



PROGRAMA ANALÍTICO

- UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
- FACULTAD DE INGENIERÍA
- DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES
- CARRERA: INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES
- PLAN DE ESTUDIOS: Año 2010 - Versión 1
- MODALIDAD DE CURSADO: Presencial
- ORIENTACIONES:
 - o Radio Comunicaciones y Telecomunicaciones
 - o Servicios de Datos y Sistemas Multimediales
 - o Microelectrónica para las Comunicaciones
- ASIGNATURA: CAMPOS Y ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS (CÓDIGO: 0063)
- DOCENTE A CARGO: Ing. Jorge O. Martínez – Profesor Adjunto – Semi Exclusivo
- EQUIPO DOCENTE: Ing. Jorge O. Martínez - Profesor Adjunto - Semi Exclusivo
Mg. Ezequiel A. Tardivo - Ayudante de Primera – Exclusivo
Ing. Mauricio V. Zaga - Ayudante de Primera - Semi Exclusivo
- AÑO ACADÉMICO: 2018
- RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA: Cuatrimestral
- UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 2do. cuatrimestre de 3er. año
- RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES:

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
Cálculo II (0402)	Electrotecnia Básica (0017)
Electromagnetismo (0412)	Cálculo III (0409)

- ASIGNACIÓN DE HORAS SEMANALES: 6 (Seis)
- DURACIÓN DEL DICTADO Y CARGA HORARIA TOTAL:

Totales: 90 hs.

Teóricas: 45 hs.

Prácticas:

Resolución de problemas: 30 hs.

Proyectos experimentales: 15 hs. (*)

Trabajo de campo:

(*) Proyectos experimentales grupales (máximo de 3 alumnos por grupo) a desarrollar durante el cursado de la materia para implementarlo en el ámbito del laboratorio.

- CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria

1. Fundamentación de los objetivos. Contenidos, propuesta metodológica y evaluación del programa.

Campos y Ondas Electromagnéticas es una asignatura del área Ciencias Básicas ubicada en el 2° cuatrimestre del 3° año. Es una materia relacionada, en el régimen de correlatividades, con Cálculo II, Cálculo III, Electrotecnia Básica y Electromagnetismo. Estos conocimientos previos permiten el desarrollo de modelos matemáticos asociados a campos electromagnéticos variables en el tiempo, cuyo análisis y estudio le aportan al estudiante la comprensión de los fenómenos físicos ligados a la propagación de ondas electromagnéticas en líneas de transmisión y en medios no acotados, como así también lo introducen en el conocimiento de las ondas guiadas, permitiendo además entender los principios de funcionamiento de algunas aplicaciones básicas relacionadas con dichas temáticas.

En relación al perfil profesional, la asignatura hace un aporte a la formación físico-matemática que le posibilitará al futuro egresado llevar a cabo las formulaciones analíticas necesarias a la hora de construir las soluciones que sus actividades profesionales le demanden, como así también colaborará en la comprensión de los principios de funcionamiento y fenómenos físicos que se presenten y se relacionen con aquellos conocimientos adquiridos en la materia.

Descripción general de la metodología de enseñanza y de evaluación:

Los conceptos teóricos se dictan en 45 hs. de clases teórico-prácticas de tipo expositivo-demostrativas (3 hs. semanales), se complementan con 30 hs. de resolución de problemas (2 hs. semanales) y 2 proyectos experimentales a desarrollar en grupos de 3 estudiantes, que deberá incluir el uso del laboratorio (15 hs. totales), donde se realizarán prácticas y simulaciones con equipos.

La teoría se evalúa mediante un examen final oral, al que se accederá luego de aprobadas, durante el año, la parte práctica de resolución de problemas y los proyectos experimentales. La parte práctica se evalúa mediante 2 exámenes parciales (y/o recuperatorios), mientras que los proyectos se evalúan mediante informes escritos. Existe la posibilidad de rendir libre en una sola instancia, en la cual se deberán aprobar un práctico de laboratorio, un examen escrito de resolución de problemas y el examen oral teórico.

2. Objetivos Propuestos

Proporcionar al estudiante conocimientos básicos sobre la propagación de ondas electromagnéticas en medios acotados y no acotados.

Introducir al estudiante en el conocimiento y aplicaciones de las ondas guiadas.

Generar escenarios de trabajo, a partir del diseño de nuestra práctica docente en el aula, de modo que incentivar y contribuir al desarrollo de competencias tales como: competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo. Competencia para aprender en forma continua y autónoma.

