

Medios de Enlace

Planificación Ciclo lectivo 2025

1. Datos administrativos de la asignatura			
Departamento:	Electrónica	Carrera:	Ingeniería Electrónica
Asignatura:	Medios de Enlace		
Nivel de la carrera:	3ro.	Duración:	Cuatrimstral
Bloque curricular:	Tecnologías básicas		
Carga horaria presencial semanal:	6	Carga Horaria total:	96
Carga horaria no presencial semanal (si correspondiese):	0	% horas no presenciales: (si correspondiese)	0
Profesor Adjunto:	Eduardo Marcelo Amato	Dedicación:	Simple
Ayudante:	Alan Arias	Dedicación:	Simple

2. Fundamentación y análisis de la asignatura
Las aplicaciones electromagnéticas dominan toda la tecnología moderna y la miniaturización y creciente velocidad de los circuitos electrónicos hacen cada vez más necesaria la modelización de estos fenómenos mediante la Teoría de Campos. En esta asignatura del tercer año del área de Sistemas de Comunicaciones se busca favorecer el desarrollo de competencias científico-tecnológicas indispensables para la comprensión de fenómenos electromagnéticos asociados a las aplicaciones en ingeniería, particularmente a la transmisión de energía e información. Simultáneamente se pretende crear conciencia sobre las consecuencias de la intervención humana mediante tecnologías que afectan no solo al medio ambiente sino posiblemente a la salud de la población, de modo que adopten actitudes socialmente responsables en decisiones fundamentadas. Para ello se brinda un sólido sustento teórico procedimental de los fundamentos de los campos electromagnéticos en diferentes medios, en base al modelo matemático representado por las ecuaciones de Maxwell y principalmente su aplicación a la propagación libre y guiada de ondas, así como su generación mediante elementos radiantes simples. Se presentan los diferentes entornos de modelación en orden creciente de complejidad desde el modelo cuasi-estacionario hasta el de campos, finalizando con el tema de radiación, antenas elementales y enlaces.

3. Relación de la asignatura con el Perfil de Egreso de la carrera, las Actividades Reservadas, los Alcances, las Competencias de Egreso y su tributación.
Teniendo presentes las Actividades Reservadas del título en Ingeniería Electrónica establecidas en la Resolución ME 1254/2018 y el perfil profesional definido en la Ordenanza 1849 del CS, la asignatura contribuye al desarrollo de habilidades orientadas a la comprensión de los fenómenos asociados a la

propagación y radiación de ondas electromagnéticas a partir de las leyes de Maxwell y los parámetros usados para describirla, el análisis de las características, ventajas y limitaciones de los distintos medios de transmisión, ya sea libre o guiada, así como el cálculo de los parámetros representativos de cada uno de ellos como forma de preparación para el diseño, proyecto, cálculo, implementación y mantenimiento de sistemas de transmisión de campos, sistemas irradiantes y de generación de campos.

En concreto, las competencias de egreso específicas, genéricas, tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales de la carrera, a las que tributa se aclaran en la tabla siguiente.

Competencias específicas de la carrera (CE)	Competencias genéricas tecnológicas (CGT)	Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CGS)
CE1.1: 1	CG1: 1	CG6: 1
CE1.2: 3	CG4: 2	CG7: 1
CE1.5: 2		CG8: 1

Justificación de las 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 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.

Esta CE vinculada con la AR1 tributa en un nivel 1 por tratarse la comprensión de los fenómenos de propagación y radiación un paso fundamental para empezar a pensar en un posible diseño o cálculo de sistemas irradiantes o equipos de generación de campos.

- Se contribuye a esta competencia sentando los conceptos y desarrollando la capacidad de análisis de los fenómenos subyacentes en la generación y transmisión de campos EM y sistemas irradiantes.

CE 1.2: Plantear, interpretar, modelar y resolver los problemas de ingeniería descritos.

Esta CE vinculada con la AR1 tributa en un nivel 3 ya que se establecen las herramientas indispensables tanto para plantear analíticamente problemas relacionados con los diferentes modelos electromagnéticos en base a su campo de validez, como la selección de medios físicos para la transmisión de energía e información, las ideas de interferencias y compatibilidad electromagnética y la descripción e interpretación de la generación de ondas por radiación.

- Al desarrollo de esta competencia contribuyen la siguientes actividades formativas: la resolución de ejercicios donde se prioriza el planteo y las justificaciones que pongan en evidencia el grado de comprensión de los fenómenos involucrados; los laboratorios donde se miden en forma directa o indirecta las magnitudes relevantes, y las evaluaciones formativas orientadas al desarrollo de la lógica de pensamiento específico de la asignatura mediante preguntas de interpretación y evaluación de situaciones prácticas.

CE1.5: Diseñar, proyectar y calcular circuitos y sistemas para la generación, recepción, transmisión, procesamiento y conversión de campos y señales para sistemas de comunicación.

Esta CE vinculada con la AR1 tributa en un nivel 2 ya que, para el diseño o cálculo de sistemas de generación y conversión de campos y de comunicaciones resulta indispensable el manejo conceptual de

los fenómenos involucrados, la necesidad de la adaptación y la posible dispersión que limita la velocidad de transmisión y las longitudes del cableado, aún en el diseño de circuitos impresos.

- Como materia inicial del área de Sistemas de comunicaciones, se contribuye desde el punto de vista conceptual proveyendo la base de conocimientos y las herramientas para la comprensión y el planteo del problema asociado con elementos radiantes y medios de propagación, tanto desde la resolución de ejercicios, las experiencias de laboratorio como de las evaluaciones formativas.

-

Justificación de las competencias genéricas

CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

- La resolución de ejercicios de las guías y el laboratorio virtual están pensados para desarrollar fuertemente esta competencia, en las que deben seleccionar la información relevante, realizar el planteo y seleccionar las herramientas metodológicas y de visualización adecuadas.

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

- Se tributa mediante la presentación de problemas de aplicación simplificados, tanto a ser resueltos en las clases expositivas interactivas como en las clases de resolución grupal de ejercicios y en el desarrollo de los laboratorios.

CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

- Se trabaja en forma grupal, con distribución de tareas tanto en los laboratorios como en la resolución de ejercicios.

CG7: Comunicarse con efectividad.

- La presentación de informes y las evaluaciones sumativas donde se piden conclusiones de lo resuelto, con sus devoluciones personalizadas, permiten el mejoramiento del lenguaje comunicativo y el uso de la terminología específica.

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.

- Dentro de las actividades formativas se contempla la indagación por parte de estudiantes de las normas de protección vigente, nacionales e internacionales para la población y los trabajadores que se encuentren expuestos a radiaciones no ionizantes, con la inclusión de posibles efectos ambientales y el concepto de electropolución. La discusión en clase de este tema ayuda a crear conciencia sobre el impacto ambiental de la actividad profesional.

4. Propósito, objetivos y resultados de aprendizaje

4.1. Propósito

El objetivo de la asignatura *Medios de Enlace* es capacitar al alumno en la comprensión y resolución de problemas de los fenómenos electromagnéticos involucrados en la transmisión de energía e información en el contexto de un sistema de comunicación, empleando diferentes tipos de soporte físico como enlace entre receptor y transmisor incluyendo la conversión de energía eléctrica en ondas EM mediante antenas simples, arreglos y la recepción con ecuación de enlace.

Para ello se introducen las ecuaciones de Maxwell como el modelo matemático que describe y caracteriza todo fenómeno electromagnético a nivel macroscópico, fomentando tanto la comprensión conceptual

como el desarrollo de habilidades procedimentales para aplicarlas al análisis y resolución de problemas motivadores simplificados, con técnicas analíticas y gráficas.

Se complementa la formación con laboratorios de mediciones directas e indirectas que permiten familiarizarse con dispositivos y componentes adecuados a cada rango de frecuencias (RF, microondas y frecuencias ópticas) y comprender las particularidades de cada medio.

4.2. Objetivos establecidos en el Diseño Curricular

Que los y las estudiantes sean capaces de:

- Comprender la propagación libre y guiada de las ondas electromagnéticas a frecuencias de uso en las aplicaciones más significativas de la práctica ingenieril, a partir de las ecuaciones de Maxwell.
- Utilizar la metodología general y las herramientas de trabajo aplicadas a la propagación Guiada y Radiación.
- Aprender a utilizar herramientas tecnológicas (software de simulación), por autoaprendizaje, para la resolución de problemas al menos de “Líneas de Transmisión”.
- Trabajar en equipo y compartir los saberes adquiridos.

4.3. Objetos de Conocimiento y Resultados de aprendizaje

La asignatura se organiza en función de los entornos de modelado de los fenómenos electromagnéticos basados en las dimensiones eléctricas del problema a tratar. Por ende, los objetos de conocimientos responden a esta clasificación.

- **Objeto de Conocimiento 1: Ecuaciones de Maxwell**

RA1: Interpreta las ecuaciones de Maxwell como modelo matemático de campos que describe espacialmente en el tiempo todo fenómeno electromagnético a nivel macroscópico, discriminando la validez de las aproximaciones, con el fin de resolver y analizar problemas orientados a sistemas de comunicaciones.

Este punto se centra principalmente en la competencia específica CE1.2 y las competencias genéricas tecnológicas CG1 - CG4.

Interpretar o resolver un problema de transmisión de energía o información mediante ondas electromagnéticas implica la correcta interpretación de los fenómenos involucrados y el uso efectivo de técnicas y herramientas de cálculo. En esta dirección, se trabaja en la caracterización y el planteo de soluciones de los problemas planteados, realizando la selección del modelo adecuado, de campos o de parámetros distribuidos, la evaluación de resultados y la fundamentación del criterio empleado. Se pone énfasis en las limitaciones de la Teoría de Circuitos asociada al modelo cuasi-estacionario que no permite describir fenómenos fundamentales para sistemas de transmisión de alta velocidad.

- **Objeto de Conocimiento 2: Propagación de ondas electromagnéticas**

RA2: Caracteriza la propagación de ondas electromagnéticas distinguiendo entre el caso libre y los distintos tipos de guiado adecuados según la frecuencia de operación, tanto para el cálculo de radomos y cámaras anecoicas como para mejorar la recepción de un sistema de comunicaciones.

RA2: Este punto abarca competencias específicas CE1.1 - C1.2 - C1.5, las competencias genéricas tecnológicas CG1 - CG4 y sociales-actitudinales GG6 - CG7 - GG8.

Para diseñar y calcular sistemas de transmisión de campos se requiere el reconocimiento, análisis e interpretación de todos los aspectos o variables involucrados en el mismo. Esto implica conocer los

componentes del sistema, su interconexión y su funcionamiento. Además, se deben entender otros aspectos como el efecto de las condiciones de frontera que permiten el direccionamiento de la propagación hacia el receptor y que pueden implicar distorsiones de la información codificada y pérdidas de potencia por reflexiones. En este sentido, además de la resolución de ejercicios, las experiencias de laboratorio ponen en contacto con diversos elementos, técnicas, parámetros relevantes e instrumentos de medición propios de cada medio de guiado de ondas electromagnéticas. El laboratorio virtual sobre bio electromagnetismo ayuda a crear conciencia sobre la exposición a los campos en las personas con sus potencialidades positivas y negativas. Estas actividades grupales colaborativas con presentación de informes escritos u orales permiten mejorar el desempeño en equipos de trabajo y desarrollar la comunicación efectiva.

- **Objeto de Conocimiento 3: Radiación electromagnética**

RA3: Evalúa la radiación electromagnética de antenas elementales individuales o dispuestas en arreglos, calculando los parámetros que las caracterizan con el fin de calcular enlaces y analizar radares simples, teniendo presente el impacto ambiental y sobre las personas de las radiaciones.

RA3: Este punto abarca competencias específicas CE1.1 - C1.2 - C1.5, las competencias genéricas tecnológicas CG1 - CG4 y sociales-actitudinales CG8.

