

Carrera: Ingeniería Electrónica

Asignatura: Sistemas de Telecomunicaciones

Planificación a partir del Ciclo Lectivo 2024

1. Datos administrativos de la asignatura

Nivel en la carrera	6	Duración	Cuatrimestral
Plan	2023		
Bloque curricular:	Tecnologías Aplicadas		
Carga horaria presencial semanal (hs. cátedra):	6	Carga Horaria total (hs. reloj):	72
Carga horaria no presencial semanal (hs. reloj) (si correspondiese)		% horas no presenciales (hs. reloj) (si correspondiese)	

2. Presentación, Fundamentación

La producción tecnológica a gran escala, el ingenio y la fácil distribución de la información de manera libre, a dejado al alcance de la mano y con bajo costo, la capacidad de poder experimentar desde todos los ámbitos con las tecnologías digitales aplicadas de radio definida por software. Esto presenta una posibilidad de ampliar, profundizar y afianzar lo analizado en las asignaturas pertenecientes al área de conocimiento de las Comunicaciones.

Para esto surge **Sistemas de Telecomunicaciones**, principalmente con la intención de entregar de manera lógica y estructurada los procesos para el entendimiento y el uso de estas nuevas tecnologías aplicándolas directamente sobre los conocimientos de base adquiridos y proveerles a los estudiantes una alternativa para la profundización conceptual en esta área de conocimiento.

3. Relación de la asignatura con las competencias de egreso de la carrera

En la tabla siguiente se establece la relación de la asignatura con las competencias de egreso: Específicas, Genéricas Tecnológicas y Genéricas Sociales, Políticas y Actitudinales de la carrera. Se incluyen las competencias de egreso a las que tributa, aportes reales y significativos de la asignatura, y en qué nivel (no aporta, bajo, medio, alto).

Competencias	Nivel
Competencias genéricas tecnológicas (CG):	
CG.1. Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería electrónica.	Medio

CG.2. Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería electrónica.	Medio
CG.3. Gestión, planificación, ejecución y control de proyectos de ingeniería electrónica.	No aporta
CG.4. Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería electrónica.	Medio
CG.5 Generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	No aporta
Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CG)	
CG.6. Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo.	Medio
CG.7 Fundamentos para una comunicación efectiva.	Medio
CG.8. Fundamentos para una actuación profesional ética y responsable.	Medio
CG.9. Fundamentos para evaluar y actuar en relación con el impacto social de su actividad profesional en el contexto global y local.	Medio
CG.10. Fundamentos para el aprendizaje continuo.	Medio
CG.11 Fundamentos para el desarrollo de una actitud profesional emprendedora.	No aporta
Competencias Específicas de la carrera	
CE 1.1. 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 sistemas 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.	No aporta
CE 1.2. Plantear, interpretar, modelar y resolver los problemas de ingeniería descritos.	No aporta
CE 1.3. Plantear, interpretar, modelar, analizar y resolver problemas, diseño e implementación de circuitos y sistemas electrónicos.	No aporta
CE 1.4. Diseñar, proyectar y calcular circuitos y sistemas digitales.	No aporta
CE 1.5. Diseñar, proyectar y calcular circuitos y sistemas para la generación, recepción, transmisión, procesamiento y conversión de campos y señales para sistemas de comunicación.	No aporta
CE 1.6. Diseñar, proyectar y calcular circuitos y sistemas de control.	No aporta
CE 1.7. Diseñar, proyectar y calcular circuitos y sistemas electrónicos aplicados a la generación, manejo, amplificación, procesamiento, instrumentación y acondicionamiento de energía eléctrica y señales de distinta naturaleza.	No aporta
CE 2.1. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, implementación, mantenimiento y operación de lo mencionado anteriormente.	No aporta
CE 3.1. Validar y certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de los sistemas mencionados anteriormente.	No aporta