3. Competencias.

El diseño de las actividades áulicas y de evaluación de la asignatura propende a la creación de escenarios de trabajo con el objeto de contribuir en el desarrollo de las siguientes competencias:

- **Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.**

Capacidad para identificar y formular problemas (clases teóricas y de resolución de problemas)

Ser capaz de identificar y organizar los datos pertinentes al problema

Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa

Capacidad para realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada (clases de resolución de problemas y proyectos experimentales)

Ser capaz de generar diversas alternativas de solución a un problema ya formulado

Capacidad para controlar y evaluar los propios enfoques y estrategias para abordar eficazmente la resolución de los problemas (clases teóricas y proyectos experimentales)

Ser capaz de monitorear, evaluar y ajustar el proceso de resolución del problema.

Ser capaz de usar lo que ya se conoce; identificar lo que es relevante conocer, y disponer de estrategias para adquirir los conocimientos necesarios.

- **Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.**

Capacidad para identificar las metas y responsabilidades individuales y colectivas y actuar de acuerdo a ellas. (Proyectos experimentales)

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

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

- **Competencia para aprender en forma continua y autónoma.**

Capacidad para lograr autonomía en el aprendizaje. (clases teóricas)

Ser capaz de evaluar el propio aprendizaje y encontrar los recursos necesarios para mejorarlo.

Ser capaz de hacer una búsqueda bibliográfica por medios diversos (bibliotecas, librerías, Internet, centros de documentación, etc.), de seleccionar el material relevante (que sea a la vez válido y actualizado) y de hacer una lectura comprensiva y crítica del mismo.

4. Ejes temáticos estructurantes de la asignatura y especificación de contenidos.

EJE 1: LINEAS de TRANSMISION

El modelo de la línea de transmisión (LT) de dos conductores. Parámetros característicos. Distintos tipos de líneas. Ecuaciones generales de las LT. Impedancia característica y constante de propagación. Líneas infinitas sin pérdidas y sin distorsión. LT finitas. Impedancia de entrada. Reflexiones en LT: el coeficiente de reflexión. Relación de onda estacionaria. Estudio de distintos casos: línea con carga en cortocircuito, en circuito abierto y acoplada. Transmisión de potencia en LT. Pérdidas de retorno. Diagrama de Smith: interpretación y utilización. Adaptación de impedancias en LT. El transformador de cuarto de onda. Ancho de banda del adaptador de cuarto de onda. Equilibradores reactivos (stubs) de una y dos secciones en serie y paralelo. Adaptación con redes de constantes concentradas. Transitorios en LT. Problemas y ejercicios de aplicación.

EJE 2: PROPAGACION de ONDAS TEM en MEDIOS NO ACOTADOS

Ecuaciones generalizadas de Maxwell: formulación integro-diferencial. Condiciones en la frontera electromagnética. Descripción matemática de la propagación de una onda electromagnética. Vector de propagación. Ecuación de onda. Parámetros característicos. Ondas planas en dieléctricos sin pérdidas, en el vacío y en buenos conductores. Propagación de una onda TEM en dieléctricos disipativos. Constante de propagación. Impedancia intrínseca. Efecto pelicular. Resistencia superficial. Potencia y el vector de Poynting. Incidencia normal de una onda TEM en la interfase entre dos medios. Coeficiente de reflexión y transmisión. Relación de onda estacionaria. Incidencia oblicua de una onda TEM en la interfase entre dos medios. Polarización paralela y perpendicular. Ecuaciones de Fresnel. Angulo de Brewster. Ondas TEM con polarización circular. Problemas y ejercicios de aplicación.

EJE 3: GUIAS de ONDA y CAVIDADES RESONANTES

Ecuaciones generales de los modos transversal-eléctrico (TE) y transversal-magnético (TM). Guía de ondas de placas paralelas. Modos de propagación en guías de placas paralelas. Guías de onda rectangulares. Modos de propagación en guías rectangulares. Frecuencia de corte, longitud de onda en la guía, evanescencia. Impedancia de onda. Estándares de guías rectangulares. Excitación y extracción de modos TE y TM. Velocidad de fase y de grupo: diagrama de dispersión. Cavidades resonantes. Tipos de cavidades. Cavidades rectangulares. Respuesta de un resonador. Problemas y ejercicios de aplicación.

5. Formas metodológicas.

Para trabajar los contenidos teóricos-conceptuales se desarrollan clases teórico-prácticas de tipo expositivas-demostrativas conjuntamente con la utilización de ejemplos prácticos relacionados con las principales temáticas expuestas, utilizando como recursos didácticos tanto la pizarra convencional como el proyector de multimedia. Estas clases representan una carga semanal de 3 hs. para el estudiante y en ellas se desarrollan los contenidos temáticos específicos de la materia, puntualizando particularmente en ejemplos de aplicación tecnológica concretos relacionados con las temáticas expuestas.