El proyecto y cálculo de sistemas irradiantes requiere de la capacidad de interpretación del fenómeno de radiación, las estructuras radiantes, la modificación del patrón de radiación mediante el uso de arreglos, el planteo del flujo de potencia y la ecuación de enlace. El uso de las herramientas de cálculo y las técnicas que permiten la visualización de campos radiados se pone en evidencia en la resolución de ejercicios y la interpretación de resultados. La indagación de las normativas nacionales e internacionales sobre la protección frente a la exposición a las radiaciones de trabajadores y demás personas se orienta a desarrollar conciencia social y responsabilidad profesional reconociendo el posible impacto de su actividad.

5. Integración y articulación de la asignatura con el área de conocimiento (horizontal y/o vertical), el nivel de la carrera (horizontal) y el diseño curricular.

La asignatura Medios de Enlace es la primera dentro del área Sistemas de Comunicaciones. Su objetivo es conducir al estudiante a la comprensión de los fenómenos electromagnéticos que subyacen tras cualquier tipo de transmisión de información haciéndola factible. Se busca proporcionar el marco conceptual fundamental para la materia subsiguiente Sistemas de Comunicaciones y otras electivas de la orientación afín, tales como Medidas Electrónicas II, Comunicaciones II y Antenas. Opera como articulación entre los principios físicos y la tecnología mediante la propuesta de modelos que permiten describir los fenómenos electromagnéticos para cotejar parámetros típicos obtenidos mediante mediciones de laboratorio con los valores resultantes de las expresiones que se obtienen a partir del modelo.

Si bien se explicita la necesidad de acondicionar la información para mejorar la eficiencia de la transmisión mediante la idea de modulación, se consideran los detalles específicos de la asignatura siguiente del área, Sistemas de comunicaciones.

Se comienza con un breve repaso de campos estáticos ya que estos conocimientos son adquiridos en la materia correlativa previa Física II lo que permite una rápida introducción a los modelos frecuenciales de propagación y sus posibles simplificaciones de acuerdo al entorno de validez fijado por las longitudes de onda significativas del espectro de los campos involucrados: caso cuasi-estacionario (ámbito de la Teoría de Circuitos o modelo de parámetros concentrados); propagación unidireccional (Teoría de Líneas de Transmisión o modelo de parámetros distribuidos); propagación tridimensional (Guías de Onda, Radiación y Antenas o modelo de campos propiamente dichos). Para ello se recurre a las herramientas del análisis de Fourier, articulando con la asignatura previa Análisis de Señales y Sistemas.

Se efectúa un análisis sucinto del caso cuasi-estacionario poniendo de relieve sus limitaciones en relación a la problemática de las transmisiones. Se justifica la necesidad del estudio detallado de las ondas electromagnéticas comenzando por su forma más simple, las ondas planas, concepto introducido previamente en la materia del segundo año Física Electrónica.

Se prevé el repaso en el primer trabajo práctico de los conocimientos previos necesarios, incluyendo campos estáticos y las herramientas matemáticas de análisis vectorial introducidas en Análisis II con mayor o menor intensidad, dependiendo de los resultados puestos evidencia en la evaluación diagnóstica.

Si bien las resoluciones analíticas pueden obtenerse fácilmente con ayuda de computadora y con las herramientas del cálculo de variable compleja proporcionadas en la primera parte de la signatura Análisis de Señales y Sistemas, las metodologías gráficas facilitan al alumno la “visualización” y comprensión intuitiva de los fenómenos presentes en las líneas. Por igual motivo se utilizan, siempre que sea posible, programas de simulación específicos de libre uso.

Se introduce comparativamente el concepto de guía de onda propiamente dicha tanto metálica como dieléctrica, con diversas secciones transversales. La comprensión de las ecuaciones a derivadas parciales y las técnicas de resolución adquirida en Análisis II, permite interpretar los complejos modelos de campo asociados.

La importancia indiscutible y creciente de las fibras ópticas en los sistemas de comunicación justifican el desarrollo de la temática desde el punto de vista conceptual, limitando los desarrollos matemáticos, dentro de lo permitido por la extensión del programa.

En los temas referidos tanto a antenas como a fibras ópticas se tiene en cuenta que las asignaturas específicas del área son electivas y por tanto no todos los alumnos optarán por ellas.

6. Metodología de enseñanza

Los métodos aplicados se sustentan en cuatro pilares básicos: conceptos, discusión dialógica mediada por preguntas, aplicaciones e indagación, considerados como componentes de un conjunto coherente que tiene la finalidad de alcanzar el perfil previsto de egreso de la asignatura. Teniendo en cuenta los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales propuestos, la metodología empleada se basa por un lado en clases conducidas por el docente quien inicia cada módulo temático con el planteo de la problemática, contextualizada en el marco de las comunicaciones, que se puede analizar con los conceptos del mismo, como motivación para generar a través del debate los cuestionamientos que conduzcan al desarrollo de los temas previstos. Se crea un ambiente interrogativo que favorezca la construcción del conocimiento.

Los conceptos se presentan mediante exposiciones y/o intervenciones orales, con apoyo de PowerPoint, software (Amanogawa y animaciones en Matlab/Scilab) y la generación de preguntas.

Desde el punto de vista procedimental se emplea una guía de problemas tipo y de aplicación sencillos en diversos contextos propios de la orientación tecnológica, que busca incentivar estrategias mentales específicas y generar la habilidad en el manejo de procedimientos cognitivos, exigiendo el desarrollo de diferentes recursos para su resolución: comprensión de conceptos, detección de datos relevantes, análisis de resultados obtenidos en relación con los esperables, interpretación de gráficos y hojas de datos, elaboración de síntesis, criterio para realizar suposiciones sobre características no especificadas. La selección intenta ser suficientemente variada para abarcar todos los aspectos relevantes del programa. Así mismo e incluyendo la parte actitudinal, se busca crear situaciones de aprendizaje grupales autónomas a través del planteamiento de problemas más complejos de simulación o diseño comparativo acordes con el nivel de formación previa esperable , que exijan la integración de conocimientos y la capacidad de sintetizar en conclusiones y gráficos los resultados relevantes así como la búsqueda de información complementaria, el uso de terminología correcta y la expresión escrita mediante los informes correspondientes. Tienen por finalidad movilizar saberes y procedimientos planteando situaciones que no pueden ser resueltas sino a partir de nuevos aprendizajes. Esto se complementa con tres experiencias prácticas de laboratorio en las

que se busca instruir en el tipo de componentes propios de cada rango de frecuencias y en el manejo de instrumentación específica. De este modo se logra el afianzamiento de conceptos teóricos a través de la práctica. También se busca crear conciencia y responsabilidad social con la presentación de un trabajo de indagación grupal relacionada con la temática de la contaminación electromagnética ambiental y la reglamentación asociada vigente.