CE 4.1. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en la actividad profesional de acuerdo con la normativa vigente.	No aporta
CE 5.1. Diseñar, Proyectar, Calcular y Aplicar dispositivos semiconductores, aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones, con el objeto de optimizar con sentido innovador, responsabilidad profesional y compromiso social, los recursos existentes.	No aporta
CE 6.1. Diseñar, proyectar, calcular, implementar e instalar equipamiento electrónico y su interconexión, aplicados a sistemas de energía, empleando criterios de eficiencia energética y seguridad eléctrica, con responsabilidad económica y social.	No aporta
CE 7.1 Diseñar, Proyectar, Calcular e Instalar sistemas, subsistemas, equipos, componentes, partes, y piezas electrónicas para control, medición, regulación y protección de máquinas eléctricas en redes de baja tensión y sistemas de generación y distribución de energía eléctrica, para brindar soluciones en el marco de las normas vigentes, aplicando criterios de eficiencia energética, seguridad eléctrica, y cuidado del medio ambiente.	No aporta
CE 8.1. Diseñar, Proyectar, Calcular e Implementar sistemas, subsistemas, equipos, componentes, partes y piezas electrónicas, de navegación o señalización de vehículos, aplicando criterios técnicos, de seguridad y regulatorios vigentes, y estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo y diseño con sentido innovador.	No aporta
CE 9.1. Evaluar el impacto ambiental de sistemas, subsistemas, equipos, componentes, partes, y piezas relacionadas con la actividad profesional establecida por sus actividades reservadas y los alcances, de acuerdo con la normativa vigente y aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de las buenas prácticas profesionales, con el objeto de resguardar el medio ambiente.	No aporta
CE 10.1. Realizar estudios, tareas y asesoramientos, relacionados con la actividad profesional establecida por sus actividades reservadas y los alcances, aportando sus saberes, competencias y/o técnicas, para brindar soluciones óptimas y eficientes en el marco de las normas vigentes y las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales establecidas.	No aporta
CE 10.2 Realizar pericias, tasaciones y arbitrajes relacionados con su actividad profesional, respetando marcos normativos y jurídicos con el objeto de asesorar a las partes o a los tribunales de Justicia.	No aporta
CE 10.3 Evaluar aspectos económicos, financieros y de inversiones, para la determinación de proyectos, bienes y servicios, relacionados con su actividad profesional, analizando variables micro y macroeconómicas e interpretando la realidad económica en el contexto nacional e internacional.	No aporta

4. Contenidos Mínimos

- Modelos de trabajo y matemática de señales en tiempo discreto y continuo.
- Sistemas de modulación y demodulación de Amplitud, Fase y Frecuencia en matemática compleja.
- Modulación digital.
- Arquitectura de Sistemas y Hardware de Radio Definido por Software.
- Modelos Aplicados en tiempo real de Detección y Demodulación de señales en el espectro aplicados en RDS.
- Métodos de acceso por división de código.

5. Objetivos establecidos en el DC

Que los y las estudiantes sean capaces de:

- Adquirir nuevos conocimientos del procesamiento digital de señales aplicadas en los sistemas de comunicaciones.
- Entender y clasificar las arquitecturas de los sistemas de radio definido por software.
- Emplear los modelos básicos de detección de señales sobre cualquier modelo de hardware de radio definido por software.

6. Resultados de aprendizaje

Los siguientes resultados de aprendizaje se promueven en el desarrollo de la asignatura

Identificador de RA	Redacción
RA1	Interpretar los conceptos básicos del procesamiento digital de señales orientada a entornos de diagramas en bloques sobre programación grafica para aplicarlos en los procesos de modulación, demodulación y sincronización de señales.
RA2	Distinguir las principales técnicas de modulación digital multinivel en función de los conceptos de modulación de amplitud en cuadratura (QAM) analógico para asociarlos en los modelos de detección en radio definido por software.
RA3	Identificar las arquitecturas lógicas y de hardware de radio definido por software (RDS o SDR) basado en entornos de diagramas en bloques de programación y electrónica para distinguir las distintas tecnologías de SDR.
RA4	Aplicar los modelos generales de modulación y demodulación con señales en banda base analógica y digital sobre la figura de simulación grafica modular con la finalidad de integrarlo con la figura de SDR.
RA5	Ensayar los modelos generales de detección y demodulación de señales en RF sobre equipos de radio definida por software con la finalidad de obtener y cuantificar señales reales.
RA6	Interpretar los códigos de pseudorio relacionado con los métodos de acceso por código para aplicarlos en la técnica de espectro ensanchado.

7. Relación de los RA y las competencias

En la tabla siguiente se indica con X la tributación de cada Resultado de Aprendizaje con las competencias de egreso: específicas, genéricas tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales de la carrera.