Complementariamente se desarrollan, sobre la base de guías entregadas por el docente, clases de resolución de problemas de aplicación, con una carga horaria semanal de 2 hs. En estas clases se hace hincapié en el proceso de análisis y construcción de las distintas alternativas de solución, a través del trabajo grupal colaborativo, para lo cual se utilizan actividades y estrategias que promuevan el debate y la participación de los estudiantes.

Si bien nuestra asignatura pertenece al área ciencias básicas, entendemos importante acercar al estudiante al trabajo experimental y de laboratorio, por lo cual se desarrollan 2 proyectos experimentales en grupos de 3 integrantes, donde se busca que el grupo investigue distintas alternativas de solución a las consignas propuestas y las implemente en el ámbito del laboratorio, utilizando el equipamiento disponible, siempre con la supervisión de un docente de la cátedra.

6. Nómina de trabajos prácticos.

Guías de resolución de problemas

Eje 1 - Líneas de Transmisión de 2 conductores (LT):

- Guía N° 1: Parámetros distribuidos.
- Guía N° 2: Líneas finitas, impedancia de entrada.
- Guía N° 3: LT desacopladas, Coeficiente de reflexión, R.O.E.
- Guía N° 4: Carta de Smith, distintas aplicaciones
- Guía N° 5: Adaptación de impedancias, Stub serie y paralelo.

Eje 2 – Propagación de ondas TEM en medios no acotados:

- Guía N° 6: Medios sin pérdidas, constante de propagación, impedancia intrínseca.
- Guía N° 7: Propagación de ondas TEM en medios disipativos, permitividad compleja, efecto pelicular.
- Guía N° 8: Condiciones de frontera, incidencia normal, incidencia oblicua.

Eje 3 – Guías de onda (G.O.) y cavidades resonantes:

- Guía N° 9: G.O. de placas paralelas, modos TEM, TE y TM.
- Guía N° 10: G.O. rectangulares, modos dominantes, impedancia de onda.

Guías de los Proyectos experimentales

- Proyecto Experimental Nro 1:
Tema: Estudios transitorios en una línea de transmisión coaxial.
Consigna a): Determinación de Z_0 , α , v_p , mediante el estudio del comportamiento de una onda continua, armónica de amplitud y frecuencia conocidas.
Consigna b): Determinación de Z_0 , α , v_p , mediante el estudio de la propagación de un pulso de tensión.
- Proyecto Experimental Nro 2:
Tema: Reflexión de microondas.
Consigna a): Determinar la frecuencia de trabajo en una guía de ondas rectangular
Consigna b) Analizar las propiedades de la Ley de Snell de la reflexión en la incidencia oblicua de ondas electromagnéticas sobre un buen conductor

7. Características, modalidad y criterios de las instancias evaluativas, incluyendo el examen final, estableciendo los tiempos de corrección de las mismas y la devolución a los estudiantes.

Evaluación de los Proyectos experimentales en el laboratorio: Durante el cursado se realizarán 2 proyectos experimentales que tienen su implementación en el ámbito del laboratorio. Estos proyectos se llevarán a cabo bajo la supervisión y coordinación de uno de los miembros del cuerpo docente, quien hará un seguimiento desde su inicio hasta su implementación en el laboratorio. Estos proyectos no llevan nota y deben ser aprobados antes de concluir el curso. Para su aprobación, el estudiante deberá presentar antes de los 20 días de realizado, un informe escrito donde se expliciten los pasos realizados acompañados de los resultados y conclusiones obtenidos. Los resultados de la evaluación serán publicados en el aula virtual del SIAL en un plazo máximo de 10 días y las devoluciones se realizarán en clase de consulta.

Exámenes Parciales: Este tipo de examen se utilizará para evaluar, durante el cursado, la capacidad de *resolución de problemas* de los estudiantes. El mismo consistirá en entregar al estudiante una hoja con tres enunciados, en los cuales se describe el problema y se definen los datos correspondientes. El o los métodos a utilizar en la resolución de cada uno de los problemas se establecerá solo en 2 de los 3 propuestos (con un puntaje de hasta 3,5 pts. cada uno), el restante será de resolución libre a definir por el estudiante (con un puntaje de hasta 3,0 pts.) debiendo elegir, con la correspondiente justificación, el método de resolución que considere más adecuado. Las notas resultantes se publicarán en el aula virtual del SIAL antes de la siguiente clase, mientras que las devoluciones se darán durante clase de consulta.