Actividades de formación profesional en Laboratorio:

Se desarrollan una experiencia de planteo-cálculo-visualización más tres experiencias de laboratorio con un trabajo previo que permite comparar la exactitud de los modelos matemáticos empleados con mediciones directa sobre guías de onda y líneas de transmisión. Se utiliza para el desarrollo de las prácticas instrumentos del laboratorio de Radiofrecuencias. Estas experiencias permiten presentar al alumno problemas típicos de la propagación guiada de ondas, evidenciando la imposibilidad del análisis mediante la teoría de circuitos.

Cada práctica concluye con la presentación en un informe, presentado en el AV, de los componentes e instrumentos utilizados, los cálculos indirectos basados en medidas, los resultados comparativos del análisis mediante el modelo con los obtenidos en el laboratorio, los gráficos correspondientes y las conclusiones.

Laboratorio virtual: *Análisis de Reflexiones en Interfases dieléctricas- Modelo multicapa de tejido humano*: se trata de un laboratorio virtual en el que se analiza la propagación de un frente de ondas planas sinusoidales por distintas capas de tejido humano, considerando los casos de mayor o menor hidratación y tejido adiposo y la influencia de la frecuencia de la radiación incidente. Se evalúa y grafica la transferencia energética a cada tejido. (Fuente: García-Collado *et al*, Revista Mexicana de Física, vol. 5, Nro 1, 2009)

Primera experiencia: *Reflectometría en el Dominio Tiempo*, analiza transitorios en líneas de transmisión, sobre un cable coaxial (RG-58 o similar) con el extremo de carga a circuito abierto, cortocircuitado o conectado a distintos valores resistivos. El objetivo es alimentar a la línea con pulsos de alta frecuencia para determinar, a través de las reflexiones temporales, distintos parámetros de la línea, así como también visualizar la evolución temporal de las tensiones en el tiempo mediante el uso de un osciloscopio adecuado.

Segunda experiencia: *Mediciones básicas en una Guía de Ondas Rectangular*, se compone de dos partes.

La primera parte: *Determinación de la ROE y el patrón de Onda Estacionaria de la Guía de Ondas mediante el uso de una guía ranurada*, tiene como finalidad el análisis del régimen estacionario en las guías, bajo excitación de tipo sinusoidal y con diferentes tipos de terminaciones, y la comprobación de las frecuencias de corte de los modos asociados a la propagación.

La segunda parte: *Medición de Potencias Incidente y Reflejada de la Guía de Ondas mediante acopladores direccionales*, permiten la evaluación de ondas incidentes y reflejadas y la determinación de los parámetros que las cuantifican como las pérdidas de retorno.

Finalizadas ambas experiencias se analizan comparativamente los resultados y se determina la precisión de las medidas logradas con las diferentes técnicas.

Tercera experiencia: *Mediciones básicas sobre una Fibra Óptica*. Tiene como finalidad la manipulación de fibras ópticas, cables típicos de uso en telecomunicaciones, presentación de conectores ópticos, terminaciones que minimizan las pérdidas de retorno, empalmes, pérdidas por curvatura, pérdidas en las conexiones.

En la siguiente tabla se relacionan los RA con la metodología utilizada y las actividades formativas:

RA1: Interpreta las ecuaciones de Maxwell como modelo matemático de campos que describe espacialmente en el tiempo todo fenómeno electromagnético a nivel macroscópico, discriminando la validez de las aproximaciones, con el fin de analizar y resolver problemas orientados a sistemas de comunicaciones.			
Unidad temática	Estrategias de enseñanza y aprendizaje	Actividades formativas y carga horaria	
		En clase	Fuera clase (estimadas)
1-2-6-8-9	1. Clase expositiva e interactiva entre docentes y estudiantes, con apoyo de TIC's. Estudio de casos.	-Discusión mediada por preguntas. -Vinculación con saberes previos. - Visualizaciones de campos mediante uso de software didáctico. -Presentación y discusión de aplicaciones en diferentes sistemas de comunicaciones. 10hs	-Visualización de videos de aplicaciones -Animaciones interactivas propias o de Internet (ej.: universidad Politécnica de Valencia). -Lectura de material y análisis de preguntas planteadas en clase para debate. -Repaso de conceptos en base al material provisto y sugerido Consultas mediante foros. 5 hs.
	2. Resolución colaborativa de ejercicios con empleo de software de apoyo.	-Presentación de guía de ejercicios con aplicación de saberes conceptuales y procedimentales. -Planteo y resolución dialogada de ejercicios. - Presentación de software (Amanogawa) y rutinas específicas. 10hs.	- Replanteo de conceptos en función de los ejercicios a resolver. -Análisis de fundamentación de los métodos a emplear para debate en clase. -Repaso de material para reforzar conceptos y empleo de software. 6hs.
RA2: Caracteriza la propagación de ondas electromagnéticas distinguiendo entre el caso libre y los distintos tipos de guiado adecuados según la frecuencia de operación, tanto para el cálculo de radomos y cámaras anecoicas como para mejorar la recepción de un sistema de comunicaciones.			
Unidad temática	Estrategias de enseñanza y aprendizaje	Actividades formativas y carga horaria	
		En clase	Fuera clase (estimadas)

