiene disponibles los materiales y seleccionados correctamente.	Los materiales están disponibles pero no son los adecuados.
Investigación	Búsqueda de información	Realiza la búsqueda de información pertinente y de varias fuentes confiables.	Realiza búsqueda de información de varias fuentes confiables pero no necesariamente la información es pertinente.	Realiza búsquedas en varias fuentes de información pero no siempre de fuentes confiables o pertinentes.	Se limita a una fuente de información no necesariamente confiable o pertinente.
Construcción	Seguimiento del proyecto	Entrega o presenta avances en tiempo y forma. Muestra conocimiento profundo del tema y logra explicarlo claramente, recurre a ejemplo y anécdotas. Integran conocimientos previos o de otras materias. Logra ligar los resultados del proyecto y el tema central.	Entrega o presenta los avances en tiempo y forma. Muestra conocimiento del tema y logran explicarlo de manera clara. Logra ligar el tema central y el resultado del proyecto	Entrega o presenta avances del proyecto de forma incompleta. Muestra un conocimiento ambiguo sobre la temática a abordar. Por lo tanto no se establece un tema central en el proyecto	Hace entregas parciales o incompletas. No identifica el problema central para el cual se desarrolla el proyecto
Entrega del proyecto	Reporte	Entrega un documento en la fecha acordada en donde cumple con todos los apartados solicitados. En su redacción sigue reglas ortográficas y desglosa las ideas de	Entrega un documento en la fecha acordada en donde cumple con los apartados solicitados, sin embargo no expresa las ideas de manera clara y tiene algunos	Entrega el documento en la fecha acordada pero son ideas sueltas que no guardan relación entre ellas. No considera las reglas ortográficas.	No entrega el documento final o entrega incompleto. No cumple con los requisitos solicitados
	Exposición	En su exposición muestra coherencia en sus conocimiento individual, conoce a profundidad los resultados del proyecto y su integración. Expone los obstáculos que supero en el desarrollo del proyecto e identifica las debilidades de su prototipo.	Expone los puntos importantes y conoce a profundidad sólo sus aportaciones individuales. Expone los obstáculos que supero para la realización del prototipo.	Muestra conocimiento de cómo se desarrollo el proyecto, no relaciona los objetivos y los resultados.	Describe el proyecto sin embargo no expone los resultados esperados o su relación con los temas abordados en la materia.
	Entregable	Diseñó o fabricó un producto que es funcional que cumple con los objetivos y metas del proyecto. Hizo consideraciones estéticas y aplicó experiencias y conocimientos de otras UA para complementar el resultado.	Diseñó o fabricó un producto que es funcional y responde casi a la mayoría de los objetos planteados. No demuestra aplicación de conocimientos o experiencias de otras UA en su desarrollo.	Diseñó o fabricó un producto que responde al 50% de los objetivos planeados del proyecto. No aplica conocimientos de otras UA.	Diseñó o fabricó un producto que no responde a los objetivos planteados.

## Condiciones de aprobación

- 1.- Asistir al 80% de las clases.-
- 2.- Aprobar los instrumentos de evaluación propuestos con nota no inferior a cuatro ( 4 ) puntos.
- 3- Se podrá recuperar un solo parcial siendo condición para rendir este haber aprobado al menos uno de los dos parciales que serán tomados en las fechas estipuladas abajo y la nota no deberá ser menor a cuatro ( 4 ) puntos.
- 4.- Presentar y aprobar los trabajos que se exijan durante el desarrollo de los trabajos prácticos.
- 5.- Aprobar los trabajos de Laboratorio expuestos en el taller final.

Los alumnos que cumplan con el 50% de las exigencias referidas a los parciales y trabajos de Laboratorio y tengan la asistencia requerida en el punto dos serán considerados regulares. Los demás estarán libres.

6- Evaluación por rúbricas para las actividades prácticas, resolución de problemas y los aprendizajes basados en proyectos

## Actividades prácticas y de laboratorio

### Actividades prácticas en guía de trabajos prácticos

#### Actividad de Laboratorio 1

Simulación Modem AM

Objetivo

Realizar una simulación del proceso de modulación y demodulación (sincrónica y asincrónica) de AM con portadora, incluyendo una etapa de FI.

Desarrollo (en tiempo y frecuencia)

Module en AM multiplicando la banda base con la portadora y luego sumando la portadora.

Module en AM con solo multiplicar.

Realice la conversión en FI, con el concepto de super heterodino y repita para subheterodino

Detecte por envuelta.

Detecte sincrónicamente.

Compare ambas detecciones.

### **Actividad de Laboratorio 2**

Simulación Modem BLU

Objetivo

Realizar una simulación del proceso de modulación y demodulación (sincrónica) de BLU.

Desarrollo(en tiempo y frecuencia)

Analice los efectos de cambiar las amplitudes de la banda base en el punto A.

Analice los efectos de un desfase de  $80^\circ$ .

Encuentre en dB la relación banda lateral no deseada la deseada en ambos casos.

### **Actividad de Laboratorio 3**

Simulación MoDem FM

Objetivo

Realizar una simulación del proceso de modulación y demodulación (por derivación) de FM.

Desarrollo(en tiempo y frecuencia)

Analizar el espectro resultante variando el índice de modulación y la frecuencia modulante.

Encontrar el máximo índice de modulación de FM que al derivar no distorsiona en la AM resultante de la derivación.

### **Actividad de Laboratorio 4**

Simulación Muestreo y Recuperación de una señal

Sistema de Codificación PCM

Objetivo

Realizar una simulación del proceso de muestreo y recuperación de una señal y una simulación de codificación PCM de una señal

Desarrollo(en tiempo y frecuencia)

Valide la frecuencia de muestreo.

Muestre el efecto de Aliasing

Analice el concepto de expansión del espectro.

Determine porque el teorema resulta en una modulación de pulsos.

Analice el cuasi muestreo a partir de muestrear sin componente continua.

### **Actividad de Laboratorio 5**

Simulación Modem ASK

Objetivo

Realizar una simulación del proceso de modulación y demodulación (sincrónica y asincrónica) de ASK.

Desarrollo (en tiempo y frecuencia)

Use la detección sincrónica

Implemente la detección de envuelta.

Compare ambos procesos.

Implemente la representación vectorial

### **Actividad de Laboratorio 6**

Simulación Modem FSK

Objetivo

Realizar una simulación del proceso de modulación y demodulación (sincrónica) de FSK.

Desarrollo (en tiempo y frecuencia)

Obtenga FSK como resultado de dos técnicas ASK.

Use la detección sincrónica con una y con dos ramas.

Implemente la detección de envuelta.

Compare ambos procesos.

### **Aprendizaje basado en proyectos PBL**

Diseño y construcción de sistema de medición remoto

Requisitos funcionales (RF) que debe cumplir el proyecto:

RF1: El sistema final debe mostrar la temperatura, presión y humedad actual en formato digital en una pantalla de fácil lectura.

RF2: El sistema debe tener gateway o concentrador donde se recibirán las transmisiones

RF3: El sistema debe tener módulos remotos donde se mida la temperatura, presión y humedad

RF4: Cada módulo remoto debe transmitir al concentrador. La frecuencia que se utilice debe ser no licenciada.

RF5: El sistema debe tener un monitoreo de los módulos remotos

RF6: Los módulos remotos deben tener alimentación propia

RF7: El sistema debe tener una base de datos.

RF8: El sistema debe poder mostrar los datos mediante una página web y una APP

RF9: El sistema debe permitir la configuración de alarmas para las magnitudes medidas.

## **Casos de Uso**

Ejemplo de casos de uso – Sistema de medición Remoto

*Caso de uso:* Lectura de los parámetros solicitados

a. Descripción: Permite al usuario ver los valores recolectados.

b. Actores: Usuario

c. Flujo básico:

1. El usuario presiona el icono de la APP
2. La APP muestra los valores en tiempo real de los parámetros
3. El usuario selecciona ver valores históricos
4. La APP muestra mediante una curva valores históricos

*Caso de uso:* Configurar alarma

a. Descripción: Permite al usuario configurar una alarma de valores de los parámetros medidos

b. Actores: Usuario

c. Flujo básico:

1. El usuario selecciona la opción de configuración de la alarma de temperatura, de humedad o de presión
2. El sistema muestra las opciones de ajuste para la alarma.

3. El usuario selecciona los valores deseados utilizando los botones de incremento o decremento.

4. El usuario confirma la configuración de la alarma.

Para finalizar el proyecto se deberá entregar un prototipo funcional, descripción de la solución, manual de uso

## Resultados de aprendizaje

### Resultados de aprendizaje competencias genéricas

- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.

Capacidad para identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles

Capacidad para utilizar y/o supervisar la utilización de las técnicas y herramientas

***RA 1: Identificar una situación presente o futura como problemática evaluando el contexto particular del problema incluyéndose como análisis***

***RA 2: Desarrollar criterios profesionales para la evaluación de las alternativas y seleccionar la más adecuada en un contexto particular.***

- CG7: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.  
Capacidad para producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas.

***RA 3: Documentar de manera efectiva las soluciones seleccionadas, los avances y el informe final de los proyectos propuestos.***

- CG9: Aprender en forma continua y autónoma.  
Capacidad para reconocer la necesidad de un aprendizaje continuo a lo largo de la vida. Capacidad para lograr autonomía en el aprendizaje

***RA 4 : Especificar los enfoques, técnicas, herramientas y procesos de diseño adecuados a la situación problemática, sus metas, requerimientos y restricciones analizando la relación costo/beneficio de cada alternativa mediante criterios de evaluación de costos, tiempo, precisión, disponibilidad, seguridad***

### **Resultados de aprendizaje competencias específicas**

- CE1.1: Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradiantes, para brindar soluciones óptimas de acuerdo a las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales.
- CE1.3.1: Conocer, interpretar y emplear las técnicas, tecnologías, principios físicos y matemáticos y herramientas necesarias para el planteo, interpretación, modelización, análisis, resolución de problemas, diseño e implementación de circuitos y sistemas electrónicos.
- CE1.5.1: Analizar, diseñar, sintetizar, simular y construir componentes, circuitos y sistemas para la generación, recepción, transmisión, procesamiento, conversión de campos y señales para sistemas de comunicación o que empleen señales de cualquier naturaleza.
- CE1.5.2: Interpretar y emplear las técnicas, tecnologías, principios físicos y matemáticos y herramientas necesarias para planteo, interpretación, modelización y solución de sistemas de comunicaciones.
- CE1.5.4: Analizar, diseñar, implementar y evaluar sistemas de comunicación, analógicos y digitales.

### **Capacidades que se desprenden de las competencias específicas relacionadas con los contenidos de la asignatura y los resultados de aprendizaje planteados**

***RA 5: Evidenciar las herramientas matemáticas, transformada de fourier y sus propiedades para describir e interpretar el teorema de la modulación de señales.***

***RA 6: Interpretar los sistemas de modulación y demodulación (MoDem) en amplitud, Fase y frecuencia con datos analógicos con la finalidad de asociarlos a los sistemas de radiodifusión comercial***

Capacidad para reconocer el concepto fundamental de la Transformada de Fourier y su función en el análisis de señales en el dominio de la frecuencia.

Habilidad para aplicar la Transformada de Fourier a señales en el dominio del tiempo para obtener su representación en el dominio de la frecuencia.

Habilidad para identificar y analizar las componentes de frecuencia presentes en una señal tras aplicar la Transformada de Fourier.

Capacidad para comprender el teorema de la modulación, incluyendo cómo la multiplicación de una señal moduladora por una señal portadora se relaciona con la convolución en el dominio de la frecuencia.

Habilidad para aplicar el teorema de la modulación en situaciones prácticas, como en sistemas de comunicación o en el análisis de señales moduladas.

Capacidad para interpretar los resultados obtenidos mediante el teorema de la modulación y la Transformada de Fourier, incluyendo cómo la información de la señal moduladora se lleva a través de la señal portadora en el dominio de la frecuencia.

Ser capaz de identificar los componentes clave de un sistema de modulación y demodulación, como el transmisor, el receptor y los circuitos de modulación/demodulación.

Capacidad de comparar y contrastar sistemas de modulación en amplitud, fase y frecuencia en términos de ventajas y desventajas, aplicaciones y limitaciones.

***RA 7: Aplicar los conceptos de la figura de ruido en los sistemas de comunicaciones con la meta de asociarlos como parámetro de calidad de los distintos sistemas de telecomunicaciones.***

Ser capaz de identificar y cuantificar la figura de ruido en sistemas de comunicaciones, incluyendo la comprensión de cómo se mide y se expresa en decibeles (dB).

Capacidad de evaluar cómo la figura de ruido afecta la relación señal-ruido en un sistema de comunicaciones y cómo esto influye en la calidad de la señal recibida.

Capacidad de evaluar la calidad de una señal de comunicación en función de la figura de ruido y otros parámetros técnicos, como la relación señal-ruido

***RA 8: Evaluar los conceptos de modulación por pulsos y las técnicas de multiplexación de de datos digitales con la finalidad de aplicarlos en los procesos de modulación y demodulación en señales de radiofrecuencia***

Capacidad de evaluar la eficiencia espectral de las señales moduladas por pulsos y cómo la elección de técnicas de modulación afecta la ocupación del espectro.

Capacidad de aplicar los conceptos de modulación por pulsos y multiplexación de datos en el diseño y configuración de sistemas de comunicación de radiofrecuencia, incluyendo sistemas de transmisión y recepción.