Examen Final: Este examen podrá constar de las siguientes instancias:

- Evaluación de un *laboratorio experimental*: A partir de la definición del jurado, el estudiante deberá desarrollar uno de los prácticos de laboratorio dados durante el ciclo lectivo inmediatamente anterior al examen. El jurado pondrá a disposición, todos los equipos y elementos que el estudiante solicite, como así también del espacio físico (laboratorio) necesario para su desarrollo. El práctico de laboratorio se considerará aprobado cuando el estudiante muestre un conocimiento acabado de la metodología de resolución del mismo, un correcto manejo del equipamiento utilizado y haya podido implementar al menos los pasos más significativos del proceso de resolución.
- Evaluación de la capacidad de *resolución de problemas*: Este consistirá en entregar al estudiante una hoja con tres enunciados, uno por cada eje temático, en los cuales se describe el problema y se definen los datos correspondientes. El o los métodos a utilizar en la resolución de cada uno de los problemas se establecerá solo en 2 de los 3 propuestos (con un puntaje de hasta 3,5 pts. cada uno), el restante será de resolución libre (con un puntaje de hasta 3,0 pts.), a definir por el estudiante, debiendo elegir, con la correspondiente justificación, el método de resolución que considere más adecuado.
En el caso de que el examen contenga 5 problemas, cada uno valdrá como máximo 2 pts.
- Evaluación de la parte *teórica*: Este examen teórico consistirá en la selección por parte del tribunal examinador de 3 temas, uno por cada eje temático de la materia, los que deberán ser desarrollados por el estudiante de manera oral. Cada estudiante contará con 20 minutos previos a su presentación para prepararla, disponiendo a posteriori de al menos 30 minutos más (dependiendo del tema) para la presentación propiamente dicha.
El estudiante podrá definir el primer tema a presentar, mientras que el segundo será definido



por el jurado evaluador. El tema se considerará aprobado cuando la presentación muestre con claridad, un entendimiento global del tema y contenga al menos el 50 % de los contenidos teóricos-conceptuales y matemáticos que lo componen, la desaprobación de 2 de los 3 temas, produce la desaprobación de la evaluación teórica.

Las devoluciones correspondientes, se realizarán previo a la asignación de la nota.

8. Requisitos para obtener la regularidad y la promoción

Para establecer los siguientes requisitos, se tomó como referencia el “régimen de estudiantes y de enseñanza de pregrado y grado de la UNRC” – Res. C.S. N°: 120/17.

a) Requisitos para *regularizar* la asignatura:

- Asistencia del 80 % a las clases teórico-prácticas y a las clases de resolución de ejercicios.
- Aprobación de los 2 (dos) parciales y/o recuperatorios previstos. La aprobación de cada parcial significa la obtención de una calificación mínima de 5 puntos sobre un total de 10. El estudiante dispondrá de 1 (un) parcial recuperatorio por cada uno de los parciales previstos. Los estudiantes que aprueben ambos parciales (o sus recuperatorios) con notas iguales o superiores a 5 (cinco) y obtengan un promedio de 7 (siete) puntos ó superior, serán *eximidos del examen práctico final*.
- Aprobación de 2 (dos) laboratorios experimentales integrando un grupo de hasta 3 alumnos, según temas y pautas establecidas por el docente responsable de la asignatura.

b) Requisitos para aprobar la asignatura:

- Para el alumno eximido del examen práctico final:
 - a) aprobar un examen teórico oral sobre 3 temas del programa analítico cursado por el alumno.
- Para el alumno regular: a) aprobar un examen práctico escrito de resolución de 3 ejercicios relacionados con los contenidos desarrollados en el cursado de la materia; b) aprobar un examen teórico oral sobre 3 temas del programa analítico cursado por el alumno. El no aprobar cualquiera de las dos instancias implicará la desaprobación del examen total.
- Para el alumno libre: a) Aprobación de 1 laboratorio experimental b) aprobar un examen práctico escrito de resolución de 5 ejercicios relacionados con los contenidos del programa analítico vigente al momento del examen; c) aprobar un examen teórico oral sobre 3 temas del programa analítico vigente. El no aprobar cualquiera de las tres instancias implicará la desaprobación del examen total.

