

Carrera: Ingeniería Electrónica
Asignatura: EQUIPOS DE MICROONDAS
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
<p>La asignatura Equipos de Microondas se incorpora dentro de la oferta de materias electivas de la Carrera de Ingeniería en Electrónica. Su propósito es transferir los conocimientos y las habilidades necesarias para que el egresado pueda calcular, diseñar e implementar radioenlaces analógicos y digitales en el rango de frecuencias comprendido entre los 300 MHz y los 300 GHz, desarrollando un perfil de especialización que le permita resolver problemas de transporte de información en entornos y situaciones complejas.</p>

3. Relación de la asignatura con las competencias de egreso de la carrera	
<p>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).</p>	
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.	Bajo
CG.4. Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería electrónica.	Medio
CG.5 Generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	Medio
Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CG)	
CG.6. Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo.	Alto
CG.7 Fundamentos para una comunicación efectiva.	Alto
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.	Medio
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

- Bandas de frecuencia y propagación de las microondas
- Trazado del perfil y cálculo de la atenuación de un radioenlace
- Líneas de transmisión y antenas para microondas
- Obstáculos en la trayectoria: repetidores y sistemas transhorizonte
- Mecanismos de compensación de desvanecimientos
- Equipos comerciales y aplicaciones típicas

5. Objetivos establecidos en el DC

Que los y las estudiantes sean capaces de:

- Adquirir los conocimientos necesarios para poder desempeñarse con eficacia en el cálculo, diseño y montaje de radioenlaces de microondas.
- Desarrollar un perfil de especialización que les permita resolver problemas de transporte electrónico de información en entornos y situaciones complejas, teniendo en cuenta la factibilidad técnica y económica del proyecto.

6. Resultados de aprendizaje

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

Identificador de RA	Redacción
RA1	Identificar los mecanismos de generación, transmisión y propagación de señales de microondas de acuerdo a la teoría electromagnética para su aplicación en el diseño de radioenlaces y en la configuración de los dispositivos y equipos electrónicos utilizados en este tipo de aplicaciones.
RA2	Realizar el montaje de los equipos, antenas y dispositivos auxiliares de un radioenlace de microondas y efectuar las pruebas de funcionamiento y mediciones correspondientes, de acuerdo a normas de instalación, para la preparación de un informe técnico que contenga la descripción, configuración e interconexión de todos los elementos intervinientes, incluyendo los resultados e interpretación de las mediciones realizadas.
RA3	Proyectar un radioenlace de microondas empleando software especializado, para la elaboración de una carpeta técnica que contenga el cálculo, descripción, selección, configuración e interconexión de todos los equipos y dispositivos auxiliares necesarios.

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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

RA	CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8	CG9	CG10
RA1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RA2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RA3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

8. Asignaturas correlativas previas

Para cursar y rendir debe tener cursadas:

- Asignatura/s:
30 - Medidas Electrónicas II
32 - Electrónica Aplicada III

Para cursar y rendir debe tener aprobada:

- Asignatura/s:
24 - Teoría de los Circuitos II
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: **Bandas de Frecuencia y Propagación**

Contenidos: Bandas de frecuencia en la República Argentina. Bandas de uso compartido sin licencia. Radioenlaces: ventajas y desventajas. Tropósfera, estratósfera: capas. Índice de refracción y refractividad. Propagación de la señal en medios refractivos. Curvatura del haz en función del índice de refracción. Curvatura terrestre modificada según la constante K. Obstrucción de la señal: Zonas y radios de Fresnel.