***RA 9: Evaluar los conceptos de los distintos tipos sistemas modulación digital para apreciar su utilización en sistemas de comunicación actuales.***

Capacidad de ilustrar los fundamentos de la modulación digital, incluyendo conceptos como la codificación de datos, la señalización de símbolos y la transmisión de información a través de señales digitales.

Capacidad de diferentes tipos de modulación digital, como PSK (Phase Shift Keying), QAM (Quadrature Amplitude Modulation), FSK (Frequency Shift Keying), ASK (Amplitude Shift Keying), entre otros.

Capacidad de elección de un tipo específico de modulación digital para relacionarla con los requisitos y características de los sistemas de comunicación actuales.

**RA 10 Utilizar herramientas de diseños asistido por computadora, en entornos ideales para realizar simulación y análisis de los sistemas analógicos y digitales de telecomunicaciones**

Capacidad de modelar sistemas complejos de telecomunicaciones que incluyan múltiples componentes y subsistemas, teniendo en cuenta las interacciones y relaciones entre ellos.

**Tabla de Relación entre Resultados de Aprendizajes y Competencias**

A modo de síntesis, en la siguiente tabla se resumen los resultados de aprendizajes que se consideran en la evaluación de cada competencia.

Resultado de aprendizaje	Competencia	Mediación pedagógica	Metodología y Estrategias de Evaluación
RA1	CG4	Aprendizaje Cooperativo en Grupos Pequeños PBL	Criterio en Rúbrica 1
RA2	CG4	Aprendizaje Cooperativo en Grupos Pequeños	Criterio en Rúbrica 1
RA3	CG7	Aprendizaje Cooperativo en Grupos Pequeños Presentaciones Escritas Presentaciones Orales	Criterio en Rúbrica 1 y 2
RA4	CG9	Aprendizaje Cooperativo en Grupos Pequeños Presentaciones Escritas Presentaciones	Criterio en Rúbrica 1 y 2

		Orales	
RA5	CE1.1 CE1.3.1 CE1.5.1 CE1.5.2 CE1.5.4	Lección Magistral Participativa Presentaciones Escritas Resolución de Problemas Aprendizaje Cooperativo en Grupos Pequeños Estudio de Casos Taller	Evaluaciones parciales Criterio en Rúbrica 1 y 2
RA6	CE1.1 CE1.3.1 CE1.5.1 CE1.5.2 CE1.5.4	Lección Magistral Participativa Presentaciones Escritas Resolución de Problemas Aprendizaje Cooperativo en Grupos Pequeños Estudio de Casos Taller	Evaluaciones parciales Criterio en Rúbrica 1 y 2
RA7	CE1.3.1 CE1.5.1 CE1.5.4	Lección Magistral Participativa Presentaciones Escritas Resolución de Problemas Aprendizaje Cooperativo en Grupos Pequeños Estudio de Casos Taller	Evaluaciones parciales Criterio en Rúbrica 1 y 2
RA8	CE1.5.1 CE1.5.2 CE1.5.4	Lección Magistral Participativa Presentaciones Escritas Resolución de Problemas Aprendizaje Cooperativo en Grupos Pequeños Estudio de Casos Taller	Evaluaciones parciales Criterio en Rúbrica 1 y 2
RA9	CE1.5.1	Lección Magistral	Evaluaciones

	CE1.5.2 CE1.5.4	Participativa Presentaciones Escritas Resolución de Problemas Aprendizaje Cooperativo en Grupos Pequeños Estudio de Casos Taller	parciales Criterio en Rúbrica 1 y 2
RA10	CE1.5.2	Presentaciones Escritas Aprendizaje Cooperativo en Grupos Pequeños Estudio de Casos mediante software de simulación	Actividades de laboratorio 1 a 6 Criterio en Rúbrica 1 y 2

## Bibliografía

- Pedro Danizio. "Teoría de las comunicaciones".* Ed. Universitas. 2º Ed. 2004. (DA)
- Pedro Danizio. "Sistemas de comunicaciones".* Ed. Universitas. 2003. (viene con CD con resoluciones de actividades, autotest y un simulador de técnicas de comunicación) (DA1)
- León W. Couch II. "Sistemas de Comunicación Digitales y Analógicos".* Ed Prentice-Hall. 1997. (COU)
- Misha Schwartz: "Transmisión de Información Modulación y ruido".* Ed. McGraw-Hill. 1994. (SC)
- F. G. Strembler: "Introducción a los Sistemas de Comunicación".* Ed. Addison-Wesley. 1997. (ST)
- B. P. Lathi: "Introducción a la Teoría y Sistemas de Comunicación".* Ed. Limusa. 1989. (LA)
- B. P. Lathi: "Modern Digital and Analog Communications Systems".* Oxford University Press. 1998. (LA1)
- Lee-Messerschmitt: "Digital Communications".* Ed. Kluwer Academic Publishers. 1989. (LM)
- F. R. Connors: "Modulation".* Ed. Labor. 1980 (CO)



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** Programa Asingatura IE25 Sistemas de Comunicacion

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 21 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.19 21:24:54 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.19 21:25:00 -03'00'

Asignatura: **Campo Electromagnético**

Código:	RTF	8
Semestre: Octavo	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Básicas	Horas de Práctica	

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Teoría de Circuitos

Contenido Sintético:

- Ondas Electromagnéticas.
- Propagación en diferentes medios.
- Potencia electromagnética.
- Incidencia normal
- Incidencia oblicua
- Líneas de Transmisión.
- Guías de Onda.
- Radiación electromagnética.
- Sistemas Radiantes.

Competencias Genéricas:

- CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

### Competencias Específicas:

CE1.1: Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradiantes, para brindar soluciones óptimas de acuerdo a las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales.

CE1.3.1: Conocer, interpretar y emplear las técnicas, tecnologías, principios físicos y matemáticos y herramientas necesarias para el planteo, interpretación, modelización, análisis, resolución de problemas, diseño e implementación de circuitos y sistemas electrónicos.

CE1.3.8: Comprender los principios físicos y modelos matemáticos que representan la generación, conducción, transmisión, propagación y recepción de ondas electromagnéticas.

CE1.5.5: Analizar y diseñar componentes, circuitos y sistemas para generación, conducción, transmisión, propagación y recepción de ondas electromagnéticas.

## Presentación

Campo Electromagnético es una asignatura que se dicta en el Octavo Semestre (Cuarto Año) de la carrera Ingeniería Electrónica, pertenece al bloque de Tecnologías Básicas, y contiene los fundamentos, conceptos y modelos matemáticos del electromagnetismo aplicado a las tecnologías electrónicas, especialmente de alta frecuencia (circuitos y sistemas de comunicaciones).

Esta asignatura forma parte de la base tecnológica de mitad de carrera, en la que, mediante los conocimientos de matemática, física y otras ciencias básicas adquiridos en los primeros años, se aborda el estudio de temas más aplicados y tecnológicos. Esta y otras materias conforman una plataforma sobre la que se fundamenta el posterior estudio de tecnologías aplicadas.

Dentro del área de comunicaciones, Campo Electromagnético constituye la interfaz entre las ciencias básicas y las tecnologías aplicadas. Aquí se estudian los conceptos y fundamentos del electromagnetismo y las tecnologías fundamentales utilizadas en circuitos y sistemas de comunicaciones.

Puede decirse que la materia tiene tres partes: la primera constituida por tecnologías básicas, mientras que la segunda y tercera está formada por tecnologías aplicadas.

En la primera parte, partiendo de las Ecuaciones de Maxwell, se estudia ondas electromagnéticas, su propagación en diferentes medios, flujo de potencia y diferentes formas de incidencia. Con esto, queda conformada la base para el estudio de gran parte de técnicas y tecnologías usadas en circuitos y sistemas de comunicaciones. En la segunda parte se estudian detalladamente algunas de las tecnologías más comunes en circuitos y sistemas de alta frecuencia, tales como líneas de transmisión y guías de ondas. Finalmente, en la tercera parte, se aborda el estudio de la radiación electromagnética y sus aplicaciones.

Respecto del perfil de egreso, la asignatura es de crucial importancia para el área de comunicaciones, pero también brinda una base sólida para el estudio de otras situaciones de ingeniería electrónica en otras áreas, como el flujo de energía en los circuitos o los diferentes modelos aplicables según el rango de frecuencias de trabajo. Por ejemplo, ayuda a la comprensión, análisis y diseño de circuitos digitales de alta velocidad. Al finalizar el cursado de la asignatura, los/as estudiantes están formados para el estudio autónomo de cualquier tecnología utilizada en circuitos de alta frecuencia (comunicaciones), lo cual será aplicado en la materia subsiguiente (Ingeniería de Microondas) y a la postre, en su carrera profesional.

La asignatura mantiene un punto de vista constructivista, centrado en el estudiante y con un enfoque por competencias, donde se proponen una serie de actividades en las que los estudiantes desarrollan habilidades para el estudio autónomo de tecnologías, circuitos y sistemas de comunicaciones. Al culminar la materia se habrán desarrollado competencias que permiten al futuro egresado desempeñarse en cualquier actividad relacionada a electrónica de alta frecuencia.

# Contenidos

## **UNIDAD 1: Ondas Electromagnéticas**

Ecuaciones de Maxwell, formas diferencial e integral en dominio del tiempo. Ecuaciones de Maxwell en forma armónica compleja. Condiciones de frontera. Ecuación de Onda, Solución. Ondas Planas Uniformes en el Vacío. Parámetros característicos: impedancia intrínseca del medio, constante de fase, longitud de onda, velocidad de fase, polarización.

## **UNIDAD 2: Propagación en Diferentes Medios**

Ondas Planas Uniformes en Dieléctricos Perfectos. Ondas Planas Uniformes en medios con Pérdidas. Parámetros característicos: constante de fase, constante de atenuación, constante de propagación, impedancia intrínseca compleja, longitud de onda, velocidad de fase, permitividad compleja, profundidad de penetración, tangente de pérdidas. Clasificación de medios.

## **UNIDAD 3: Potencia Electromagnética**

Densidad de Flujo de Potencia Electromagnética, Vector Poynting. Teorema de Poynting. Potencia Electromagnética en Medios Perfectos. Potencia Electromagnética en Medios con Pérdidas. Potencia Instantánea, Potencia Promedio, Potencia Total. Aplicaciones del Teorema de Poynting.

## **UNIDAD 4: Incidencia Normal**

Incidencia Normal sobre Conductor Perfecto. Onda Estacionaria. Incidencia Normal sobre Dieléctrico perfecto. Reflexión y Transmisión en dos regiones. Incidencia Normal en varios medios. Coeficiente de Reflexión. Impedancia de Campo. Flujos de Potencia en Incidencia Normal. Adaptación con Medio de  $\lambda/4$ . Carta de Smith.

## **UNIDAD 5: Incidencia Oblicua**

Modo Transversal Eléctrico (TE). Modo Transversal Magnético (TM). Incidencia Oblicua sobre Conductor Perfecto. Guiado de ondas mediante conductores. Incidencia Oblicua sobre Dieléctricos. Ángulo Crítico (reflexión total). Ángulo de Brewster (reflexión nula). Guiado de ondas mediante dieléctricos.

## **UNIDAD 6: Líneas de Transmisión**

Modo Transversal Electromagnético (TEM). Ondas Guiadas por Dos Conductores: Líneas de Transmisión. Modelo Lineal Equivalente. Ecuaciones de Onda de Tensión/Corriente, Solución. Parámetros característicos: impedancia característica, constante de fase, constante de atenuación, constante de propagación, longitud de onda, velocidad de fase. Discontinuidades en líneas de transmisión. Impedancia de Línea. Coeficiente de Reflexión. Uso de Carta de Smith en Líneas de Transmisión. Distribuciones de tensiones y corrientes en la línea. Línea terminada en Impedancia Características, Cortocircuito, Circuito Abierto, Carga Arbitraria. Transformador de  $\lambda/4$ . Línea de Transmisión como Elemento de Circuito (Análisis). Adaptación de Impedancias con Líneas de Transmisión (Diseño). Flujo de Potencia en la Línea de Transmisión. Tecnologías de líneas de transmisión. Aplicaciones.

## **UNIDAD 7: Guías de Ondas**

Propagación entre dos planos conductores. Modo Transversal Eléctrico (TE). Modo Transversal Magnético (TM). Guía de Ondas sección rectangular. Modos de

propagación en Guías de Ondas Rectangulares. Parámetros de Guía de Ondas: constante de propagación, impedancia intrínseca, frecuencia de corte, longitud de onda, velocidad de propagación, velocidad de grupo. Excitación de la Guía de Ondas. Guías de Ondas sección circular. Aplicaciones.

### **UNIDAD 8: Radiación Electromagnética**

Ecuación de Onda Inhomogénea en función de potenciales electromagnéticos, Solución. Potenciales Retardados. Método general de análisis de sistemas radiantes. Radiación desde un elemento diferencial de corriente (dipolo elemental). Campo Cercano. Campo Lejano. Patrón de Radiación. Potencia Radiada. Resistencia de Radiación.

### **UNIDAD 9: Sistemas Radiantes**

Antenas Lineales. Antenas de Lazo. Antenas de Apertura. Antenas Reflectivas. Parámetros Fundamentales de las Antenas. Arreglos de Antenas.

## **Metodología**

Durante el desarrollo de la asignatura se emplean clases expositivas, exposiciones dialogadas, resolución de problemas y estudios de casos, con un carácter teórico-práctico en todos los casos, e incentivando la participación activa de los estudiantes.