RA	CE1.1	CE1.2	CE1.3	CE1.4	CE1.5	CE1.6	CE1.7	CE2.1	CE3.1	CE4.1	CE5.1	CE6.1	CE7.1	CE8.1	CE9.1	CE10.1	CE10.2	CE10.3
RA1																		
RA2																		
RA3																		
RA4																		
RA5																		
RA6																		

RA	CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8	CG9	CG10	CG11
RA1	X										
RA2											
RA3	X							X	X		
RA4				X						X	
RA5		X		X		X	X				
RA6	X										

8. Asignaturas correlativas previas

Para cursar y rendir debe tener cursadas:

- Asignatura/s:
26 - Sistemas de Comunicaciones

Para cursar y rendir debe tener aprobada:

- Asignatura/s:
26 - Sistemas de Comunicaciones

9. Asignaturas correlativas posteriores

Indicar las asignaturas correlativas posteriores:

- Asignatura/s:
37 – Proyecto Final

10. Programa analítico

Este programa analítico contempla los contenidos mínimos, previstos en el DC vigente, y aquellos que se consideran necesarios para desarrollar los resultados de aprendizaje propuestos.

Unidad N°: 1

Título: Modelos de trabajo y matemática de señales en tiempo discreto y continuo

Contenidos: Señales complejas, análisis en tiempo y frecuencia. Sistemas de modulación en cuadratura QAM. Traslación en frecuencia Digital Down/UP Converter. Frecuencia de muestreo, muestras y marcos. Decimación, interpolación.

Carga horaria por Unidad: 14hs cátedra

Unidad N°: 2

Título: Señales complejas y sincronización

Contenidos: Sistemas de modulación y demodulación en amplitud, fase y frecuencia en notación compleja. Lazos enganchados de fase.

Carga horaria por Unidad: 14 hs cátedra

Unidad N°: 3

Título: Modulación digital

Contenidos: Generación y detección de sistemas multinivel, QPSK, 8PSK, 16PSK, DPSK, 8QAM, NQAM.

Carga horaria por Unidad: 14 hs cátedra

Unidad Nº: 4

Título: Arquitectura de Sistemas y hardware de Radio definidas por software

Contenidos: Arquitectura y matemática de transmisores y receptores de RDS. Arquitectura de receptor comercial SDR-RTL. Aplicaciones de escritorio de RDS. Modelos de programación en lenguaje grafico para sistemas de RDS

Carga horaria por Unidad: 14 hs cátedra

Unidad Nº: 5

Título: Modelos aplicado de detección y demodulación de señales en RDS

Contenidos: Visualización del espectro en tiempo real. Implementación de receptores sincrónicos y asincrónicos en tiempo real.

Carga horaria por Unidad: 26 hs cátedra

Unidad Nº: 6

Título: Códigos de pseudoruido

Contenidos: Estudio de la autocorrelación de los códigos de pseudoruido. Matriz de Hadamar. Método de acceso por división de código. Generación y detección de espectro ensanchado.

Carga horaria por Unidad: 14 hs cátedra

Carga horaria por tipo de formación práctica de toda la asignatura

Tipo de formación práctica	Horas reloj
Formación experimental	45
Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos	25
Formulación, análisis y desarrollo de proyectos.	5

Bibliografía Obligatoria:

Stewart, R. Barlee, K. Atkinson, D. y Crockett, L. (2015), *Software Defined Radio using MATLAB® & Simulink® and the RTL-SDR*, Editorial Department of Electronic and Electrical Engineering. University of Strathclyde Glasgow, Scotland, UK.

Danizio, P. (2014), *Teoría de las Comunicaciones*, Editorial Universitas.

Proakis, J. y Manolakis, D. (2007), *Tratamiento digital de señales*, Editorial Pearson.

Couch Leon, W. (2013), *Sistemas de Comunicación Digitales y Analógicos*, Editorial Prentice-Hall

Bibliografía optativa y otros materiales a utilizar en la asignatura:

Lathi B. (2010), *Introducción a la Teoría y Sistemas de Comunicación*, Editorial Limusa.

Lathi, B. (2013), *Modern Digital and Analog Communications Systems*, Editorial Oxford University Press.

11. Metodología de enseñanza

La metodología de la enseñanza será netamente teórica-práctica. Se buscará la permanente participación del alumno, utilizando la **lección magistral participativa** como punto de inicio, recursos convencionales, proyector, presentaciones, que servirán, no sólo como guion de la exposición, sino como resumen posterior y guía de temas y estudio para los alumnos, **laboratorios virtuales con simulaciones** en tiempo real, para la fijación de conceptos y propuesta de actividades. En cuanto a la actividad práctica se sustenta en tres grandes grupos:

- a) Análisis y desarrollo.
- b) Estructura de simulación.
- c) Ejecución y verificación.

En cuanto a los primeros, se resuelven consignas a efectos de fijar y profundizar conocimientos.