2-3-4-5-6-7-8	1. Clase expositiva e interactiva con apoyo de TIC's. Estudio de casos.	-Discusión mediada por preguntas. -Vinculación con saberes previos. - Visualizaciones de ondas y campos mediante uso de software didáctico. -Presentación y discusión de aplicaciones en diferentes sistemas de comunicaciones 20hs	-Animaciones interactivas propias o de Internet. - Análisis de videos para discusión en clase de aplicaciones en distorsión por propagación multicamino, cámaras anecoicas y radomos. -Lectura de material previo a la clase. -Repaso de conceptos en base al material provisto y sugerido Consultas mediante foros. 10hs
	2. Resolución colaborativa de ejercicios. Resolución grupal de problema de aplicación con uso de software: bio-electromagnetismo	- Presentación de guía de aplicación de saberes conceptuales y procedimentales analíticos y gráficos. -Visualizaciones mediante uso de software didáctico disponible en Internet (Amanogawa). -Uso de software libre: carta de Smith. 19,5hs	- Replanteo de conceptos en función de los ejercicios a resolver. -Análisis de fundamentación de los métodos a emplear para debate en clase. -Repaso de material para reforzar conceptos y empleo de software. -Resolución problema Transdisciplinario, modelo de capas de tejido humano.: Planteo grupal de solución en base a condiciones de frontera. Interrelación de saberes. Uso de software para graficar la penetración de potencia EM. Elaboración y presentación de informe en AV. -Consultas mediante foros. 12hs
	3. Laboratorios experimentales sobre medios de guiado, dispositivos,	- Laboratorio de Líneas de transmisión, reflectometría temporal: Uso de dispositivos de RF e instrumentos de medida para cálculo indirecto	-Lectura de guías de laboratorio previa a la experiencia. -Elaboración de informe grupal escrito posterior con presentación en AV.

	instrumentación y mediciones asociadas	de impedancia, longitudes de LT o tipo de dieléctrico. - Laboratorio sobre GO metálicas: dispositivos de microondas, mediciones de frecuencia, reflexiones y ROE. -Laboratorio experimental de FO: dispositivos ópticos, iluminación, conectores, soldado, pérdidas de potencia. 4,5hs	5hs
RA3: Evalúa la radiación electromagnética de antenas elementales individuales o dispuestas en arreglos, calculando los parámetros que las caracterizan con el fin de calcular enlaces y analizar radares simples, teniendo presente el impacto ambiental y sobre las personas de las radiaciones.			
Unidad temática	Estrategias de enseñanza y aprendizaje	Actividades formativas y carga horaria	
		En clase	Fuera clase (estimadas)
9	1.Clase expositiva e interactiva entre docentes y estudiantes, con apoyo de TIC's.	-Discusión mediada por preguntas. -Vinculación con saberes previos. - Visualizaciones de ondas y campos mediante uso de software didáctico. -Presentación y discusión de aplicaciones en diferentes sistemas de comunicaciones 19hs	-Animaciones interactivas propias o de Internet. - Análisis de videos para discusión en clase de aplicaciones en distorsión por propagación multicamino, cámaras anecoicas y radomos. -Lectura de material previo a la clase. -Repaso de conceptos en base al material provisto y sugerido Indagación sobre aplicaciones y tipos de antenas. Consultas mediante foros. 10hs
	2. Resolución colaborativa de ejercicios.	- Presentación de guía de aplicación de saberes conceptuales y procedimentales analíticos y gráficos.	- Replanteo de conceptos en función de los ejercicios a resolver.

		-Visualizaciones mediante uso de software didáctico disponible en Internet 19,5hs	-Análisis de fundamentación de los métodos a emplear para debate en clase. -Repaso de material para reforzar conceptos. -Consultas mediante foros. 12hs
	3. Electropolución: Normativas de seguridad para protección humana y ambiental.	-Discusión mediada por preguntas. 2,5hs	-Indagación de información orientada para discusión en clase y en foros. 2hs

7. Recomendaciones para el estudio

Se recomienda a los y las estudiantes:

- Hacer un repaso del uso de diferentes sistemas de coordenadas, sus relaciones y cálculo vectorial.
- Recurrir a las herramientas de software interactivas y videos recomendados por la cátedra para visualizar los fenómenos estudiados y mejorar su conceptualización.
- Reconocer a la matemática como un lenguaje que ayuda a describir fenómenos físicos de modo conciso.
- Realizar consultas no solo durante las clases sino recurriendo al foro previsto en tal sentido en el Aula Virtual o por mail.
- Participar activamente de discusiones en clase y actividades de laboratorio.
- Tener presente los entornos de validez de los modelos desarrollados en función de las longitudes de onda de operación.
- Distribuirse equitativamente las tareas en las actividades grupales manteniendo la participación en cada una.

8. Metodología de estrategias de evaluación

Considerando a la evaluación como un proceso complejo que nos permite obtener información en relación con las actividades de la enseñanza y el aprendizaje para comprender su desenvolvimiento y tomar decisiones con la finalidad de mejorarlas y del que tanto docentes como alumnos son protagonistas en el marco de la institución universitaria, se considera indispensable darle un carácter continuo.

Esto nos obliga a revisar la planificación del curso, las estrategias y recursos utilizados, la pertinencia de las intervenciones del docente. Para eso se han estructurado diferentes instancias de evaluación que permiten evaluar el desarrollo de las habilidades en la apropiación de conceptos, en el planteo y resolución

de problemas en forma directa o con ayuda computacional, la capacidad de utilizar las medidas tomadas en laboratorio para sacar conclusiones y obtener más información de los fenómenos involucrados, permitiendo en todo caso la superación de errores.

Se inicia con la evaluación diagnóstica obligatoria sin carácter calificadorio, a la que se anexa una encuesta de datos personales y preferencias en cuanto a medios de comunicación, tipo de fuentes de información y disponibilidad tecnológica, que ubica al docente en relación tanto a los supuestos conocimientos previos como a las actitudes de los alumnos frente a nuevos conocimientos. Esto condiciona el modo de iniciar la temática de la asignatura.