En general, en los distintos temas, se comienza con clase expositiva donde se presenta el tema, se continúa con exposiciones dialogadas donde se estimula la participación de los estudiantes, se sigue con resolución de problemas y se finaliza con estudio de casos. Dependiendo del tema tratado, pueden emplearse una, varias o todas estas metodologías.

En la primera parte de la materia se busca adquirir los saberes básicos para el trabajo con ondas electromagnéticas y su interacción con el medio (ecuación de onda, solución, vector Poynting, incidencia sobre medios, etc.). Los distintos temas son tratados con un enfoque teórico-práctico, es decir, integrando los desarrollos teóricos con ejemplos y ejercicios. En la segunda parte de la materia se trabaja mayormente con circuitos y tecnologías de guiados de ondas (líneas de transmisión, guías de ondas, etc.). En la tercera parte se estudia la generación y recepción de campos electromagnéticos y sus aplicaciones.

En algunos temas particulares, se brinda a los alumnos el material de estudios para que lo analicen en forma autónoma y luego se les realiza preguntas sobre el mismo. También se cuenta con un set de ejercicios que los/as estudiantes deben resolver en forma autónoma, fuera del ámbito de la clase.

## **Evaluación**

Durante todo el semestre, en forma continua y permanente, y a través de la participación de los estudiantes en distintas actividades, se realiza una evaluación formativa del desarrollo de Competencias Genéricas (CG) y Específicas (CE).

A su vez, se realizan 3 (tres) actividades de evaluación, una por cada parte en que se subdivide la materia. En estas evaluaciones el estudiante desarrolla un breve informe escrito de las consignas solicitadas y luego lo defiende frente al docente en forma dialogada. Pueden ser individuales o grupales y pueden tener varias modalidades: preguntas conceptuales, desarrollo de temas, resolución de ejercicios y problemas (numéricos o analíticos), estudio de casos, etc. Al culminar las evaluaciones se brinda a los estudiantes las respuestas y soluciones a las consignas planteadas, con lo cual la evaluación adquiere un carácter formativo. De esta forma se lleva a cabo evaluación detallada y exhaustiva del desarrollo de las competencias en cada estudiante.

En las actividades de evaluación se asigna un puntaje (mediante rúbrica diseñada a tal efecto) entre 0 y 100 puntos (escala lineal). Estos puntajes se introducen en una ecuación que asigna distinto peso al puntaje de cada evaluación, con lo cual se obtiene un puntaje total de la materia, entre 0 y 100 puntos. La nota final resulta de introducir este puntaje en una tabla que asigna, en forma no lineal, una nota para cada rango de puntajes (evaluación sumativa).

### Calificación

AE1 = Puntaje Actividad Evaluación N° 1, entre 0 y 100 puntos (lineal).

AE2 = Puntaje Actividad Evaluación N° 2, entre 0 y 100 puntos (lineal).

AE3 = Puntaje Actividad Evaluación N° 3, entre 0 y 100 puntos (lineal).

P1 = Peso puntaje Actividad Evaluación N° 1, entre 0 y 1.

P2 = Peso puntaje Actividad Evaluación N° 2, entre 0 y 1.

P3 = Peso puntaje Actividad Evaluación N° 3, entre 0 y 1.

PT = Puntaje Total =  $P1 * AE1 + P2 * AE2 + P3 * AE3$

### Nota Final

Puntaje Total (PT)	Nota Final (NF)
00 a 29	1 (uno)
30 a 49	2 (dos)
50 a 59	3 (tres)
60 a 64	4 (cuatro)
65 a 70	5 (cinco)
71 a 76	6 (seis)
77 a 82	7 (siete)
83 a 88	8 (ocho)
89 a 94	9 (nueve)
95 a 100	10 (diez)

## Condiciones de aprobación

Los requisitos para la Aprobación Sin Examen Final (Promoción Directa) son:

- Asistencia al 80% de las clases teórico-prácticas.
- Obtención, como mínimo, de 60 puntos en todas las Actividades de Evaluación.

Los requisitos para la Regularización son:

- Asistencia al 80% de las clases teórico-prácticas.
- Obtención, como mínimo, de 60 puntos en al menos la mitad de las Actividades de Evaluación.

## Actividades prácticas

Las actividades prácticas se realizan exclusivamente en aula y consisten en distintas actividades donde se aplican conceptos y contenidos teóricos, tales como cuestionarios, resolución de ejercicios y problemas, estudio de casos, etc.

En algunos casos, las actividades prácticas son presentadas en aula y resueltas fuera de ellas, ya sea individual o grupalmente. En estos casos se deben presentar informes.

## Resultados de aprendizaje

Los Resultados de Aprendizajes (RA) son los indicadores de desempeño que permiten evaluar las competencias que se desarrollan en la asignatura, tanto genéricas como específicas.

CE1.3.1: Conocer, interpretar y emplear las técnicas, tecnologías, principios físicos y matemáticos y herramientas necesarias para el planteo, interpretación, modelización, análisis, resolución de problemas, diseño e implementación de circuitos y sistemas electrónicos.

CE1.3.8: Comprender los principios físicos y modelos matemáticos que representan la generación, conducción, transmisión, propagación y recepción de ondas electromagnéticas.

CE1.5.5: Analizar y diseñar componentes, circuitos y sistemas para generación, conducción, transmisión, propagación y recepción de ondas electromagnéticas.

RA01: Comprende los principios físicos de la propagación y reflexión de ondas

electromagnéticas y los modelos matemáticos que las describen.

RA02: Utiliza los modelos y procedimientos matemáticos para resolver problemas de propagación y reflexión de ondas electromagnéticas.

RA03: Calcula correctamente valores de impedancias, coeficientes de reflexión, campos y potencias en distintos medios de propagación.

RA04: Comprende las diferencias entre la teoría de circuitos y la teoría de campo electromagnético.

RA05: Comprende los principios físicos del guiado de ondas y los modelos matemáticos que lo describen.

RA06: Identifica diferentes tecnologías de sistemas de guiado de ondas (líneas de transmisión y guías de ondas).

RA07: Analiza impedancias, coeficientes de reflexión, tensiones, corrientes y potencias en sistemas de líneas de transmisión.

RA08: Diseña circuitos de líneas de transmisión para sistemas de comunicaciones.

RA09: Analiza valores y distribuciones de campo en guías de ondas.

RA10: Comprende los principios físicos de la radiación electromagnética y los modelos matemáticos que la describen.

RA11: Analiza sistemas irradiantes y sus parámetros característicos.

RA12: Aplica la teoría de campo electromagnético para resolver problemas de ingeniería relacionados a la propagación, conducción y radiación de ondas electromagnéticas.

Estos Resultados de Aprendizaje se utilizan para evaluar el desarrollo de las competencias (con la correspondiente rúbrica) de acuerdo a la siguiente tabla de correspondencia:

<b>Competencias</b>	<b>Resultados de Aprendizaje</b>
CG1	RA02, RA12
CG4	RA02, RA12
CE1.1 (*)	RA03, RA07, RA08, RA09, RA11
CE1.3.1	RA12
CE1.3.8	RA01, RA04, RA05, RA10
CE1.5.5	RA03, RA06, RA07, RA08, RA09, RA11

Nota (\*): dada la amplitud de esta competencia, solamente se evalúa la parte de la misma a la que aplica la asignatura.

## Bibliografía

- S. Ramo, J. R. Whinnery, T. Van Duzer, *Campos y Ondas* , Editorial Pirámide, Madrid, 1965.
- A. N. Bianchi, *Sistemas de Ondas Guiadas* , Editorial Marcombo, Barcelona, 1980.
- C. T. Johnk, *Teoría Electromagnética* , Editorial Limusa, México, 1981.
- E. C. Jordan y K. G. Balmain, *Ondas Electromagnéticas y Sistemas Radiantes* , Tercera Edición, Editorial Paraninfo, Madrid, 1983.



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** Programa Asignatura IE25 Campo Electromagnético

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 9 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.19 21:27:06 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.19 21:27:12 -03'00'

Asignatura: **Electrónica Analógica 3**

Código:	RTF	10
Semestre: Octavo	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	32

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Electrónica Analógica 2

Contenido Sintético:

- Sensores y Transductores,
- Amplificadores Operacionales reales.
- Estabilidad y compensación.
- Filtros activos.
- Acondicionamiento de señales.
- Acondicionamiento aplicado a transductores y sensores.
- Amplificador de instrumentación.
- Circuitos especiales con Amplificadores.
- Diseño electrónico.
- Microelectrónica.

Competencias Genéricas:

- CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG3: Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

### Competencias Específicas:

CE1.1: Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradianes, para brindar soluciones óptimas de acuerdo a las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales.

CE1.3.2: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección, modelos y utilización de los principales dispositivos electrónicos, activos y pasivos, a emplear en Ingeniería Electrónica.

CE1.3.7: Sintetizar, diseñar y analizar circuitos y sistemas realimentados.

CE1.7.1: Analizar, diseñar, simular y probar dispositivos, circuitos y sistemas electrónicos para la generación, manejo, amplificación, procesamiento y acondicionamiento de energía eléctrica y señales de distinta naturaleza.

CE1.7.2: Analizar, diseñar, modelar, simular, utilizar y probar circuitos integrados.

CE1.7.3: Analizar, diseñar, implementar, probar y evaluar circuitos y sistemas para el sensado de variables físicas, adquisición de datos y procesamiento analógico y digital de señales.

CE1.7.4: Sintetizar, diseñar y analizar circuitos amplificadores, osciladores y circuitos lineales.

## Presentación

Electrónica Analógica 3 se encuentra ubicada en el cuarto año y octavo semestre de Ingeniería Electrónica. En este punto el/la alumno/a ya ha adquirido competencias tanto en trayectos de tecnologías analógicas como digitales. Ésto permite reforzar algunas de las competencias ya incorporadas, extenderlas y combinarlas con algunas nuevas.

Las competencias a incorporar en esta espacio curricular apuntan a:

- Compatibilizar requerimientos de circuitos y sistemas analógicos y digitales.
- Acondicionar señales de entradas generadas en sensores y transductores.
- Acondicionar señales de salidas hacia actuadores.
- Definir, diseñar e implementar circuitos y sistemas usando herramientas libres para desarrollar tecnología microelectrónica.
- Adquirir nociones básicas de sistemas mixtos, (analógicos y digitales).

Estas competencias, le permitirán a los/las alumnos/alumnas los siguientes objetivos, entre otros:

- Analizar, sintetizar, diseñar, proyectar y calcular, circuitos y sistemas más complejos tales como osciladores, filtros, amplificadores de banda ancha y amplificadores de instrumentación, sistemas con sensores y actuadores, etc.
- Seleccionar las tecnologías y componentes más adecuados para todo lo anterior, incluyendo tecnologías discretas y tecnologías microelectrónicas integradas.

La habilidad de vincular correctamente a sistemas analógicos y digitales (mixtos) con sensores y actuadores, es algo distintivo y fundamental en la formación del Ingeniero electrónico.

Este espacio curricular se articula fuertemente con otros espacios curriculares fundamentales tales como:

- Señales y Sistemas, Teoría de Circuitos, Electrónica Analógica 2, alcanzado un desarrollo mayor de algunos ejes temáticos.
- Electrónicas digitales para compatibilizar requerimientos de cadenas de acondicionamiento de entradas y salidas con conversores A/D y D/A.
- Prácticas Profesionales Supervisadas (PPS) y con el Proyecto Integrador de la Carrera para el desarrollo de competencias genéricas además de las competencias específicas.

El logro de todas las competencias específicas de este espacio curricular implica el uso de un conjunto de los instrumentos de medición y de las herramientas computacionales y de simulación correspondientes.

El centro y el foco de las actividades se posiciona en el/la alumno/a con el objetivo de que pueda ir desarrollando sus competencias a partir de una sucesión de experiencias cuidadosamente seleccionadas, (trabajos prácticos de laboratorios), articuladas y asistidas por el docente. Se apunta a resolver problemas profesionales típicos y actuales.

Las competencias se describen en la sección “Resultados de Aprendizaje”, desarrollada más abajo en este documento.

Los resultados de aprendizaje son utilizados para generar la rúbrica, la cual se utiliza tanto para la evaluación y calificación como para realimentar la actuación del/de la alumno/a. De ésta manera, el/la alumno/a en forma conjunta con su profesor/a, pueden tomar las acciones necesarias a tiempo para facilitar el desarrollo de las competencias buscadas.

## Contenidos

Unidad 1: Amplificadores Ideales. Tipos y Aplicaciones.

El amplificador operacional realimentado por tensión ideal, (“Ideal VFA”). Modelos aplicables. Configuraciones típicas. Aplicaciones típicas del VFA. Efectos de la respuesta en frecuencia de un polo de un VFA en sus aplicaciones.

El amplificador operacional realimentado por corriente ideal, (“Ideal CFA”). Modelos aplicables. Configuraciones típicas. Aplicaciones típicas del CFA. Efectos de la respuesta en frecuencia de un polo en un CFA en sus aplicaciones.

El amplificador de Transconductancia ideal, (“Ideal OTA”). Modelos aplicables. Configuraciones típicas. Aplicaciones típicas del OTA. Efectos de la respuesta en frecuencia de un polo en un OTA en sus aplicaciones.

Aplicación al Amplificador de Instrumentación, amplificador de banda ancha, rectificadores ideales, ajustadores de curvas, amplificadores logarítmicos, fuentes de corrientes.

Unidad 2: Amplificadores Reales. Errores.