Para los segundos y terceros, se persigue visualizar y verificar comportamientos sistémicos. En este caso se trabaja con guías de referencia y soporte de software de simulación y como **formación experimental** la ejecución de lo trabajado con hardware disponible perteneciente a la Catedra. Proponiendo casos a resolver por los grupos de trabajo con **exposiciones orales**, que no solo les permita a los estudiantes afianzar el conocimiento en proceso de adquisición, sino también promover el desarrollo de las Competencias Sociales. Se utilizarán recursos interactivos en tiempo real como instancias de repaso y auto-evaluación por parte del estudiante. Se pretende un correcto balance entre las actividades teóricas y las prácticas valorando la participación del alumno a través de actividades tanto escritas como orales.

12. Recomendaciones para el estudio

Con el objetivo de aprovechar de la mejor manera el tiempo presencial con los docentes, y optimizar el aprendizaje en esa instancia, se recomienda el alumno realice un análisis preliminar de los temas previstos. Para ello, puede guiarse por el cronograma incluido en la planificación, y reforzado o ajustado por las indicaciones de los docentes antes de finalizar cada clase. Se habilitará el Moodle de la materia donde se subirán los materiales de trabajo, los de contenido, presentaciones y las guías de laboratorio respectivo. Se les sugiere visitar la plataforma como soporte adicional a la asignatura. Es muy importante asistir a clases con predisposición a la participación activa, lo que permite lograr mayor grado de concentración y enfoque que facilita el aprendizaje, como así también la retroalimentación de los profesores. La interacción entre estudiantes en el debate de los temas que se estén tratando enriquecen en gran medida el proceso.

13. Metodología de 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 realizará un seguimiento permanente de las actividades propuestas a los estudiantes, ponderando su participación activa, cumplimiento en tiempo y forma en la entrega y presentación de trabajos, y predisposición para el correcto trabajo en equipos.

Para la evaluación de conocimientos teóricos, se presentarán puntos de control a través de la plataforma virtual, en donde el estudiante deberá completar los cuestionarios con los contenidos trabajados en clase con realimentación continua por parte del profesor.

Para la evaluación de la resolución de los contenidos teóricos, se presentarán los trabajos prácticos de simulación de los modelos de comunicaciones trabajado en clases en donde deberán ser presentado en clases y tendrán una realimentación continua por parte del profesor hasta cumplimentar la aprobación de estos. También para la evaluación de estos contenidos, se sumará la evaluación teórico-práctica.

Para la evaluación de la resolución de los problemas teóricos, se presentarán los trabajos prácticos de ensayo de los equipos de la cathedra de radio definido por software (SDR-RTL) y el de armado de sistemas de demodulación de señales grabadas en el espectro (SDR Básico) en donde se deberá lograr la aprobación o repetir la actividad hasta lograr la misma.

Para resumir, se incluyen los títulos de las metodologías descriptas.

Puntos de control en aula virtual

Trabajos prácticos de simulación

Trabajos prácticos de ensayo

Evaluación

A continuación, se detallan todos los Resultados de Aprendizajes con sus contenidos a desarrollar para alcanzarlos, la mediación pedagógica, metodologías y estrategias de evaluación, tiempo en horas reloj.

Resultados de Aprendizaje	Contenidos según programa	Mediación Pedagógica	Metodología y Estrategias de Evaluación	Tiempos en hora reloj
RA 1	-Señales complejas, análisis en tiempo y frecuencia -Sistemas de modulación en cuadratura QAM -Traslación en frecuencia Digital Down/UP Converter -Frecuencia de muestreo, muestras y frames -Decimación e Interpolación.	-Lección Magistral Particip. -Resolución de ejercicios -Laboratorio Remotos y Virtuales (simulación)	- Puntos de control en aula virtual -Trabajo práctico de simulación -Evaluación	Horas Presenciales:28 Horas Teoría - Práctica:17 Horas Laboratorio:11 Horas Extra áulicas:28
RA 2	-Modulación digital. -Generación y detección para los sistemas multinivel, QPSK, 8PSK, 16PSK, DPSK, 8QAM, 16 QAM y NQAM a manera genérica	-Lección Magistral Particip. -Resolución de ejercicios -Laboratorio Remotos y Virtuales (simulación)	-Puntos de control en aula virtual -Trabajos prácticos de simulación -Evaluación	Horas Presenciales:14 Horas Teoría - Práctica:9 Horas Laboratorio:5 Horas Extra áulicas:7
RA 3	-Arquitectura de sistemas Transceptores de RDS -Sistemas de Transceptores RDS en matemática compleja -Arquitectura de receptores comerciales SDR-RTL -Aplicaciones de escritorio de Radio Definido por Software.	-Lección Magistral Particip. -Laboratorio Remotos y Virtuales (simulación)	-Puntos de control en aula virtual -Trabajos prácticos de simulación -Evaluación	Horas Presenciales:7 Horas Teoría - Práctica:4 Horas Laboratorio:3 Horas Extra áulicas:7
RA 4	-Modelos de programación genéricos para RDS aplicado al lenguaje gráfico	-Lección Magistral Particip. -Resolución de ejercicios	-Puntos de control en aula virtual	Horas Presenciales:7 Horas Teoría - Práctica:4 Horas Laboratorio:3