Carga horaria por Unidad: 12 horas cátedra

Unidad N°: 2

Título: **Conceptos básicos de Radiación y Ruido**

Contenidos: Ángulo sólido subtendido por el patrón de radiación. Ganancia de una antena Apertura física de una antena. Apertura efectiva de una antena. Relación entre apertura y la directividad. Ruido térmico. Temperatura equivalente de ruido de un cuadripolo. Figura de ruido

<p>Figura de ruido real. Umbral de ruido. Ruido en antenas. Consideraciones particulares para enlaces digitales</p> <p>Carga horaria por Unidad: 6 horas cátedra</p>
<p>Unidad N°: 3</p> <p>Título: Ecuación del Radioenlace</p> <p>Contenidos: Formula de Friis. Atenuación de espacio libre. Ganancia de las antenas. Margen de desvanecimiento: Ecuación de Barnett-Vigants. Objetivos de disponibilidad. Ecuación de equilibrio del radioenlace.</p> <p>Carga horaria por Unidad: 18 horas cátedra</p>
<p>Unidad N°: 4</p> <p>Título: Líneas de Transmisión y Antenas para Microondas</p> <p>Contenidos: Cables coaxiales: características y criterios de selección. Guíaondas rectangulares frecuencia de corte. Impedancia característica. Excitación de los modos en un guíaondas rectangular. Características y modelos comerciales. Dispositivos híbridos para microondas. Reflectores parabólicos. Tipos de reflectores parabólicos. Rendimiento y ganancia del reflector parabólico. Bocinas (horns). Uso de la polarización cruzada.</p> <p>Carga horaria por Unidad: 12 horas cátedra</p>
<p>Unidad N°: 5</p> <p>Título: Trayectos de Propagación Obstruidos y Repetidores</p> <p>Contenidos: Difracción. Obstáculo único en filo de cuchillo. Obstáculo único con borde redondeado. Dos obstáculos similares y aislados, en filo de cuchillo. Repetidores activos. Repetidor pasivo "espalda-espalda". Repetidor con reflector pasivo. Limitaciones.</p> <p>Carga horaria por Unidad: 12 horas cátedra</p>
<p>Unidad N°: 6</p> <p>Título: Radioenlaces Transhorizonte</p> <p>Contenidos: Atenuación debida a la dispersión troposférica. Valor medio anual de la atenuación por dispersión. Atenuación asociada a la refractividad. Cálculos de: ángulos al horizonte, distancia angular, ángulo de dispersión, pérdida de acoplamiento entre antenas y el medio, término de corrección dependiente de p, atenuación media anual y valor medio de la atenuación para el mes más desfavorable.</p> <p>Carga horaria por Unidad: 9 horas cátedra</p>
<p>Unidad N°: 7</p> <p>Título: Desvanecimiento de las Señales</p> <p>Contenidos: Margen de desvanecimiento. Determinación del % de tiempo de exceso del desvanecimiento. Desvanecimiento por lluvia. Compensación de los desvanecimientos. Diversidad: de espacio, de frecuencia, cuádruple, angular, por polarización y de ruta. Factores</p>

de mejora por diversidad: Mejora por diversidad de espacio y mejora por diversidad de frecuencia. Procesamiento de las señales. Apantallamiento. Sistemas anti-reflectantes
Carga horaria por Unidad: 12 horas cátedra

Unidad N°: 8

Título: **Diseño de Radioenlaces de Microondas**

Contenidos: Prospección y relevamiento. Esquema de predios. Plano en planta. Información general y detallada de los predios. Estructura soporte de antenas. Ubicación y distancia de anclajes. Cargas de la estructura de soporte. Diagrama de red.

Carga horaria por Unidad: 9 horas cátedra

Unidad N°: 9

Título: **Equipos comerciales y Aplicaciones**

Contenidos: Enlaces para Redes Metro Ethernet (MEN). Enlaces para transporte de Internet. Homologación de equipos en la República Argentina.

Carga horaria por Unidad: 6 horas cátedra

Carga horaria por tipo de formación práctica de toda la asignatura

Tipo de formación práctica	Horas reloj
Formación experimental	0
Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos	12
Formulación, análisis y desarrollo de proyectos.	40

Bibliografía Obligatoria:

Pisciotta, Néstor O. (2024). *Fundamentos para el Diseño de Radioenlaces de Microondas - Tratado para estudiantes avanzados, técnicos y profesionales*. Editorial UBP.