El amplificador operacional realimentado por tensión Real, (“Real VFA”). Modelos aplicables. Errores en corriente continua. Errores en corriente alterna. Modelos de Ruido y de Consumo en un VFA. Implicancias de la existencia de dos o más polos en un VFA.

El amplificador operacional realimentado por corriente Real, (“Real CFA”). Modelos aplicables. Errores en corriente continua. Errores en corriente alterna. Modelos de Ruido y de Consumo en un CFA. Implicancias de la existencia de dos o más polos en un CFA.

El amplificador de Transconductancia Real, (“Real OTA”). Modelos aplicables. Errores en corriente continua. Errores en corriente alterna. Modelos de Ruido y de Consumo en un OTA. Implicancias de la existencia de dos o más polos en un OTA.

Unidad 3: Sensores, Transductores y Actuadores.

Los tipos principales de Sensores, Transductores y Actuadores. Cadenas de Acondicionamiento de señal de entrada para sensores y transductores. Cadenas de Acondicionamiento de señal de salida para actuadores. Análisis y/o simulación de errores en continua. Limitaciones dinámicas de las cadenas de acondicionamiento de entrada y salida versus las limitaciones dinámicas de los sensores/transductores y actuadores. Análisis y/o simulación de respuestas

dinámicas. Análisis y/o simulación de ruido. Consideraciones relativas a los errores de los conversores A/D y D/A versus los errores de las cadenas de entrada y salida para sensores y actuadores. Consideraciones relativas a las velocidades de procesamiento digital versus las características dinámicas de las cadenas analógicas de entrada y salida para sensores y actuadores.

Caracterización de sistemas de actuación y sensado: Intervalo y Extensión, Error, Exactitud, Sensibilidad, Error por histéresis, Error de linealidad, Repetibilidad/reproducibilidad, Estabilidad, Ancho de Banda/tiempo muerto, Resolución, Impedancias de entrada y salida. Consideraciones para homogeneizar y compatibilizar los requerimientos entre el dominio digital y el dominio analógico.

#### Unidad 4: Estabilidad, Compensación y Osciladores

Margen de fase y margen de ganancia. Relación entre Respuesta impulsiva, respuesta en frecuencia, ubicación de los polos, y factor de calidad en sistemas dos polos.

Sistemas con dos o más polos. Relaciones con los márgenes de estabilidad. Técnicas de compensación. Compensación para máxima planicidad del módulo, o máxima planicidad en la respuesta al retardo del sistema.

Síntesis del amplificador compensado. Estabilidad y compensación en amplificadores compuestos de banda ancha.

Osciladores Activos. Condiciones de Oscilación. Distintos tipos de osciladores activos. Implementación de osciladores con distintas tecnologías activas. Métodos iterativos y exactos para incrementar la frecuencia de oscilación con el mismo elemento activo.

Técnicas y herramientas microelectrónicas para el desarrollo de osciladores activos.

#### Unidad 5: Filtros Activos

Teoría de la aproximación. Expresión bi-cuadrática generalizada. Realización de ceros y polos reales. Estructuras activas realimentadas negativamente con redes R-C. Función de transferencia. Estructuras activas realimentadas positivamente con redes R-C. Función de transferencia. Método de síntesis. Igualación de coeficientes para el cálculo de componentes. Ajuste de la constante de ganancia. Escalado de impedancias. Escalar de frecuencia. Realizaciones con respuesta simultánea de varias funciones de filtro.

Filtros acoplados o de múltiple lazo. Estructuras con tres y cuatro amplificadores Filtro universal. Versiones integradas microelectrónicas. Relación entre filtros analógicos y digitales.

Técnicas y herramientas microelectrónicas para el desarrollo de filtros activos.

## Metodología

La asignatura desarrollará las competencias previstas para los y las alumnos y alumnas en este espacio curricular, a través del método de Enseñanza Basada en Proyectos, (EBP).

La EBP se contextualiza y adapta a éste espacio curricular mediante el desarrollo consecutivo y coordinado de Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL). Dichos TPLs, (TPL1, TPL2, etc.), pueden ser vistos como partes o etapas de un proyecto integrador de la materia.

Las competencias a desarrollar en cada TPL, y los resultados de aprendizaje correspondientes se encuentran listados en la sección denominada “Resultados de Aprendizaje”.

Los TPL son las principales actividades prácticas y de laboratorio a desarrollar en la materia. En la sección denominada “Actividades prácticas y de laboratorio” se encuentran listadas todas las que se desarrollan en la actividad curricular. Como soporte para cada una de ellas, el alumno dispone de una guía de laboratorio que le indica las situaciones a resolver en cada TPL, una guía de problemas y problemas resueltos que le ayudan a resolver las situaciones de las guías de laboratorio. También dispone de contenido teórico de soporte para resolver las situaciones de las guías de laboratorio y las guías de problemas.

El rol de los docentes es ayudar a los alumnos a desarrollar las competencias para cada Trabajo Práctico de Laboratorio, mediante las siguientes actividades:

- Discusión interactiva de temas teóricos de base asociables al Trabajo Práctico de Laboratorio bajo desarrollo.
- Resolución interactiva de problemas asociables al Trabajo Práctico de Laboratorio bajo desarrollo.
- Aplicación de todo lo anterior a la solución de las situaciones profesionales a resolver en el Trabajo Práctico de Laboratorio bajo desarrollo.

Los parciales también son considerados actividades prácticas. Cada uno de ellos se utiliza para dos objetivos principales:

- Verificar las competencias de cálculo correspondientes a los trabajos prácticos de laboratorios previos.
- Integrar todas las otras competencias previas vistas hasta el momento del parcial, (modelado, simulación, etc.) con las competencias de cálculo específicas.

La calificación del parcial influye en la nota final del alumno con un peso relativo de acuerdo a lo indicado en la sección “Evaluación”. Del mismo modo, la calificación de los Trabajos Prácticos de Laboratorio tienen un peso relativo de acuerdo a lo indicado en la rúbrica. En la sección “Resultados de Aprendizaje”, se encuentra descrita la rúbrica.

## Evaluación

Como se explicó en la sección “Metodología de la Enseñanza”, la materia se basa en el desarrollo de una sucesión de Trabajos Prácticos de Laboratorios (TPLs) intercalados con exámenes parciales. Cada TPL y cada parcial tiene asociado un conjunto de competencias desagregadas y sus correspondientes resultados de aprendizaje.

Los parciales se evalúan con una nota del 0 al 10. En dicha calificación el 60% corresponde a un 4 (cuatro) que será la nota mínima de aprobación. A partir de allí se utiliza una escala lineal hasta llegar a la máxima calificación (10 diez). Los parciales podrán desarrollarse en forma escrita en papel o en forma oral.

Los TPLs se evalúan por medio de la rúbrica descrita en la sección “Resultados de Aprendizaje”. Cada resultado tiene una correspondiente evaluación que va del 1 al 3 de acuerdo a la siguiente escala:

Valoración en rúbrica	Significado
1	Escasamente logrado
2	Logrado
3	Muy logrado

Si todos los resultados superan el mínimo especificado en la tabla, generalmente el 2 (Logrado), se obtiene una valoración general que es el promedio de las valoraciones para cada ítem de la rúbrica. Notar que el máximo promedio posible de la rúbrica es 3 (tres).

Si las calificaciones de los parciales y las rúbricas superan los mínimos estipulados, la calificación final se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Calificación Final} = \text{Promedio Parciales} \times (1/2) + \text{Promedio Rúbrica} \times (5/3)$$

Por ejemplo, un alumno con promedio de parciales de 8 (ocho) y con promedio de rúbrica de 3 (tres) tendrá como calificación final un 9 (nueve).

Los docentes podrán utilizar el redondeo hacia abajo o arriba de la nota a manera de apreciación integradora final del rendimiento del alumno.

## Condiciones de aprobación

Para aprobar por promoción el/la alumno/a deberá:

- Obtener una calificación mínima de 4 (cuatro) en ambos parciales.
- Igualar o superar las valoraciones mínimas de los resultados de aprendizaje indicados en la rúbrica.

Se podrá recuperar hasta un parcial y en ese caso la nota del parcial recuperado reemplazará a la calificación anterior en dicho parcial.

Se remarca nuevamente que los parciales pueden ser escritos o tomados en forma oral, haciendo uso por ejemplo de la pizarra.

Las valoraciones obtenidas en la rúbrica podrán variar hasta las fechas límites de entrega de los TPLs asociados a las mismas.

Para alcanzar la regularidad de la materia el/la alumno/a deberá:

- Obtener una calificación mínima de 4 (cuatro) en al menos un parcial.
- Igualar o superar las valoraciones mínimas de al menos la mitad de los resultados de aprendizaje indicados en la rúbrica.

Si no alcanza las condiciones de regularidad y promoción el alumno estará en condición de libre.

Tanto los alumnos libres como regulares, se deberán presentar, previo al exámen, las actividades prácticas de laboratorio vigentes y serán evaluadas con la rúbrica. En caso que el alumno libre haya cursado, se valorarán todas las actividades prácticas aprobadas durante su cursada excepto las correspondientes a los parciales. Deberá completar las faltantes. Del mismo modo para el regular.

De esta manera, tanto regulares como libres deberán tener su rúbrica completa y evaluada previo al exámen.

El exámen final para el alumno regular o libre consistirá en ejercicios de cálculo y preguntas similares a los de los parciales. Dicho exámen podrá realizarse en forma escrita u oral, haciendo uso por ejemplo de la pizarra.

La nota obtenida en el exámen final se promediará con la nota de la rúbrica con la misma escala que para los alumnos promocionados:

Calificación Final = Nota de examen x (1/2) + Promedio Rúbrica x (5/3)

## Actividades prácticas y de laboratorio

En esta sección se listan brevemente las actividades prácticas y Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL) a ser desarrollados en este espacio curricular. Es importante resaltar que los exámenes parciales también son considerados como parte de las actividades prácticas a realizar en este espacio curricular. En efecto, algunas de las competencias desarrolladas en base a las guías de problemas y el material teórico se llevan a la práctica y se evalúan tanto en el desarrollo de los TPLs como en los exámenes parciales.

Teniendo en cuenta lo anterior, se listan a continuación las actividades prácticas y los TPL a ser desarrollados:

Trabajo Práctico de Laboratorio N°1 (TPL1):  
Aplicaciones Lineales y No Lineales con amplificadores operacionales considerados ideales. Amplificadores de Instrumentación.

Trabajo Práctico de Laboratorio N°2 (TPL2):  
Errores Introducidos por los Amplificadores Operacionales Reales. Su impacto en aplicaciones vistas, (Amplificadores de Instrumentación).

Trabajo Práctico de Laboratorio N°3 (TPL3):  
Sistemas Activos con Sensores, Transductores y Actuadores.

Parcial 1:  
Integración de competencias de modelado y cálculo desarrolladas hasta ese punto de la materia. (Oral o escrito).

Trabajo Práctico de Laboratorio N°3 (TPL4):  
Estabilidad, Compensación y Osciladores Activos. Técnicas y herramientas microelectrónicas para el desarrollo de osciladores activos.

Trabajo Práctico de Laboratorio N°5 (TPL5):  
Filtros Activos. Técnicas y herramientas microelectrónicas para el desarrollo de filtros activos.

Trabajo Práctico de Laboratorio N°6 (TPL6):  
Aplicaciones Integradas. Técnicas y herramientas microelectrónicas para el desarrollo de aplicaciones integradas.

Parcial 2:  
Integración de competencias de modelado y cálculo desarrolladas hasta ese punto de la materia. (Oral o escrito).

## Resultados de aprendizaje

A continuación se listan las competencias desagregadas y los resultados de aprendizajes correspondientes. Al final del programa se muestra la rúbrica a emplearse, en la cual las valoraciones se definen como:

Valoración	Significado
1	Escasamente logrado
2	Logrado
3	Muy logrado

Competencia Específica 1.7.4 (CE1.7.4):

Sintetizar, diseñar y analizar circuitos amplificadores, osciladores y circuitos lineales.

Desagregado de CE1.7.4:

- CE1.7.4\_01: Analizar, diseñar y sintetizar diferentes aplicaciones lineales y no lineales activas e ideales utilizando diferentes técnicas.
- CE1.7.4\_02: Analizar, diseñar y sintetizar diferentes aplicaciones lineales y no lineales activas y reales utilizando diferentes técnicas.

Resultados de Aprendizaje de CE1.7.4\_01:

1. Identifica, explica, selecciona y ejecuta correctamente las diferentes técnicas de cálculo aritmético manual y/o computacional que dispone para analizar configuraciones activas e ideales básicas.
2. Identifica, explica, selecciona y ejecuta correctamente las diferentes técnicas de cálculo aproximado y/o gráfico que dispone para analizar configuraciones activas e ideales básicas.
3. Identifica, explica, selecciona y ejecuta correctamente las diferentes herramientas y procesos de simulación que dispone para analizar analizar configuraciones activas e ideales básicas.
4. Implementa correctamente las diferentes configuraciones activas e ideales básicas.

Resultados de Aprendizaje de CE1.7.4\_02:

5. Identifica, explica, selecciona y ejecuta correctamente las diferentes técnicas de cálculo aritmético manual y/o computacional que dispone para analizar configuraciones activas y reales básicas.
6. Identifica, explica, selecciona y ejecuta correctamente las diferentes técnicas de cálculo aproximado y/o gráfico que dispone para analizar configuraciones activas y reales básicas.
7. Identifica, explica, selecciona y ejecuta correctamente las diferentes herramientas y procesos de simulación que dispone para analizar analizar configuraciones activas y reales básicas.
8. Implementa correctamente las diferentes configuraciones activas y reales básicas.