		-Laboratorio Remotos y Virtuales (simulación) -Presentaciones orales	-Trabajos prácticos de simulación -Trabajos prácticos de ensayo -Evaluación	Horas Extra áulicas:7
RA 5	-Visualización del espectro en tiempo real -Implementación de receptores Sincrónicos y Asincrónicos en Amplitud y Frecuencia Modulada en tiempo real	-Lección Magistral Particip. -Laboratorio Remotos y Virtuales (simulación) -Formación experimental (lab) -Presentaciones orales	-Puntos de control en aula virtual -Trabajos prácticos de simulación -Trabajos prácticos de ensayo -Evaluación	Horas Presenciales:26 Horas Teoría - Práctica:12 Horas Laboratorio:14 Horas Extra áulicas:26
RA 6	-Estudio de la autocorrelación de dichos códigos para aplicación del espectro ensanchado. -Matriz de Hadamar, para los códigos de aplicados en espectro ensanchado. -Generación y detección de spread-spectrum.	-Lección Magistral Particip. -Resolución de ejercicios -Aprendizaje Cooperativo en grupos pequeños -Laboratorio Remotos y Virtuales (simulación) -Presentaciones escritas	-Puntos de control en aula virtual -Trabajos prácticos de simulación -Evaluación	Horas Presenciales:14 Horas Teoría - Práctica:9 Horas Laboratorio:5 Horas Extra áulicas:14

14. Condiciones de aprobación

La acreditación final se logrará cumpliendo con los requisitos de inscripción a la materia según diseño curricular. Para la aprobación directa debe tener la aprobación de las actividades de resolución, la actividad de laboratorio y el parcial aprobado con seis o más siendo esa su calificación.

Los estudiantes que no cumplan con las condiciones anteriores, quedarán LIBRES y deberán volver a cursar la asignatura.

Resumiendo:

Condición de regular

- Inscripción a la materia
- Presentación de actividades practicas

Condición de aprobación directa

- Cumplimentar condición de regular
- Aprobación de actividades practicas
- Parcial con seis o mas

15. Modalidad de examen

El examen final se implementa con los alumnos regulares que habiendo cumplimentado las actividades de la materia no alcanzaron para acreditar o contenidos en la parcialización teórica-práctica. Debiendo ser examinados con los contenidos no alcanzados de la primera o segunda etapa. Rindiendo un examen de características similares a la parcialización no alcanzada.

16. Recursos necesarios

- ° Aula con una computadora por estudiante, aula virtual
- ° Proyector, dispositivos dongle sdr-rtl, software compatible con sdr-rtl, parlantes de sonido, módulos transmisores de RF comerciales de bajo costo.

Anexo I: Plantel docente de la asignatura			
Titular	Especifique Nombre y Apellido completo.	Dedicación:	Especifique la cantidad de dedicaciones.
Asociado	Especifique Nombre y Apellido completo.	Dedicación:	Especifique la cantidad de dedicaciones.
Adjunto:	Alejandro Danizio	Dedicación:	1 DS
Jefe de Trabajos Prácticos	Especifique Nombre y Apellido completo.	Dedicación:	Especifique la cantidad de dedicaciones.
Auxiliar de 1ra.	Especifique Nombre y Apellido completo.	Dedicación:	Especifique la cantidad de dedicaciones.
Auxiliar de 2da.	Especifique Nombre y Apellido completo.	Dedicación:	Especifique la cantidad de dedicaciones.

FIRMA (Jefe o encargado de cátedra).

Anexo II: Cronograma de clases/trabajos prácticos/evaluaciones (por comisión)

COMISIÓN: Indique la comisión.

Nro. de Semana	Fecha	Tema	Tipo de Actividad
1	20/6/2024	Describe el tema trabajado	Seleccione el tipo de actividad.

FIRMA (de cada docente que conforman la comisión).