Se considera que la asignatura está orientada a la formación del alumno en principios básicos previos al estudio de los sistemas de comunicación y que el mismo no está preparado aún para el desarrollo de trabajos o problemas complejos en forma independiente.

Se contempla la realización de experiencias de laboratorio presencial, orientadas a mediciones directas e indirectas asociadas a los distintos medios de propagación (Líneas de transmisión, guías de onda, fibras ópticas). Por otro lado, se plantean dos trabajos grupales: uno de planteo y análisis asociado a la propagación y reflexión de ondas planas en diversas fronteras, y otro de indagación sobre electropolución y normativas asociadas que incluyen la presentación de un informe escrito que se constituirá en instrumento de evaluación formativa y de seguimiento que deben ser aprobados con opción a posibles correcciones.

El seguimiento del aprendizaje conceptual y la comprensión de los fenómenos físicos se realiza a través de cuestionarios conceptuales a la finalización de cada unidad temática que permitan al docente mejorar la transmisión de conocimientos y al alumno su autoevaluación para detectar falencias y potenciar la construcción del conocimiento. Los cuestionarios no aprobados en primera instancia se recuperan por bloques temáticos.

Se prevé, además, un par de evaluaciones sumativas integradoras de resolución de ejercicios con el objeto de hacer evidente si el grado de apropiación e interrelación de conceptos alcanzado por los alumnos.

Todas las evaluaciones podrán realizarse por medios virtuales, a través del aula virtual de la Facultad y posibles videoconferencias, en las modalidades de cuestionarios de opciones múltiples y preguntas aleatorias o de tipo ensayo con entrega de los documentos con las resoluciones.

La tabla siguiente relaciona RA con los tipos de evaluaciones y los instrumentos adoptados en cada caso. Los criterios (CEval) son detallados a continuación:

Resultados de aprendizaje	Criterios de evaluación	Actividades de evaluación	Instrumentos de evaluación	Tipo de evaluación
RA1, RA2, RA3, RA4, RA5	CEval1, CEval2 CEval6	Resolución de cuestionario	Cuestionario conceptual de opciones múltiples	Formativa-Individual
RA1, RA2, RA3, RA4, RA5	CEval1, CEval2 CEval3, CEval4 CEval5, CEval9 CEval10	Resolución de Ejercicios cerrados.	Rúbrica	Sumativa-Integradora-Individual

RA2, RA4	CEval2, CEval5 CEval7, CEval9	Práctica de laboratorio con operación de instrumentos y equipos.	Lista de cotejo	Formativa-Grupal
RA2, RA4	CEval1, CEval3 CEval4	Presentación escrita de informe de laboratorio	Lista de cotejo	Formativa-Grupal Elaboración fuera de clase. Presentación en AV
RA1, RA3	CEval1, CEval3 CEval4, CEval8	Laboratorio virtual: planteo del modelo simulación y análisis de resultados.	Rúbrica	Sumativa-Integradora-Grupal. Elaboración fuera de clase. Presentación en AV
RA5	CEval2, CEval4 CEval5	Indagación de normas de protección. Discusión en clase	Lista de cotejo	Formativa Individual Elaboración fuera de clase- Presentación oral

Las rúbricas y listas de cotejo están disponibles en el AV.

Criterios de Evaluación:

CEval1: Identifica las leyes que describen los fenómenos físicos con sus condiciones de contorno.

CEval2: Identifica y sabe utilizar la información relevante explícita o implícita en el problema.

CEval3: Resuelve analíticamente el problema seleccionado correctamente el sistema de coordenadas adecuado.

CEval4: Presenta debidamente los resultados con argumentaciones y conclusiones pertinentes, en forma oral o escrita.

CEval5: Participa en forma activa demostrando conocimiento y aceptando opiniones

CEval6: Analiza dispositivos existentes para detectar errores de diseño o funcionamiento.

CEval7: Opera adecuadamente instrumentos y dispositivos para obtener información directa o indirecta de variable relevantes.

CEval8: Utiliza herramientas de software para visualización y representación gráfica de resultados.

CEval9: Selecciona el dispositivo de guiado adecuado en base al rango de frecuencias de operación, ancho de banda y la potencia a transmitir realizando la adaptación a la carga para evitar reflexiones.

CEval10: Calcula un enlace entre antenas teniendo presente los parámetros representativos de las mismas y el concepto de campo lejano.

- **Condiciones de aprobación:** De acuerdo con el reglamento de estudio de la UTN, Ord. N° 1549, se establece un régimen diversificado y continuo de evaluación el desempeño y la producción de los alumnos en forma individual y grupal.

En el caso de la aprobación del cursado o regularidad se fijan como condiciones cumplir con el régimen de asistencias, tener todos los informes de actividades formativas aprobados al momento de finalizar el cuatrimestre; haber aprobado 4 (un 60%) de los 6 cuestionarios conceptuales o sus instancias de recuperación (nota no inferior a 6 puntos) y promediar 5 puntos entre las dos evaluaciones sumativas integradoras o sus recuperatorios respectivos.

En el caso de la aprobación directa las condiciones son: tener todos los informes de actividades formativas aprobados al momento de finalizar el cuatrimestre; haber aprobado (nota no inferior a 6 puntos) la totalidad de los cuestionarios conceptuales (6) y las dos evaluaciones sumativas integradoras con un mínimo de 6 puntos sobre 10 o, en su defecto, las instancias respectivas de recuperación de cada uno.

9. Cronograma de clases/trabajos prácticos/exámenes

La cátedra se compone de un Profesor adjunto y un Ayudante de trabajos prácticos.

Las clases expositivas de presentación de conceptos y problemas introductorios o para estudio de casos están a cargo del profesor, al igual que el diseño de prácticos y laboratorios en función de objetivos didácticos y equipos disponibles.

Las clases de resolución de ejercicios y los laboratorios son guiados por el Ayudante de trabajos prácticos quien coordina la disponibilidad de espacios en laboratorio y equipos. También organiza la actividad de los grupos en el laboratorio en función de equipos disponibles.

Cronograma detallado:

A continuación, se detalla el cronograma tentativo para el cuatrimestre.