Competencia Específica 1.3.2 (CE1.3.2):

Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección, modelos y utilización de los principales dispositivos electrónicos, activos y pasivos, a emplear en Ingeniería Electrónica.

Desagregado de CE1.3.2:

- CE1.3.2\_01: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección, modelos y utilización de amplificadores operacionales realimentados por tensión, (VFA).
- CE1.3.2\_02: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección, modelos y utilización de amplificadores operacionales realimentados por corriente, (CFA).
- CE1.3.2\_03: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección, modelos y utilización de amplificadores de Transconductancia, (OTA).

Resultados de Aprendizaje de CE1.3.2\_01:

9. Identifica y aplica las características de amplificadores operacionales realimentados por tensión (VFA) para el desarrollo de amplificadores activos.

Resultados de Aprendizaje de CE1.3.2\_02:

10. Identifica y aplica las características de amplificadores operacionales realimentados por corriente (CFA) para el desarrollo de amplificadores activos.

Resultados de Aprendizaje de CE1.3.2\_03:

11. Identifica y aplica las características de amplificadores operacionales de transconductancia (OTA) para el desarrollo de amplificadores activos, y giradores.

Competencia Específica 1.7.3 (CE1.7.3):

Analizar, diseñar, implementar, probar y evaluar circuitos y sistemas para el sensado de variables físicas, adquisición de datos y procesamiento analógico y digital de señales.

Desagregado de CE1.7.3:

- CE1.7.3\_01: Analizar, modelar, simular y evaluar funcionamiento de sistemas activos con sensores, transductores y actuadores.
- CE1.7.3\_02: Diseñar y proyectar sistemas que utilizan sensores, transductores y actuadores..

Resultados de Aprendizaje de CE1.7.3\_01:

12. Identifica, explica y selecciona correctamente a los transductores y sensores a ser utilizados en las cadenas de acondicionamiento de señales de entrada en función de los requerimientos propuestos.
13. Fundamenta y selecciona correctamente a la precisión requerida de los convertidores Analógico-Digital requeridos para las cadenas de acondicionamiento de señales de entrada en función de las precisiones de los amplificadores operacionales y elementos pasivos utilizados.
14. Identifica, explica y selecciona correctamente a los actuadores a ser utilizados en las cadenas de acondicionamiento de señales de salida en función de los requerimientos propuestos.
15. Fundamenta y selecciona correctamente a la precisión requerida de los convertidores Digital-Analógico requeridos para las cadenas de acondicionamiento de señales de salida en función de las precisiones de los amplificadores operacionales y elementos pasivos utilizados.

Resultados de Aprendizaje de CE1.7.3\_02:

16. Concibe, diseña y proyecta cadenas de acondicionamiento de señales de entrada para sistemas con sensores y transductores en función de requerimientos funcionales y no funcionales, (Por ejemplo para una balanza).
17. Concibe, diseña y proyecta cadenas de acondicionamiento de señales de salida para sistemas con actuadores en función de requerimientos funcionales y no funcionales. (Por ejemplo para un generador de torque, etc.).

Competencia Específica 1.3.7 (CE1.3.7):

Sintetizar, diseñar y analizar circuitos y sistemas realimentados.

Desagregado de CE1.3.7:

- CE1.3.7\_01: Analizar estabilidad o inestabilidad de sistemas activos, utilizando las diversas técnicas y procedimientos apropiados para sistemas electrónicos activos.
- CE1.3.7\_02: Compensar Sistemas inestables utilizando diversas técnicas o procedimientos apropiados para sistemas electrónicos activos.
- CE1.3.7\_03: Analizar y Sintetizar diversas arquitecturas de osciladores activos tanto discretos como de tecnología micro electrónica integrada.

Resultados de Aprendizaje de CE1.3.7\_01:

18. Explica y fundamenta correctamente la estabilidad o inestabilidad de sistemas activos, utilizando como indicadores el margen de fase y/o el margen de ganancia y/o el lugar de raíces y/o la respuesta al escalón.
19. Calcula correctamente el margen de fase y el margen de ganancia mediante procedimientos aritméticos y/o con ayuda de una computadora.
20. Calcula correctamente el margen de fase y el margen de ganancia mediante procedimientos gráficos usando diagramas como el de Bode.
21. Relaciona correctamente el margen de fase y la respuesta al escalón en sistemas de segundo orden o mayor.
22. Aplica correctamente procedimientos para analizar la posible estabilidad o inestabilidad en sistemas de orden superior, (3 o más polos) y las consideraciones o restricciones particulares a tener en cuenta en ellos

Resultados de Aprendizaje de CE1.3.7\_02:

23. Aplica correctamente las distintas técnicas de compensación y síntesis de la respuesta en frecuencia en sistemas activos discretos y de tecnología microelectrónica.

Resultados de Aprendizaje de CE1.3.7\_03:

24. Modela, Sintetiza y Evalúa las principales topologías de osciladores activos, en función de requerimientos especificados.
25. Selecciona la topología de oscilador activo según la tecnología discreta o microelectrónica a ser utilizada.

Competencia Específica 1.7.1 (CE1.7.1):

Analizar, diseñar, simular y probar dispositivos, circuitos y sistemas electrónicos para la generación, manejo, amplificación, procesamiento y acondicionamiento de energía eléctrica y señales de distinta naturaleza.

Desagregado de CE1.7.1:

- CE1.7.1\_01: Analizar, diseñar, sintetizar, simular, implementar y probar filtros activos según requerimientos provistos utilizando tecnologías discretas y tecnologías microelectrónicas integradas.
- CE1.7.1\_02: Describir la relación entre las principales características temporales y espectrales de las señales de tiempo continuo con las características temporales y espectrales de sus correspondientes señales de tiempo discreto en función del período o frecuencia de muestreo y el proceso de cuantización.

Resultados de Aprendizaje de CE1.7.1\_01:

26. Describe resumidamente la relación entre las principales características temporales y espectrales de las señales de tiempo continuo con las características temporales y espectrales de sus correspondientes señales de tiempo discreto en función del período o frecuencia de muestreo y el proceso de cuantización.
27. Modela, Sintetiza y Evalúa las principales topologías de filtros activos, en función de las sensibilidades, las posibilidades de ajustes y otros

requerimientos especificados y viceversa. (Por ejemplo topología de realimentación positiva, negativa, etc.).

Resultados de Aprendizaje de CE1.7.1\_02:

28. Describe resumidamente la relación entre las principales características temporales y espectrales de las señales de tiempo continuo con las características temporales y espectrales de sus correspondientes señales de tiempo discreto en función del período o frecuencia de muestreo y el proceso de cuantización.

Competencia Específica 1.7.2 (CE1.7.2):

Analizar, diseñar, modelar, simular, utilizar y probar circuitos integrados.

Desagregado de CE1.7.2:

- CE1.7.2\_01: Seleccionar correctamente los circuitos integrados a ser utilizados para cumplir con los requerimientos propuestos para implementar filtros activos.
- CE1.7.2\_02: Conocer herramientas (de acceso libre) para desarrollo, diseño, modelado, y simulación microelectrónica, de circuitos integrados para implementar filtros activos.
- Conocer los pasos principales del flujo de diseño para desarrollar diseñar, modelar y simular circuitos integrados con herramientas de acceso libre para implementar filtros activos

Resultados de Aprendizaje de CE1.7.2\_01:

29. Justifica y explica correctamente la selección de los circuitos integrados utilizados para cumplir con los requerimientos de los filtros activos bajo estudio.

Resultados de Aprendizaje de CE1.7.2\_02:

30. Enumera y describe correctamente las principales herramientas de acceso libre para el desarrollo, diseño, modelado, simulación y generación de máscaras de fabricación de circuitos integrados para filtros activos bajo estudio.

Resultados de Aprendizaje de CE1.7.2\_03:

31. Enumera y describe correctamente los principales pasos del flujo de diseño para el desarrollo, diseño, modelado, simulación y generación de máscaras de fabricación de circuitos integrados para los filtros activos bajo estudio.

Competencia Específica 1.1 (CE1.1):

Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradianes, para brindar soluciones óptimas de acuerdo a las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales.

Desagregado de CE1.1:

- CE1.1\_01: Proyectar sistemas compuestos o complejos, a nivel de bloques, utilizando como bloques constructivos los diferentes módulos estudiados en el espacio curricular (lazo de enganche de fase analógico, un generador de torque de precisión, etc.).

Resultados de Aprendizaje de CE1.1\_01:

32. Proyecta Sistemas Compuestos o complejos utilizando los módulos previamente desarrollados y en función de requerimientos funcionales y no

funcionales. (Por ejemplo un lazo de enganche de fase analógico, un generador de torque de precisión, etc.).

Competencia Genérica 2 (CG2):

Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).

Desagregado de CG2:

- CG2\_01: Concebir soluciones tecnológicas basadas en el uso de la microelectrónica.

Resultados de Aprendizaje de CG2\_01:

33. Identifica y genera los requerimientos del sistema microelectrónico a desarrollar

34. Identifica y selecciona las tecnologías y herramientas apropiadas.

35. Identifica y describe los aspectos económico-financieros y el impacto económico, social y/o ambiental del proyecto.

Competencia Genérica 3 (CG3):

Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).

Desagregado de CG3:

- CG3\_01: Capacidad para planificar proyectos de ingeniería microelectrónica.
- CG3\_02: Ser capaz de planificar las distintas etapas considerando el tiempo, los objetivos, metodologías y recursos involucrados para cumplir con lo planeado.
- CG3\_03: Ser capaz de programar con suficiente detalle los tiempos de ejecución de las etapas.

Resultados de Aprendizaje de CG3\_01:

36. Planifica proyectos de ingeniería microelectrónica.

Resultados de Aprendizaje de CG3\_02:

37. Planifica las distintas etapas considerando el tiempo, los objetivos, metodologías y recursos involucrados para cumplir con lo planeado.

Resultados de Aprendizaje de CG3\_03:

38. Planifica con suficiente detalle los tiempos de ejecución de las etapas.

Competencia Genérica 4 (CG4):

Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.

Desagregado de CG4:

- CG4\_01: Capacidad para identificar las tecnologías y las herramientas disponibles.
- CG4\_02: Capacidad para seleccionar las tecnologías y las herramientas disponibles.

Resultados de Aprendizaje de CG4\_01:

39. Identifica las tecnologías y las herramientas disponibles para desarrollo de proyectos de microelectrónica.

Resultados de Aprendizaje de CG4\_02:

40. Selecciona las tecnologías y las herramientas disponibles para desarrollo de proyectos de micro electrónica con criterio de optimización de costos.

Competencia que se evalúa (Desagregada)	Actividad en la que se evalúa	Resultado de Aprendizaje	Mínimo Esperado	Valoración de la Competencia
CE1.7.4 (CE1.7.4_01)	TPL1	1, 2, 3, 4	2	
CE1.7.4 (CE1.7.4_02)	TPL2	5, 6, 7, 8	2	
CE1.3.2 (CE1.3.2_01)	TPL1, TPL2	9	2	
CE1.3.2 (CE1.3.2_02)	TPL1, TPL2	10	2	
CE1.3.2 (CE1.3.2_03)	TPL1, TPL2	11	2	
CE1.7.3 (CE1.7.3_01)	Parcial 1	12, 13, 14, 15	2	
CE1.7.3 (CE1.7.3_02)	TPL3	16, 17	2	
CE1.3.7 (CE1.3.7_01)	TPL4	18,19, 20, 21,22	2	
CE1.3.7 (CE1.3.7_02)	TPL4	23	2	
CE1.3.7 (CE1.3.7_03)	TPL4	24, 25	2	
CE1.7.1 (CE1.7.1_01)	TPL5	26, 27	2	
CE1.7.1 (CE1.7.1_02)	TPL5	28	2	
CE1.7.2 (CE1.7.2_01)	TPL5	29	2	
CE1.7.2 (CE1.7.2_02)	TPL5	30	2	
CE1.7.2 (CE1.7.2_03)	TPL5	31	2	
CE1.1	TPL6	32	2	

Competencia que se evalúa (Desagregada)	Actividad en la que se evalúa	Resultado de Aprendizaje	Mínimo Esperado	Valoración de la Competencia
(CE1.1_01)				
CG2 (CG2_01)	TPL6	33	2	
CG2 (CG2_02)	TPL6	34	2	
CG2 (CG2_03)	TPL6	35	2	
CG3 (CG3_01)	TPL6	36	2	
CG3 (CG3_02)	TPL6	37	2	
CG3 (CG3_03)	TPL6	38	2	
CG4 (CG4_01)	TPL6	39	2	
CG4 (CG4_02)	TPL6	40	2	

## Bibliografía

- SEDRA SMITH 2020 Microelectronics Circuits Seventh Edition Oxford University Press, 27 ene 2020 - 1264 páginas.
- RASHID, Muhammad H., 2016, Micro Electronic Circuits Analysis and Design, Cengage Learning.
- Ramón Pallás Areny, 2007, Sensores y Acondicionadores de Señal, Editorial Marcombo, Año 2007.



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** Programa Asignatura IE25 Electrónica Analógica 3

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 16 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.19 21:31:47 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.19 21:31:52 -03'00'

Asignatura: **Sistemas de Control 2**

Código:	RTF	10
Semestre: Octavo	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	24

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Sistemas de Control 1
- Sistemas de Computación

Contenido Sintético:

- La teoría de control aplicada a procesos industriales.
- Actuadores y sensores.
- Acondicionamiento de señales de campo.
- Controladores.
- Controladores Lógicos Programables.
- Comunicaciones industriales.
- Sistemas de monitoreo y control. SCADA.
- Sistemas de control no lineal.
- Sistemas avanzados de control.
- Ejecución de Proyectos.