9. Cronograma tentativo de clases y parciales.

SEMANA	MIERCOLES	TEORICOS	PRACTICOS	OBSERV.
No. 1	15-ago	(1) Parámetros distribuidos. Ecuac. gales de LT. Imped. característica. Distintos tipos de líneas. Líneas infinitas s/pérdidas y s/distorsion.-	Guía de T.P Nº 1	*
No. 2	22-ago	(2) Líneas finitas. Impedancia de entrada. Impedancia de entrada con carga en circuito abierto, en corto-circuito y acoplada.-	Guía de T.P Nº 2	*
No. 3	29-ago	(3) LT desacopladas. Coeficiente de reflexión y ROE. Transmision de potencia en LT. Pérdidas de retorno.-	Guía de T.P Nº 3	*
No. 4	05-sep	(4) Carta de Smith. Distintas aplica-ciones. Adaptación de impedancias. Seccion de cuarto de onda. Ancho de banda del adaptador.-	Guía de T.P Nº 4	*
No. 5	12-sep	(5) Adaptación de impedancia con stubs serie y paralelo de 1 y 2 secciones.- Adaptación de impedancia con redes LC de constantes concentradas.- Transitorios en LT. Diagramas de reflexión. -	Guía de T.P Nº 5	LABORATORIO 1 (Jueves 13-sep)
No. 6	19-sep	1er.Parcial		*
No. 7	26-sep	(1) Ec. generalizadas de Maxwell. Prop. de ondas TEM en medios sin pérdidas. Constante de propagación. Impedancia intrínseca.-	*	*
No. 8	03-oct	(2) Propagacion de ondas TEM en medios disipativos. Permitividad compleja. Dielectricos y conductores. Efecto pelicular.-	Guía de T.P Nº 6	Rec. Parc.1 (Jueves 4-oct)
No. 9	10-oct	(3) Condiciones en la frontera EM. Incidencia normal de ondas TEM en la interfase de dos medios. Distintos casos.-	Guía de T.P Nº 7	*
No. 10	17-oct	(4) Incidencia oblicua. Polarizacion paralela y perpendicular. Angulo de Brewster. Polarización circular. Vector de Poynting.-	Guía de T.P Nº 8	*
No. 11	24-oct	(1) G. O de placas paralelas. Modos TEM, TE y TM. Frecuencias de corte. Vel. de fase y de grupo. Diagrama de dispersión.-	Completa Guía de T.P Nº 8	*
No. 12	31-oct	(2) G. O rectangulares. Modos dominantes. Impedancia de onda. Modos de excitación y extracción. Guías standard. Aplicaciones.-	Guía de T.P Nº 9	*
No. 13	07-nov	Clase de repaso	Clase de repaso	LABORATORIO 2 (Jueves 08-nov)
No. 14	14-nov	2do.Parcial		
No. 15	21-nov	Recuperatorio 2do.Parcial		Presentación de informes de LABORATORIO)
-	28-nov	Carga SIAL	*	*

10. Horarios y lugar de clases y de consultas.

Jorge Martínez: Lunes de 15:00 a 18:00 hs. en el cubículo c del pabellón I.

Ezequiel Tardivo: Miércoles de 9:00 a 12:00 hs. en el cubículo c del pabellón I.

Mauricio Zaga: Miércoles de 9:00 a 12:00 hs. en el cubículo b del pabellón I.

11. Bibliografía obligatoria y de consulta especificando el eje temático de la asignatura a la que pertenece cada una.

Título	Autor/s	Editorial	Año Edición	Ej. Disp.	EJE
Microwave Engineering (3 rd . Edition)	POZAR, David M.	John Wiley & Sons (WIE)	2007 (USA)	1	1-2
Lineas de Transmisión	NERI VELA, R.	McGraw Hill Int.	1999 (México)	2	1-2
Fundamentos de Electromagnetismo para Ing.	CHENG, David K.	Addison Wesley Longman	1998 (México)	2	2-3
Electromagnetic Waves and Antennas	ORFANIDIS, Sophocles	Rutgers University (versión pdf)	2016 (USA)	1 (*)	1-2-3
Fields and Waves Electromagnetics (2 nd .Ed.)	CHENG, David K.	Addison Wesley	2014 (USA)	1	1-2
A student's guide to Maxwell equations	FLEISCH, Daniel A.	Cambrige University Press	2008 (USA)	1	2-3
Electromagnetismo con Aplicacion es (5 ^{ta} Ed.)	KRAUS, John D. y FLEISCH, D.	McGraw Hill Int.	2000 (México)	2	2
Foundations for Microwave Eng. (2 nd Ed.)	COLLIN, Robert	Wiley-IEEE Press	2000 (USA)	1	1

(*) Disponible para descarga gratuita desde www.ece.rutgers.edu/~orfanidi/ewa .-

Obs: adicionalmente, los alumnos disponen de material complementario de apoyo en la página de la materia del Sistema de Alumnos (SIAL) de la universidad.

Firma Docente Responsable

Firma Secretario Académico