Rábanos, José M.H. (2003). *Transmisión por Radio*. (1ª Edición). Colección E.T.S.I. de Telecomunicación (U.P.M.). Centro de Estudios Ramón Areces S.A.

Freeman, R. (2007). *Radio System Design for Telecommunications*. (3ª Edición). John Wiley & Sons, Inc.

Bibliografía optativa y otros materiales a utilizar en la asignatura:

Straub, Gerhard J. Whitaker, Jerry C. (2002). *The RF Transmission Systems Handbook*. CRC Press.

Tomasi, W. (2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. (4ª Edición). Pearson Educación.

11. Metodología de enseñanza

La asignatura emplea fundamentalmente una estrategia metodológica de Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL). Para ello, la cátedra propone la realización de 2 (dos) proyectos: 1) Montaje, configuración y mediciones de un radioenlace a instalar en la azotea del edificio de la Facultad (RA.2), elaborando una carpeta con el informe técnico correspondiente. Se utilizarán los equipos de radioenlace, antenas y dispositivos auxiliares disponibles en el Laboratorio de Comunicaciones de la Facultad. 2) Elaboración de una carpeta técnica en la cual el estudiante deberá desarrollar el proyecto detallado de un Radioenlace de Microondas punto a punto, con ayuda de software especializado (RA.3). El trabajo tendrá todas las características de una memoria técnica tal como las que un profesional debe presentar ante la autoridad de aplicación (ENACOM). El aprendizaje se reforzará con algunas visitas a empresas de telecomunicaciones (Telecom y Estación Terrena de Bosque Alegre). Para poder alcanzar los objetivos propuestos, en cada unidad del programa y durante la primera parte de cada clase, se presentarán los contenidos teóricos fundamentales que resulten estrictamente necesarios para poder abordar los trabajos. Esto se hará mediante una Lección Magistral Participativa que ayude a promover el intercambio y las discusiones, reforzando la comprensión de los temas abordados con ilustraciones y ejemplos prácticos de equipos y dispositivos disponibles en el mercado. En la segunda parte de la clase, los estudiantes trabajarán en grupos, en donde avanzarán de manera gradual con la preparación del montaje del radioenlace en primera instancia y su informe técnico asociado y luego con la elaboración de la carpeta técnica del proyecto de radioenlace (ambos bajo la estrategia PBL). Aquí la tarea de los docentes consistirá en guiar el trabajo, evacuar dudas y promover la discusión sobre las distintas soluciones y formas posibles de alcanzarlas.

12. Recomendaciones para el estudio

Se recomienda la asistencia a clase, no solo para que el estudiante pueda asimilar la teoría y los conceptos asociados a cada uno de los temas del programa, también para que los docentes puedan ir acompañando el desarrollo de los proyectos que se proponen en la asignatura, a través de los cuales se evaluarán los resultados de aprendizaje buscados. También es importante que el estudiante complemente la actividad desarrollada en clase con horas de estudio en su casa más la tarea de preparación de las carpetas (informe técnico y proyecto).

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.

La evaluación se realizará en relación a los logros y avances conseguidos en el informe técnico y en el proyecto, que se se realizarán en grupos de hasta 3 estudiantes. Estos trabajos se organizarán en una entrega parcial más una final. En cada una, habrá 3 instancias de evaluación: 1) Seguimiento del trabajo realizado durante la clase, 2) Revisión y corrección de las carpetas de los trabajos y 3) Coloquio con los integrantes del grupo. La nota que el estudiante obtendrá en cada entrega resultará del promedio de las tres instancias. A su vez, la nota final de cada proyecto, surgirá del promedio entre la entrega parcial y la final.