Competencias Genéricas:

- CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG3: Gestionar -planificar, ejecutar y controlar- proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG10: Actuar con espíritu emprendedor.

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

### Competencias Específicas:

CE1.1: Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradiantes, para brindar soluciones óptimas de acuerdo a las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales.

CE1.6.1: Sintetizar, diseñar, simular, construir y analizar circuitos y sistemas de control en tiempo continuo y tiempo discreto, aplicables a cualquier área del alcance de la profesión.

CE1.6.3: Diseñar, sintetizar, construir, modelar, simular y analizar controladores, sistemas de monitoreo de variables y controles automáticos.

CE1.6.5: Analizar, diseñar y ejecutar proyectos de automatización.

CE1.6.6: Conocer tecnologías empleadas en control y automatización.

## Presentación

La asignatura Sistemas de Control 2 está ubicada en el octavo semestre (cuarto año) de la carrera de Ingeniería Electrónica. La disciplina de sistemas de control es una rama de la ingeniería que se ocupa de lograr que los procesos reales se comporten de una manera deseada, como estabilizar su comportamiento y mantener un punto de operación requerido por un usuario. El requerimiento del comportamiento deseado de los procesos es una necesidad presente en la actividad productiva industrial y en la vida cotidiana de las personas, lo que exige al ingeniero el dominio de las técnicas que se proponen en la asignatura.

El propósito de la asignatura es desarrollar en el estudiante capacidades de diseño de soluciones factibles a problemas de control automático que cumplan objetivos inherentes al control según los requerimientos del usuario.

En esta asignatura se estudian temáticas para el análisis del desempeño de sistemas de control no lineal y de control digital en variables de estado desde un punto de vista práctico, no perdiendo el foco que es la implementación real que busca atender una necesidad determinada.

## Contenidos

### **Unidad 1. Diseño de controladores lineales en espacio de estados en tiempo continuo. (CG1, CE1.6, CE1.6.1. CE1.6.3)**

Concepto de variable de estado. Linealización de sistemas no lineales. Teorema de Cayley-Hamilton. Controlabilidad y observabilidad de sistemas lineales. Diseño por medio de asignación de polos y fórmula de Ackermann. Control con Observador de estados en tiempo continuo para sistemas multivariable. Diseño de controladores basado en desempeño y optimización. Análisis de viabilidad de las soluciones y valoración según el usuario. Determinación de la demanda del usuario para adecuar la solución propuesta. Estudios de casos reales y ejemplos.

### **Unidad 2. Diseño e implementación de controladores lineales en tiempo discreto. (CG1, CE1.6, CE1.6.1, CE1.6.3)**

Análisis de la respuesta temporal. Análisis mediante la transformada z. La transformada z en la solución de ecuaciones en diferencias. Función de transferencia de un SLIT. Procedimiento deductivo para obtener las funciones de transferencia. Sistemas de control digital clásicos. Función de transferencia de un PID digital y su relación con un PID de tiempo continuo. Filtros digitales. Simulación para determinar la viabilidad de implementación en casos prácticos reales.

### **Unidad 3. Diseño de controladores mediante técnicas de control no lineal. (CG1. CE1.6. CE1.6.1. CE1.6.3)**

Actuadores y sensores: incorporación de no linealidades en los sistemas realimentados por saturación y rangos admisibles de medición, incorporación de retardos de operación. Funciones descriptivas. Validez de la aproximación por función descriptiva. Puntos de equilibrio, plano de fases y ciclos límites. Estudio de sistemas lineales a tramos. Compensación de sistemas chopeados. Teorema sobre la estabilidad de Liapunov. Dominios de estabilidad. Criterio de estabilidad por los autovalores. El principio de estabilidad por la primera aproximación. Primer teorema de Lyapunov para sistemas discretos. Análisis de la estabilidad de sistemas discretos. Estabilidad de sistemas discretos a partir de sistemas de tiempo continuo. Estudios de casos y ejemplos.

### **Unidad 4. Tecnologías empleadas en el control y automatización de procesos. (CG3. CE1.6.6)**

Sensores, transductores y actuadores. Acondicionamiento de señales. Controladores. Controladores lógicos programables (PLC): descripción de lenguajes de programación típicos específicos. Análisis de casos como electrodomésticos, sistemas de seguridad y dispositivos médicos. Sistemas de control numérico (CNC), casos típicos en herramientas de corte, como fresadoras, tornos y máquinas de control numérico.

### **Unidad 5. Sistemas de supervisión y adquisición de datos (SCADA). (CG3. CE1.6.6)**

Sistemas utilizados para la supervisión y control remoto de procesos y sistemas industriales. Casos típicos de monitoreo en industrias como energía, agua, transporte y manufactura. Comunicaciones industriales. Redes de comunicación industrial: Ethernet industrial, Modbus, Profibus, CAN bus, entre otras.

### **Unidad 6. Diseño de un prototipo de un sistema controlador. (CG3. CE1.6.5)**

Métodos estandarizados de dirección, planificación y seguimiento de etapas en la construcción del prototipo mediante equipos de trabajo. Análisis de viabilidad del proyecto para construcción del prototipo: plazos pactados, el costo previsto y la calidad que se pretende. Planificación: análisis del alcance, definición e identificación de los componentes; sus tiempos y fases.

### **Unidad 7. Desarrollo de un prototipo de un sistema controlador. (CG3. CE1.6.5. CG10)**

Ejecución: establecimiento del entorno de trabajo, asignación de las tareas planificadas. Seguimiento y control del trabajo: tareas y pautas planificadas, gestión del producto final, gestión de las incidencias, generación de documentos e informes de seguimiento. Cierre del proyecto: cierre formal del proyecto de

todos los elementos involucrados, análisis de los resultados finales con las expectativas iniciales.

## Metodología

La metodología se basa en exposición dialogada y estudio de casos pertinentes temporal y regionalmente que requieren solución desde el control de sistemas. El proceso de aprendizaje del estudiante comienza con la presentación de parte del Docente de problemáticas reales, que deben ser resueltas en el marco de los sistemas de control, teniendo en cuenta que un usuario o cliente va a aceptar la propuesta. Para ello, se emplea la metodología de abstracción de un problema del mundo real para formular un problema matemático, luego generar una solución matemática a partir de ese problema y su constatación en el mundo real a través de un prototipo.

Cada estudiante realiza actividades que incluyen la estrategia de exposición dialogada contando con recursos de conectividad virtual y audiovisual orientadas a desarrollar habilidades en los estudiantes de la capacidad de diseñar soluciones a problemas de control automático. Se realiza el estudio de casos, que muestran la aplicación mediante el planteo y resolución de problemas de situaciones reales de campo que se desarrollan con profundidad suficiente como para que el estudiante pueda implementar en la realidad los conceptos y pueda experimentarlos.

Se desarrollan actividades de implementación a nivel de prototipo, que le permiten a cada estudiante poner en práctica las habilidades y verificar los criterios desarrollados mediante la realización de actividades de proyecto y diseño en grupo. La intención de estas clases es aplicar los conocimientos adquiridos en la realización de un prototipo de solución de un automatismo que cumple requerimientos dados por el usuario.

## Evaluación

Se aseguran los aprendizajes de salida de la cursada mediante evidencias de cada estudiante en la realización de soluciones a problemas típicos de manera que evidencien las habilidades de los aprendizajes esperados, con los criterios de evaluación detallados en el apartado "Resultados de aprendizaje". Cada estudiante genera un informe por cada situación propuesta (seis en total), y genera un informe donde resume una solución para resolver el problema del control automático en situaciones reales donde el proceso a controlar está descrito por datos. Cada estudiante presenta un informe individual en tiempo y forma con los resultados, sugerencias, recomendaciones y conclusiones de los problemas propuestos resueltos. Además, cada estudiante defiende su propuesta por un coloquio con el Docente donde la evaluación se realiza mediante una Rúbrica previamente publicada para que cada estudiante sepa qué se va a valorar.

Un ejemplo de dicha Rúbrica se detalla a continuación cuyo resultado es entre 0 y 1 pero debe considerarse como porcentual.

## Modalidad de evaluación

Se planifican dos evaluaciones sumativas parciales, donde cada parcial consta de una serie de temas, normalmente cinco, y para quedar regular cada estudiante debe evidenciar el dominio de los aspectos teórico-práctico de dichos temas. Así, con un 60% de desarrollo de mínima en cada tema, se le considera en condiciones de lograr la nota de aprobación, que es 4 (cuatro). En caso de no aprobar uno de los parciales, éste puede ser reemplazado por la nota del Recuperatorio, pero sólo uno de los parciales. No pueden recuperarse ambos exámenes parciales simultáneamente. En caso de que ambas notas superen el 4 (cuatro) y de lograr una calificación promedio entre los parciales igual o superior a 6 (seis), el estudiante está Promocionado. Así, estará acreditando el conocimiento de un mínimo de 60% de cada tema, y del 70% de la Asignatura a lo que se le agrega el Proyecto de Cátedra para completar el total.

En el práctico de laboratorio los estudiantes realizarán un proyecto de control que deberán ir desarrollando a lo largo del dictado de la asignatura. Este proyecto será propuesto por los estudiantes, que estarán organizados en grupos o comisiones que asistirán a clases definidas dentro de los horarios establecidos por Bedelía. Los estudiantes deberán llevar una carpeta por grupo para que el Docente a cargo del guiado en el Proyecto, pueda evaluar el progreso. En la instancia de la evaluación del progreso del proyecto, se tomará asistencia y la condición de regularidad es el 80% de las clases de laboratorio y el trabajo consignado en la carpeta realizada.

## Evaluaciones Parciales

Cada Exámen Parcial tiene una instancia escrita y una instancia oral. La escrita será un parcial sumativo donde cada estudiante desarrolla los temas del enunciado propuesto por el Docente, empleando los materiales que crea convenientes con una duración de 90 (noventa) minutos. Luego cada estudiante procederá a realizar una exposición Oral con el Docente reivindicando lo que ha propuesto en el examen escrito. Para ello, el escrito debe estar correcto y con todas las consignas debidamente cumplimentadas. La exposición Oral es un Encuentro Docente-Estudiante para establecer un intercambio fluido de información, donde el Estudiante demuestra que es competente y efectivamente domina los temas desarrollados en la Cursada para la solución de problemas en Ingeniería de sistemas de control. La evaluación Oral se ajusta a la rúbrica detallada en el Anexo I que será el método para determinar la Aprobación (puntaje superior a 6 de 10 disponibles). La Rúbrica es el método que permite que el estudiante advierta qué aspectos serán evaluados, y qué intensidad será la requerida para lograr la aprobación del Segundo parcial.

Anexo I

	Ejemplar (3 puntos)	En desarrollo (1 punto)	Deficiente (0 punto)	#
Conocimiento de la Asignatura	Demuestra solvencia y confianza al expresar sus conocimientos presentando información clara y pertinente para el desarrollo del tema	Demuestra confianza en sus conocimientos, pero falla en algunos momentos al tratar de ofrecer la información clara	Demuestra falta de conocimiento o del tema. La información que da es irrelevante	___/3
Expresión de un punto de vista personal	Argumenta sus ideas a partir de conocimientos válidos sobre el tema, así como el énfasis en las ideas centrales	Argumenta sus ideas a partir de conocimientos válidos sobre el tema, aunque no logra sostener una idea central	Expresa ideas impertinentes respecto al tema	___/3
Actitud y fluidez	Se ve tranquilo y seguro de sí mismo. Presenta un diálogo fluido, sin dubitaciones, ni oraciones incompletas	Algunas veces titubea. Presenta un diálogo algo fluido, con algunas dubitaciones y oraciones incompletas	Muestra inseguridad. Presenta un diálogo poco fluido, con demasiadas dubitaciones y abundantes oraciones incompletas	___/4
			Calificación total: ___/10.	

## Condiciones de aprobación

Condiciones para la promoción de la Asignatura:

- 1.- Tener aprobadas las materias correlativas.-
- 2.- Asistir al 80% de las clases teórico prácticas y de laboratorio.-
- 3.- Aprobar todos y cada uno de los temas de cada Exámen Parcial con un 60% de evidencia de dominio en cada tema, y así obtener su calificación para Aprobación que es 4 (cuatro).-
- 4.- Se podrá recuperar un solo parcial siendo condición para rendir este haber aprobado al menos uno de los dos parciales que serán tomados en las fechas estipuladas abajo y la nota no deberá ser menor a cuatro (4).-
- 5.- Presentar y aprobar los Informes de las actividades prácticas.-
- 6.- Aprobar el Proyecto de Cátedra.-

Quienes cumplan con el 50% de las exigencias referidas a los parciales y trabajos de Laboratorio y tengan la asistencia requerida en el punto dos serán considerados regulares.

Quienes no cumplan con estas condiciones estarán libres.

## Actividades prácticas y de laboratorio

Se proponen las siguientes: actividades prácticas

Actividad Práctica N°1 Representación de sistemas y control PID.

Actividad Práctica N°2: Diseño de controladores en variables de estado en tiempo continuo.

Actividad Práctica N°3: Diseño de controladores considerando la dinámica del error y la magnitud de la acción de control en sistemas no lineales multivariables.

Actividad Práctica N°4: Análisis de sistemas con retardo en tiempo continuo y en tiempo discreto.