El número de clases presenciales por semana está fijado en 3, dos de 1,5hs de duración y una tercera de 3hs de modo que el total en el cuatrimestre es de 48 clases.

La asignación horaria a la introducción expositiva de temas y las actividades formativas está equilibrada.

Clase	Docente	Descripción del Tema	Clase Teórica	Clase Práctica
Clase 1	Marcelo Amato	Presentación de la materia Introducción de las ecuaciones de Maxwell - modelo electromagnético: entornos de validez. Apertura en AV de evaluación diagnóstica,	• 1,5hs	
Clase 2	Marcelo Amato	Repaso de campos estáticos. Campo electrostático-Potencial-Corriente eléctrica-Campo Magnetostático. Potencial vectorial.	• 1,5hs	
Clase 3	Marcelo Amato Alan Arias	Densidades de energía de los campos eléctrico y magnético. Principio de conservación de la carga. Resolución de ejercicios sobre campos y potenciales eléctricos estáticos. Visualización con software libre.	• 1,5hs	• 1,5hs
Clase 4	Alan Arias	Resolución de ejercicios sobre campo magnético estático. Visualización con software libre.		• 1,5hs
Clase 5	Marcelo Amato	Ley de Inducción- Ley de Ampère-Maxwell. Condiciones de frontera- Forma integral de las ecuaciones de Maxwell. Caso de variación temporal armónica.	• 1,5hs	
Clase 6	Marcelo Amato Alan Arias	Densidad de potencia: Vector de Poynting. Ecuaciones de onda, parámetros generales. Resolución de ejercicios sobre campos dinámicos.	• 1,5hs	• 1,5hs
Clase 7	Alan Arias	Resolución de ejercicios sobre corriente de desplazamiento y vector de Poynting.		• 1,5hs
Clase 8	Marcelo Amato	Líneas de transmisión (LT): modelo de parámetros distribuidos, modelo con y sin pérdidas. Expresiones fasoriales. Ondas de tensión y corriente.	• 1,5hs	
Clase 9	Marcelo Amato Alan Arias	Estacionarios en LT- Parámetros. Resolución de ejercicios sobre estacionario en LT.	• 1,5hs	• 1,5hs
Clase 10	Alan Arias	Evaluación formativa conceptual: campos EM dinámicos. Resolución de ejercicios sobre estacionario en LT. Uso de software de visualización.		• 1,5hs
Clase 11	Marcelo Amato	LT con cargas desadaptadas Reflexiones-Onda Estacionaria-Parámetros y medición de onda estacionaria.	• 1,5hs	

Clase 12	Marcelo Amato Alan Arias	Potencia- Adaptación: Transformador de cuarto de onda. Resolución de ejercicios sobre estacionarios y potencia en LT.	• 1,5hs	• 1,5hs
Clase 13	Alan Arias	Resolución de ejercicios sobre adaptación con transformador de cuarto de onda y su ancho de banda.		• 1,5hs
Clase 14	Marcelo Amato	Carta de impedancias de Smith. Métodos gráficos para resolución de LT.	• 1,5hs	
Clase 15	Marcelo Amato Alan Arias	Adaptación con elementos reactivos en paralelo. Stubs. Resolución de ejercicios de uso de carta de Smith. Uso de software específico.	• 1,5hs	• 1,5hs
Clase 16	Alan Arias	Evaluación formativa conceptual: Estacionarios en LT. Resolución de ejercicios de adaptación con stub simple y doble.		• 1,5hs
Clase 17	Marcelo Amato	Transitorios en LT: diagrama de rebotes. Reflectometría temporal.	• 1,5hs	
Clase 18	Marcelo Amato Alan Arias	Propagación de ondas EM en el espacio libre y en dieléctricos ilimitados. Modelo de campos. Ondas planas. Resolución de ejercicios de transitorios en LT.	• 1,5hs	• 1,5hs
Clase 19	Alan Arias	Laboratorio de LT: reflectometría en el dominio temporal. Determinación de impedancia y longitudes.		• 1,5hs
Clase 20	Marcelo Amato	Polarización-Velocidad de grupo. Propagación en direcciones arbitrarias.	• 1,5hs	
Clase 21	Marcelo Amato Alan Arias	Incidencia normal sobre fronteras. Onda estacionaria. Resolución de problemas sobre propagación de ondas en diferentes medios.	• 1,5hs	• 1,5hs
Clase 22	Alan Arias	Evaluación formativa conceptual: Adaptación de LT. Resolución de ejercicios de propagación de OEMP.		• 1,5hs
Clase 23	Marcelo Amato	Fronteras múltiples: Láminas de media onda y cuarto de onda. Aplicaciones.	• 1,5hs	
Clase 24	Marcelo Amato Alan Arias	Incidencia oblicua sobre fronteras. Reflexión total. Resolución de ejercicios sobre incidencia normal de OEMP sobre fronteras.	• 1,5hs	• 1,5hs