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	Bandas de frecuencia. Tropósfera, estratósfera. Índice de refracción y refractividad. Curvatura terrestre modificada según K. Zonas y radios de Fresnel.	Lección magistral participativa Resolución de problemas Presentación oral y escrita	Trabajo de resolución de problemas de cálculo de perfiles de radioenlaces sobre hojas K=4/3	Horas presenciales: 12 Horas Teoría-Práctica: 12 Horas Extra Aúlicas: 10
RA 2	Ganancia de una antena. Apertura física y efectiva de una antena. Fórmula de Friis. Atenuación de espacio libre. Margen de desvanecimiento. Disponibilidad. Ecuación del radioenlace. Guíaondas rectangulares frecuencia de corte. Impedancia característica. Excitación de los modos en un guíaondas rectangular. Reflectores parabólicos. Rendimiento y ganancia Bocinas (horns).	Lección magistral participativa Resolución de problemas Operación de Instrumentos, Equipos y Máquinas. Aprendizaje basado en problemas. Aprendizaje cooperativo en grupos pequeños Presentación oral y escrita	Carpeta con informe técnico organizado en 1 entrega parcial más 1 final. Instancias de evaluación de cada entrega: 1) Seguimiento del trabajo realizado en clase, 2) Revisión y corrección del informe y 3) Coloquio con los integrantes del grupo.	Horas presenciales: 21 Horas Teoría-Práctica: 21 Horas Extra Aúlicas: 20
RA 3	Ganancia de las antenas. Fórmula de Friis. Atenuación de espacio libre. Ecuación de Barnett-Vigants. Objetivos de disponibilidad.	Lección magistral participativa Resolución de problemas Aprendizaje basado en proyectos.	Carpeta de proyecto organizada en 1 entrega parcial más 1 final. Instancias de evaluación de cada entrega: 1) Seguimiento del trabajo	Horas presenciales: 39 Horas Teoría- Práctica: 39 Horas Extra Aúlicas: 39

	<p>Ecuación de equilibrio del radioenlace. Obstáculos en filo de cuchillo. % de tiempo de exceso del desvanecimiento. Prospección y relevamiento. Estructura soporte de antenas. Diagrama de red. Enlaces para transporte de Internet. Homologación de equipos.</p>	<p>Aprendizaje cooperativo en grupos pequeños</p> <p>Presentación oral y escrita</p>	<p>realizado en clase, 2) Revisión y corrección de la carpeta de proyecto y 3) Coloquio con los integrantes del grupo</p>	
--	---	--	---	--

14. Condiciones de aprobación

Condiciones de Regularidad:

- Registrar un 75% de asistencia a clases.
- Aprobar por lo menos uno de los dos Trabajos Prácticos (montaje y medición de un radioenlace y diseño), con una nota igual o superior a 6 (seis) puntos.
- Los trabajos desaprobados tendrán una instancia de recuperación.

Condiciones de Aprobación directa:

- Registrar un 75% de asistencia a clases.
- Aprobar los dos Trabajos Prácticos con una nota igual o superior a 6 (seis) puntos. Si alguno de los TP resultara reprobado, solo podrá optar por la condición de regular.

15. Modalidad de examen

El examen final es escrito, su duración es de 90 minutos y los temas a evaluar son los que se describen en el programa de la asignatura. Constará de preguntas o problemas y en cada una de ellas se deberá obtener un puntaje mínimo que será establecido en cada examen. Cada pregunta o problema, podrá estar dividido en consignas. El puntaje del examen, cuya valuación máxima total será de 100 puntos, se calculará en base a la sumatoria de los puntajes obtenidos en cada pregunta o problema, requiriéndose un mínimo de 60 puntos para aprobar.

16. Recursos necesarios

Espacios Físicos: Aula, Laboratorio de Comunicaciones (LdC) y azotea de la Facultad.

Recursos tecnológicos: proyector multimedia - acceso a internet – software especializado - equipos y antenas de radioenlace del LdC de la Facultad.

Autorización para realizar visitas técnicas a empresas fuera del horario normal de clase.

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:	Néstor Oscar Pisciotta	Dedicación:	1 DS
Jefe de Trabajos Prácticos	Francisco Hugo Sigampa	Dedicación:	1 DS
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: 6R2			
Nro. de Semana	Fecha	Tema	Tipo de Actividad
1	20/3/2024		Seleccione el tipo de actividad.

FIRMA (de cada docente que conforman la comisión).