Actividad Práctica N°5: Diseño de controladores en tiempo discreto mediante lugar de raíces.

Actividad Práctica N°6: Diseño de controladores con actuadores y sensores no lineales de sistemas sistema inestables.

Actividad Práctica N°7: Diseño de controladores no lineales en tiempo discreto.

Se debe redactar un informe individual por cada estudiante, que debe contener:

- 1- Todos los resultados correctos de las consignas dadas.
- 2- Un resumen de las lecciones aprendidas relacionadas a los Indicadores de logro de la competencia en la que el estudiante se está formando.
- 3- El listado de problemas que aparecieron, las fuentes de datos, enlaces y repositorios en línea generando así Recomendaciones finales o Conclusiones parciales de la actividad.

Una vez finalizado, titular el archivo del informe del modo Apellido\_Nombre\_TPN #.pdf y subir un único archivo en la solapa correspondiente con los ejercicios resueltos.

Calificación del avalúo: Para que cada actividad esté completa, deben resolverse correctamente los ítems propuestos. Si alguno de los ítems está incompleto, la actividad no será considerada como realizada.

## Proyecto de Cátedra

Se proponen casos de estudio, situaciones problemáticas típicas del ejercicio profesional, donde cada estudiante debe seleccionar uno para generar una solución basada en los métodos de sistemas de control que considere la necesidad y requerimiento del usuario. Éste enunciado se presenta en la primera Clase del cursado, y se va desarrollando en simultáneo con los temas y trabajos prácticos. Como resultado, cada estudiante desarrolla una propuesta a nivel prototipo y escribe un Informe técnico pudiendo hacerlo en grupos de estudiantes, que lo entrega a la Cátedra en tiempo estipulado. En el Informe, deben estar bien determinados los siguientes ítems.

I - Definición del problema a resolver: El problema a resolver debe surgir directamente de una necesidad que existe por parte del usuario y la solución propuesta busca atenderla. La necesidad debe estar conectada con el objetivo y la solución al problema de control debe dar título al proyecto.

II - Objetivos del proyecto: Los objetivos deben atender a una necesidad del usuario. Aún así, puede incluirse algún objetivo secundario como "cumplir los requerimientos de la Asignatura evidenciando habilidades ganadas durante la cursada". Deben ser precisos y directos, sin contener definiciones ni procesos metodológicos en sus enunciados.

III - Metodología: Es el proceso que permite alcanzar el objetivo, dividido en etapas (temporales), hitos (productos) y fases (procedimientos).

IV - Resultados del Proyecto: Son los resultados alcanzados en el tiempo fijado y contando con los recursos mencionados en la Metodología. Son especificados en función del tiempo cronológico para cada etapa, y con indicadores de logro para cada aspecto.

### Avalúo y evaluación del proyecto

Se evalúa mediante una rúbrica al proyecto. Para éste caso, se propone establecer un determinado problema práctico o necesidad que existe en la sociedad, y a partir de éste problema se estratifican los aspectos necesarios que los resuelve. Así, a la necesidad detectada, se le agrega una propuesta y se le invierte el sentido para obtener el título del Proyecto. Al igual que en el Informe solicitado, los estratos serían Objetivos, Metodología y Resultados esperados.

<b>Título del Proyecto a Evaluar:</b> _____					
	<b>Puntajes por evidencia</b>				<b>Pun- taje</b>
<b>Catego- rías</b>	2,5	2	1,5	0,5	
I - Definició n del problem a	El problema está bien identificado, atiende una necesidad primaria bien conocida, tiene alto impacto social, novedoso, difícil de resolver.	El problema está bien identificado, atiende una necesidad primaria emergente, tiene alto impacto social, novedoso, difícil de resolver.	El problema está bien identificado, atiende una necesidad secundaria bien conocida, tiene potencial impacto social, novedoso, no tan difícil de resolver.	El problema está bien identificado, atiende una necesidad secundaria emergente, posible impacto social en el futuro o en alguna región, simple de resolver.	

II - Objetivos	Objetivos claros, alcanzables en el tiempo de cursado pertinentes a la resolución del problema planteado	Objetivos claros, difícilmente alcanzables en el tiempo en que se dicta la Asignatura, pertinentes a la resolución del problema planteado	Objetivos poco claros, alcanzables en el tiempo en que se dicta la Asignatura, poco pertinentes a la resolución del problema planteado	Objetivos poco claros, difícilmente alcanzables en el tiempo en que se dicta la Asignatura, poco pertinentes a la resolución del problema planteado	
III - Metodología	Adecuada para lograr los objetivos y así la solución del problema planteado, cronológicamente ajustada con el dictado de los temas del cursado, incorpora temáticas de Asignaturas previas y simultáneos	Adecuada para lograr los objetivos, pero difícil que resuelva el problema planteado, cronológicamente ajustada con el dictado de los temas de la Asignatura	Poco adecuada para lograr los objetivos pero difícil que resuelva el problema planteado, cronológicamente ajustada con el dictado de los temas de la Asignatura	Poco adecuada para lograr los objetivos pero difícil que resuelva el problema planteado, no se ajusta al dictado de los temas de la Asignatura	

IV - Resultados esperados	Resultados claramente asociados a la resolución del problema propuesto, establecer conexiones con Proyectos en que se está contribuyendo de Asignaturas previas, posteriores y con actividades simultáneas de la formación, lograr ampliamente las competencias planteadas por la Asignatura.	Resultados parcialmente asociados a la resolución del problema propuesto, establecer conexiones con algún Proyecto en ejecución relacionado para lograr los aprendizajes planteados en la Asignatura.	Resultados parcialmente asociados a la resolución del problema propuesto, establecer conexiones con algún Proyecto de Cátedras previas, posteriores y con Cátedras simultáneas de la currícula, lograr parcialmente los aprendizajes planteados en la Asignatura.	Resultados disociados de la resolución del problema propuesto, establecer conexiones con algún Proyecto de Cátedras previas, posteriores y con Cátedras simultáneas de la currícula, lograr parcialmente los aprendizajes planteados en la Asignatura.	
<b>Suma de puntos:</b>					<u>      </u> <b>de 10.</b>

Luego de la asignación y suma de los puntos obtenidos, se obtiene la calificación de cada Proyecto. Nótese que el máximo obtenible es de 10 puntos.

## Resultados de aprendizaje

Se detallan los criterios de evaluación para cada aspecto del Saber: Saber Conocer y Comprender (C), Saber Hacer (H), y Saber Ser (S).

### **CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.**

- Ser capaz de Sintetizar, diseñar, simular, construir y analizar circuitos y sistemas de control en tiempo continuo y tiempo discreto, aplicables a cualquier área del alcance de la profesión. Criterios detallados en la CE1.6.1.
- Ser capaz de diseñar, sintetizar, construir, modelar, simular y analizar controladores, sistemas de monitoreo de variables y controles automáticos. Criterios detallados en la CE1.6.3.

**CE1.6.1: Sintetizar, diseñar, simular, construir y analizar circuitos y sistemas de control en tiempo continuo y tiempo discreto, aplicables a cualquier área del alcance de la profesión.**

Diseñar sistemas controladores con realimentación de estados para obtener un comportamiento deseable considerando la dinámica y la magnitud de las acciones de control.

Aprendizaje esperado C1: Utiliza variables de estado para representar la dinámica de un proceso real.

H1: Aplica técnicas de linealización para describir el comportamiento de un proceso no lineal.

S1: Reconoce diferentes aspectos subjetivos según la visión del usuario del modelado de un proceso real.

Aprendizaje esperado C2: Demuestra teóricamente la factibilidad de que el proceso se logre hacer evolucionar de una manera deseada

H2: Utiliza condiciones de controlabilidad (observabilidad) para determinar si el proceso admite ser controlado (observado) linealmente.

S2: Reconoce diferentes aspectos subjetivos según la visión del usuario del modelado de un proceso real

Aprendizaje esperado C3: Diseña el comportamiento de un proceso con controlador realimentado mediante variables de estado.

H3: Aplica procedimientos que permite considerar la dinámica del proceso y la magnitud de las acciones de control.

S3: Comprende los requerimientos que el usuario le impone al diseño.

**CE1.6.3: Diseñar, sintetizar, construir, modelar, simular y analizar controladores, sistemas de monitoreo de variables y controles automáticos.**

Incorporar no linealidades generadas por los actuadores y sensores en el diseño de controladores digitales.

Aprendizaje esperado C1: Analiza la respuesta muestreada de los procesos linealizados de tiempo continuo.

H1: Manipula representaciones compactas para su ágil manipulación y generación de soluciones intermedias.

S1: Comprende la exigencia que el usuario establece para realizar la adecuada discretización de las respuestas temporales del proceso real.

Aprendizaje esperado C2: Calcula un controlador digital a partir de un controlador en tiempo continuo

H2: Demuestra la relación de los coeficientes del controlador digital con los del controlador de tiempo continuo.

S2: Valora la versatilidad del ajuste de los parámetros del controlador digitalizado para cumplir con los requerimientos del usuario.

Aprendizaje esperado C3: Comprende la simplificación que exige el análisis de los sistemas no lineales en el dominio de la frecuencia.

H3: Calcula la existencia de ciclos límites en la operación de los sistemas realimentados.

S3: Considera los requerimientos del usuario sobre los comportamientos no deseados de los procesos reales.

Aprendizaje esperado C4: Calcula un controlador empleando técnicas de sistemas no lineales.

H4: Aplica criterios de estabilidad para diseñar un controlador para un sistema no lineal.

S4: Acepta diferentes posibilidades de cálculo de un controlador no lineal para un proceso real.

### **CG3: Gestionar -planificar, ejecutar y controlar- proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).**

- Ser capaz de analizar, diseñar y ejecutar proyectos de automatización. Criterios detallados en la CE1.6.5.
- Domina tecnologías empleadas en control y automatización. Criterios detallados en la CE1.6.6.

#### **CE1.6.5: Analizar, diseñar y ejecutar proyectos de automatización.**

Construir un prototipo de un sistema realimentado para controlar un proceso real.

Aprendizaje esperado C1: Analiza métodos estandarizados para desarrollar un prototipo de ingeniería de control.

H1: Construye el aspecto que le corresponde del prototipo diseñado por el grupo.

S1: Asume responsabilidades que involucran el logro del objetivo que es desarrollar el prototipo en el tiempo pactado.

Aprendizaje esperado C2: Resume las actividades realizadas en la construcción grupal del prototipo.

H2: Redacta un informe con los aspectos técnicos del prototipo evidenciando el logro de los requerimientos del usuario.

S2: Expresa argumentalmente las características que se cumplen y las que no se han logrado de los requerimientos impuestos por el usuario.

#### **CE1.6.6: Conocer tecnologías empleadas en control y automatización.**

Aprendizaje esperado C1: Genera soluciones que pueden implementarse en Controladores Lógicos Programables (PLC).

H1: domina la programación en lenguajes que se adaptan a los PLC.

S1: Se enfoca en sistemas de código abierto y software de libre distribución.

Aprendizaje esperado C2: Elige el sistema de Comunicaciones industriales adecuado a la necesidad del usuario.

H2: configura y desarrolla comunicaciones confiables apropiadas a los requerimientos del usuario.

S2: elige el método de comunicación minimizando los costos de instalación y mantenimiento.

Aprendizaje esperado C3: Accede a variables provenientes de procesos reales mediante sistemas de monitoreo y control (SCADA).

H3: Extrae, procesa y manipula datos que representan variables reales de un proceso mediante un SCADA.

S3: Procesa y muestra las variables de interés para que el usuario pueda interpretar fácilmente que es lo que está ocurriendo en el proceso real.

### **Competencia Genérica CG10 (Actuar con espíritu emprendedor).**

Propone construir un prototipo de un sistema realimentado para controlar un proceso real.

Aprendizaje esperado C1: Comprende los aspectos económicos asociados a la factibilidad de la solución propuesta.

H1: identifica la necesidad del usuario y la traduce a una oportunidad de desarrollo del prototipo.

S1: Desarrolla propuestas de valor para el bien del usuario y la comunidad.

Aprendizaje esperado C2: Contribuye y comprende sus limitaciones en la solución al problema trabajando en equipo.

H2: Colabora de manera efectiva midiendo su aporte empleando métricas orientadas a los objetivos del proyecto.

S2: Se relaciona responsablemente con su equipo de trabajo respetando las pautas y tiempos establecidos.

## **Bibliografía**

F. GOLNARAGHI, B. C. KUO, "Automatic Control Systems". 2010. JOHN WILEY & SONS, INC.

• OGATA, K. " Sistemas de Control en Tiempo Discreto". Ed. Prentice Hall - 1996

• OGATA, K., "Ingeniería del Control Moderno" Ed. Prentice Hall-1º Edición 2010.

• WEISS, J.; WYSOCKI, R. "Five-phase Project Management: A Practical Planning And Implementation Guide". Perseus Books Publishing, L.L.C. 1992.

• Pucheta, J., Sauchelli, V. "Control Óptimo y Sistemas Estocásticos", Pag 192. Número 13997, ISBN 978-3-659-03577-7, Editorial Académica Española, marca comercial de LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG Heinrich-Böcking-Str. 6-8 66121, Saarbrücken, Germany. [www.eae-publishing.com](http://www.eae-publishing.com).