Clase 25	Alan Arias	Primera evaluación sumativa integradora		• 1,5hs	
Clase 26	Marcelo Amato	Guías de onda metálicas-Caso general- Fenómeno de corte. Parámetros	• 1,5hs		
Clase 27	Marcelo Amato Alan Arias	Guías de planos paralelos. Resolución de problemas incidencia OEMP sobre fronteras múltiples. Laboratorio virtual OEMP: penetración de campos en tejido humano, modelo de capas.	• 1,5hs	• 1,5hs	
Clase 28	Alan Arias	Evaluación formativa conceptual: Propagación de OEMP		• 1,5hs	
Clase 29	Marcelo Amato	Guías de ondas Rectangulares. Parámetros. Frecuencias de corte. Modo fundamental	• 1,5hs		
Clase 30	Marcelo Amato Alan Arias	Guías rectangulares- Descripción de campos para diferentes modos. Resolución de ejercicios GO. Visualización mediante software específico	• 1,5hs	• 1,5hs	
Clase 31	Alan Arias	Resolución de ejercicios de GOR.		• 1,5hs	
Clase 32	Marcelo Amato	Elementos de GO. Acopladores direccionales y Cavidades resonantes.	• 1,5hs		
Clase 33	Marcelo Amato Alan Arias	Principios de guías de onda dieléctricas-FO. Evaluación formativa conceptual: GO.	• 1,5hs	• 1,5hs	
Clase 34	Alan Arias	Laboratorio de GOR. Medición de ROE, reflexiones, potencia, frecuencia.		• 1,5hs	
Clase 35	Marcelo Amato	Principios de funcionamiento de FO. Características-Parámetros. Iluminación. Sistemas de transmisión por FO,	• 1,5hs		
Clase 36	Marcelo Amato	Potenciales retardados. Radiación. Determinación de campos. Definición de antena - Radiador elemental- Campo cercano y lejano. Tipos de antenas. Diagrama de radiación	• 1,5hs		
Clase 37	Alan Arias	Resolución de ejercicios de Radiación. Visualización de diagramas de radiación.		• 1,5hs	
Clase 38	Marcelo Amato	Parámetros de antenas. Radiadores lineales- Dipolos. Monopolos.	• 1,5hs		
Clase 39	Marcelo Amato Alan Arias	Arreglos de antenas. Principio de multiplicación de patrones. Resolución de ejercicios de antenas y enlaces.	• 1,5hs	• 1,5hs	

Clase 40	Alan Arias	Laboratorio da FO: iluminación, conectores, uso de soldadora, medición de pérdidas de potencia, inmunidad a interferencias EM.		• 1,5hs	
Clase 41	Marcelo Amato	Parámetros de antenas receptoras-Ecuación de enlace de Friis.	• 1,5hs		
Clase 42	Marcelo Amato Alan Arias	Concepto de radar. Parámetros. Radares mono y bi estáticos. Resolución de ejercicios de Arreglos y enlaces.	• 1,5hs	• 1,5hs	
Clase 43	Alan Arias	Evaluación formativa conceptual: Radiación y antenas.		• 1,5hs	
Clase 44	Marcelo Amato	Discusión sobre posibles efectos negativos de la exposición humana a radiaciones no ionizantes basada en indagación previa de estudiantes. Reglamentaciones vigentes sobre límites de exposición a campos EM. Consulta. Fecha límite de entrega informe Normas de protección contra radiaciones en AV. Fecha límite de entrega de informes de laboratorio corregidos.	• 1,5hs		
Clase 45	Marcelo Amato	Recuperación de Evaluaciones formativas bloque 1-3 y 4-6	• 1,5hs		
Clase 46	Alan Arias	Segunda Evaluación sumativa integradora		• 1,5hs	
Clase 47	Marcelo Amato	Devolución de resultados y consulta.	• 1,5hs	• 1,5hs	
Clase 48	Alan Arias	Instancias de recuperación de evaluaciones sumativas integradoras		• 1,5hs	

10. Recursos necesarios

Recursos necesarios para el desarrollo de la asignatura:

Espacios Físicos:

- Aula con conexión a red, para introducción conceptual dialogada de temas y desarrollo de prácticas de resolución de ejercicios básicos con uso de software disponible en Internet.
- Laboratorio de RF para desarrollo de tres prácticos sobre el uso de instrumentación y mediciones sobre distintos soportes (Equipamiento: Generadores, instrumentos de medición y componentes de RF para LT, μ ondas para GOR y ópticos para FO)

Recursos tecnológicos de apoyo:

- proyector multimedia.
- software libre y didáctico (Octave, Scilab, Amanogawa).
- Aula Virtual en plataforma Moodle.

11. Función Docencia**11.1 Reuniones de asignatura y área**

Se establecen dos reuniones fijas, una antes del inicio del curso de tipo organizativa para coordinar actividades y otra al finalizar el cursado a modo de realimentación para establecer un plan de mejoras. Debido a que la cátedra solo cuenta con dos integrantes las reuniones durante el cuatrimestre se determinan ad hoc si se considera necesario para el avance de la materia cuando o surge alguna contingencia.

11.2 Orientación de las y los estudiantes

No se prevén pasantías ni trabajos de campo dado la naturaleza analítica de la materia. De todos modos, se difunde información sobre Jornadas y seminarios sobre la temática, incentivando la participación.

11.3. Atención y orientación de las y los estudiantes

La dinámica de las clases impone un gran compromiso por parte de los estudiantes con su propio proceso de aprendizaje con apoyo continuo docente a través de consultas presenciales extra-clases o por medios asincrónicos tales como foros o mails.

Se plantea una comunicación fluida para posibilitar el normal avance en las actividades planeadas.

La devolución de desempeño posterior a cada actividad se realiza de forma personalizada mediante el AV. De todos modos, se asigna un horario para que quien lo solicite pueda evacuar inquietudes de forma presencial.

El registro de aprobación de las diversas actividades formativas se realiza por medio del AV.

Previo a la realización de laboratorios se requiere la lectura crítica de los principios físicos, objetivos y procedimientos proporcionados en una guía y la indagación sobre los dispositivos involucrados.

Posteriormente se debe elaborar el informe con resultados y cálculos basados en las mediciones efectuadas.

El laboratorio virtual requiere del planteo del problema en base a la guía correspondiente y la obtención de gráficos con software libre.

En todo caso, se cuenta con la orientación de los docentes de ser requerida.

12. Proyecto de Investigación en el que participa.

Nombre del Proyecto:

Grupo de Investigación:

Director:

Tipo de proyecto:	
Fecha de Inicio:	Fecha de Finalización:

13. Información Complementaria función Investigación y Extensión (si corresponde)
13.1. Lineamientos de Investigación de la cátedra
No aplica.

13.2. Lineamientos de Extensión de la cátedra
No aplica.

13.3. Actividades en las que pueden participar las/os estudiantes
Se incentiva a la participación en tareas de voluntariado e investigación a través de la difusión de actividades, becas a las que se puede acceder como estudiante, temas en desarrollo realizados por los docentes.

14. Contribución de la asignatura a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS - opcional)
No se contribuye.