<https://www.morebooks.de/store/es/book/control-%C3%93ptimo-y-sistemas-estoc%C3%A1sticos/isbn/978-3-659-03577-7>



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** Programa Asingatura IE25 Sistemas de Control 2

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 15 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.19 21:33:41 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.19 21:33:46 -03'00'

Asignatura: **Ingeniería de Microondas**

Código:	RTF	10
Semestre: Noveno	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	32

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Electrónica Analógica 2
- Campo Electromagnético

Contenido Sintético:

- Sistemas de transmisión / recepción.
- Acoplamientos y Filtros.
- Amplificadores de radiofrecuencias y microondas.
- Osciladores de radiofrecuencias y microondas.
- Conversión de frecuencia.
- Moduladores/demoduladores.
- Fibras ópticas.
- Normativa.

Competencias Genéricas:

- CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

## Competencias Específicas

CE1.1: Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradianes, para brindar soluciones óptimas de acuerdo a las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales.

CE1.3.4: Conocer los instrumentos, dominar las técnicas de medición y realizar mediciones de magnitudes eléctricas e interpretar sus resultados.

CE1.5.1: Analizar, diseñar, sintetizar, simular y construir componentes, circuitos y sistemas para la generación, recepción, transmisión, procesamiento, conversión de campos y señales para sistemas de comunicación o que empleen señales de cualquier naturaleza.

CE1.5.3: Sintetizar, diseñar y analizar circuitos y etapas para transmisores y receptores de comunicación.

CE1.5.5: Analizar y diseñar componentes, circuitos y sistemas para generación, conducción, transmisión, propagación y recepción de ondas electromagnéticas.

# Presentación

Ingeniería de Microondas es una asignatura que pertenece al noveno semestre (quinto año) de la carrera de Ingeniería Electrónica.

Si bien este espacio curricular está destinado al desarrollo de competencias y conocimientos centrados en analizar, diseñar, construir y medir circuitos y sistemas de comunicaciones, se caracteriza por ser una materia sintetizadora e integradora de las capacidades y saberes adquiridos en los años anteriores. Durante el desarrollo de las actividades, se requiere constantemente recuperar lo aprendido anteriormente, para aplicarlo en el contexto de la asignatura.

El diseño y desarrollo de dispositivos electrónicos que trabajan en el rango de las radiofrecuencias, no permite ciertas simplificaciones admitidas en otras aplicaciones, lo que requiere abordar tanto el diseño como las mediciones con rigor técnico y tener en cuenta aspectos no relevantes en otro tipo de aplicaciones. Esto permite incorporar conceptos, evidenciar aspectos conceptuales previamente aprendidos y formalizar saberes procedimentales.

A su vez, uno de los segmentos tecnológicos que, debido a una confluencia de distintos factores, en el último tiempo experimentó mayor crecimiento fue el de las comunicaciones, comunicaciones satelitales y telecomunicaciones. A través de esta asignatura se pretende desarrollar en los/as estudiantes competencias que le permitirán analizar, diseñar, construir y medir los circuitos que constituyen los sistemas de las actuales telecomunicaciones permitiéndole adquirir, mediante una formación sólida, las capacidades que lo familiarizan con las técnicas actuales de RF, Microondas y comunicaciones en general, para poder asimilar rápidamente las constantes innovaciones tecnológicas.

## Contenidos

Sistemas de transmisión / recepción: Espectro de frecuencias y sistemas de comunicaciones. Transmisor y receptor. Arquitectura de sistemas de comunicación. Enlaces.

Acoplamientos y Filtros: Acoplamientos a antena e interetapa. Circuitos sintonizados. Acopladores Pi, L y T. Acoplamientos para microondas basados en microtiras.

Amplificadores de radiofrecuencias y microondas: Parámetros S. Amplificadores de pequeña señal para microondas. Criterios de diseño, análisis de estabilidad. Amplificadores de señal fuerte. Parámetros para señales fuertes.

Osciladores de radiofrecuencias y microondas: Osciladores basados en filtros y circuitos resonantes, Características y parámetros de los osciladores. Lazos enganchados en fase (PLL), Síntesis digital directa (DDS).

Conversión de frecuencia: Mezcladores. Parámetros del mezclador. Pérdidas de conversión. Aislamiento entre puertos. Características.

Moduladores/demoduladores: Tecnologías, moduladores, demoduladores

Radios definidas por software.

Fibras ópticas: Tipos de fibras, características y aplicaciones. sistemas basados en fibra óptica. Mediciones.

Normativa: Normativa aplicable al uso del espectro. Normativa aplicable a los equipos y sistemas de comunicaciones.

## Metodología

La asignatura trabaja a través del desarrollo de distintos proyectos y actividades prácticas a realizar durante el semestre.

Al inicio del proyecto, los estudiantes deben afrontar los problemas con los saberes conceptuales y procedimentales adquiridos previamente, pero al avanzar en su desarrollo necesitarán incorporar nuevos conocimientos para poder seguir adelante.

Con asistencia del docente, se deben identificar posibles fuentes fiables de información, como así seleccionar las herramientas de software necesarias para continuar su trabajo. En esta etapa, el docente, siguiendo el proceso, orienta al estudiante mediante preguntas guía, interviniendo en los casos que observe que el rumbo tomado por el equipo de trabajo se desvía de los caminos que permiten arribar a la consecución del proyecto.

Una vez que los estudiantes descubran la necesidad de tratar determinados temas, los mismos serán abordados, debido a su complejidad, mediante clases expositivas y exposición dialogada, a fin de no demorar el trabajo en los proyectos de desarrollo.”

## Evaluación:

La evaluación de la asignatura se realiza de manera continua, durante del desarrollo de las actividades individuales y grupales. Para la aprobación, se tiene en cuenta, en cada actividad, el resultado y nivel de desarrollo de la misma, como así también la evidencia en el desarrollo de la competencias de la asignatura, evidenciado a través de los resultados de aprendizaje propuestos.

Si bien cada trabajo puede favorecer el desarrollo de una determinada competencia en particular y es de esperar la evidencia de esto hacia la conclusión de dicha actividad, la evaluación será continua a lo largo de todas las actividades propuestas.

Al final del semestre cada estudiante debe haber demostrado un nivel de desarrollo mínimo de las competencias propuestas a través de los resultados de aprendizaje propuestos.

La calificación final de la asignatura se realizará promediando la obtenida en cada trabajo práctico.

A su vez, cada trabajo será calificado en función de los aspectos disciplinares, así como de la evidencia de desarrollo de las competencias alcanzadas al momento de la finalización del mismo, pudiendo modificar esta calificación si en el transcurso de los trabajos subsiguientes se evidencia un mayor desarrollo de las mismas.

Como herramienta de evaluación del conjunto de competencias propuestas se emplea la siguiente rúbrica:

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Mínimo	Valoración
CE1.3.4 CG4	Comprende las limitaciones y errores propios de los montajes e instrumentos de medición al ser empleados en radiofrecuencias.	2	
CE1.1 CE1.5.3 CE1.5.5 CG2	Define etapas y una secuencia lógica de ejecución para la implementación de los desarrollos de hardware propuestos.	2	
CE1.3.4 CG4	Maneja adecuadamente las unidades específicas de uso en comunicaciones (dB, dBm, dBuV, etc) y sus operaciones.	2	
CE1.5.5 CG4	Interpreta adecuadamente las especificaciones de equipos y componentes.	2	
CE1.5.5 CG4	Identifica qué parámetros de selección y características son relevantes para la selección de un dispositivo	2	
CG2	Selecciona adecuadamente entre distintas tecnologías disponibles de manera adecuada al rango de aplicación en función de la frecuencia.	2	
CE1.5.1 CG2	Selecciona adecuadamente entre distintas tecnologías disponibles de manera adecuada en función de los demás componentes del sistema o circuito.	2	
CG2:	Recupera saberes trabajados en asignaturas anteriores para aplicarlos en los nuevos contextos propuestos durante las actividades prácticas.	2	
CG4	Interpreta adecuadamente los resultados de las simulaciones y sus limitaciones.	2	
CE1.5.1 CE1.5.3	Emplea las herramientas de simulación como ayuda para resolver posibles problemas de diseño.	2	
CG6	Cumple en tiempo con los compromisos asumidos con su equipo de trabajo.	2	
CG6	Respetar las pautas de trabajo establecidas en clase para las actividades de equipo.	2	

El rango de valoración de la rúbrica es de 1 a 3 u se corresponde a:

1. Insuficiente: No se evidencia el nivel de desarrollo de las competencias esperado a través de los resultado de aprendizaje
2. Suficiente: En la mayoría de las situaciones se evidencia el nivel de desarrollo deseado.
3. Alto: Se evidencia un claro desarrollo de las competencias esperado a través de los resultados de aprendizaje.

## Condiciones de aprobación

Los requisitos de aprobación de la asignatura son:

- Asistencia del 80%
- Aprobación de la totalidad de los trabajos prácticos y actividades propuestas.
- Evidenciar haber alcanzado un desarrollo aceptable de las competencias propuestas en los aspectos evidenciados por los resultados de aprendizajes propuestos.

Los requisitos de aprobación de la asignatura son:

- Asistencia del 80%
- completar la totalidad de los trabajos prácticos y actividades propuestas aprobando al menos la mitad más uno de los trabajos propuestos.

## Actividades prácticas, de laboratorio e investigación:

Los trabajos son propuestos por la cátedra y son elegidos para abordar los distintos bloques que constituyen un equipo/sistema de comunicaciones, y las tecnologías propias a diferentes rangos de frecuencia. Los trabajos incluyen la realización de un informe y/o presentación oral del mismo.

Los trabajos propuestos son:

- Diseño e implementación de sistema de acoplamiento para el rango de HF.
- Diseño e implementación de un amplificador de microondas.
- Selección de equipamiento y cálculo de enlace para aplicación a seleccionar por el estudiante.
- Diseño simplificado de oscilador local y selección de mezcladores.
- Trabajo de investigación sobre tecnologías de fibras ópticas, su aplicación y exposición del mismo.

## Resultados de aprendizaje

Se propone el siguiente desagregado de las competencias genéricas, a fin de especificar qué aspectos de la misma serán trabajados durante el desarrollo de la asignatura.

- CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.
  - Ser capaz de seleccionar las tecnologías apropiadas.
  - Ser capaz de especificar las características técnicas del objeto del proyecto, de acuerdo a las normas correspondientes.
  - Ser capaz de modelar el objeto del proyecto, para su análisis (simulación, modelos físicos, prototipos, ensayos, etc.).
  - Ser capaz de evaluar y optimizar el diseño.
- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.

- Capacidad para identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles.
  - Ser capaz de acceder a las fuentes de información relativas a las técnicas y herramientas y de comprender las especificaciones de las mismas.
  - Ser capaz de conocer los alcances y limitaciones de las técnicas y herramientas a utilizar y de reconocer los campos de aplicación de cada una de ellas y de aprovechar toda la potencialidad que ofrecen.
  - Ser capaz de interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas.
- CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
    - Ser capaz de respetar los compromisos (tareas y plazos) contraídos con el grupo y mantener la confidencialidad.
    - Ser capaz de aceptar y desempeñar distintos roles, según lo requiera la tarea, la etapa del proceso y la conformación del equipo.
    - Ser capaz de promover una actitud participativa y colaborativa entre los integrantes del equipo.

Para el conjunto de competencias, específicas y genéricas, se propone el siguiente conjunto de resultados de aprendizaje:

- Comprende las limitaciones y errores propios de los montajes e instrumentos de medición al ser empleados en radiofrecuencias.
- Define etapas y una secuencia lógica de ejecución para la implementación de los desarrollos de hardware propuestos.
- Maneja adecuadamente las unidades específicas de uso en comunicaciones (dB, dBm, dBuV, etc) y sus operaciones.
- Interpreta adecuadamente las especificaciones de equipos y componentes.
- Identifica qué parámetros de selección y características son relevantes para la selección de un dispositivo
- Selecciona adecuadamente entre distintas tecnologías disponibles de manera adecuada al rango de aplicación en función de la frecuencia.
- Selecciona adecuadamente entre distintas tecnologías disponibles de manera adecuada en función de los demás componentes del sistema o circuito.
- Recupera saberes trabajados en asignaturas anteriores para aplicarlos en los nuevos contextos propuestos durante las actividades prácticas.
- Interpreta adecuadamente los resultados de las simulaciones y sus limitaciones.
- Emplea las herramientas de simulación como ayuda para resolver posibles problemas de diseño.
- Cumple en tiempo con los compromisos asumidos con su equipo de trabajo.
- Respeta las pautas de trabajo establecidas en clase para las actividades de equipo.

## Bibliografía

- Small signal microwave amplifier design, Theodore Grosch. - Atlanta, GA : Noble, 1999 - 262 p. ISBN:1884932061
- Amplificadores de microondas de señal débil, José Amado, Fernando Bianco y Germán Naldini. - 1ª ed. en español - Córdoba, AR : Universitas, 2018 - 173 p. - Ingeniería ISBN:9789874029256
- Sistemas de ondas guiadas / Aldo N. Bianchi. - Barcelona : Marcombo, 1980 - 308 p. ISBN:8426703925
- The ARRL antenna book / American Radio Relay League. - 16a. ed. - Newington, CT American Radio Relay League, 1993 - pg. var. ISBN:0872592065
- Antenna engineering handbook / comp. Richard C. Johnson. - 3a. ed. - New York : McGraw-Hill, 1993 - pg. var. ISBN:007032381X
- Motorola AN535 Phase Locked Loop Fundamentals



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** Programa Asignatura IE25 Ingeniería de Microondas

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 8 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.19 21:35:39 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.19 21:35:45 -03'00'