



24

Universidad Nacional de Moreno
Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología

MORENO, 12 SEP 2017

VISTO el Expediente N° UNM:0000128/2014 del Registro de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MORENO; y

CONSIDERANDO:

Que el REGLAMENTO GENERAL ACADÉMICO, aprobado por Resolución UNM-R N° 37/10 y sus modificatorias, el que fuera ratificado por el Acta de la Sesión Ordinaria N° 01/13 del CONSEJO SUPERIOR de fecha 25 de junio de 2013, establece el procedimiento para la aprobación de las obligaciones curriculares que integran los Planes de Estudios de las carreras que dicta esta UNIVERSIDAD NACIONAL.

Que por Disposición UNM-DCAyT N° 05/14, se aprobó el Programa de la asignatura: MEDIOS DE ENLACE (2044), del ÁREA: ELECTRÓNICA, correspondiente al CICLO DE FORMACIÓN SUPERIOR de la Carrera INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, del DEPARTAMENTO DE CIENCIAS APLICADAS Y TECNOLOGÍA de esta UNIVERSIDAD, con vigencia a partir del 1° Cuatrimestre del Ciclo Lectivo 2014.

Que conforme lo dispuesto en el citado REGLAMENTO GENERAL, se ha evaluado una nueva propuesta de Programa de la asignatura antes referida y en sustitución del vigente, aconsejando su aprobación con vigencia a partir del 1er

6

cuatrimestre del ciclo lectivo 2018, a tenor de la necesidad de introducir cambios de interés académico y en armonía con el resto de las obligaciones curriculares.

Que la SECRETARÍA ACADÉMICA de la UNIVERSIDAD ha emitido opinión favorable, de conformidad con lo previsto en el artículo 3º de la Parte I del citado REGLAMENTO GENERAL, por cuanto dicho programa se ajusta a las definiciones enunciadas en el artículo 4º de la Parte I del REGLAMENTO en cuestión, así como también, respecto de las demás disposiciones reglamentarias previstas en el mismo.

Que la SECRETARÍA LEGAL Y TÉCNICA ha tomado la intervención de su competencia.

Que el CONSEJO del DEPARTAMENTO DE CIENCIAS APLICADAS Y TECNOLOGÍA, en sesión de fecha 02 de agosto de 2017, trató y aprobó la modificación del programa propuesto, conforme lo establecido en el artículo 2º de la Parte I del REGLAMENTO GENERAL ACADÉMICO.

Por ello,

El CONSEJO del DEPARTAMENTO DE CIENCIAS APLICADAS Y TECNOLOGÍA

DISPONE:

ARTÍCULO 1º.- Dejar sin efecto, a partir del 1er Cuatrimestre de Ciclo Lectivo 2018, la Disposición UNM-DCAyT Nº 05/14.






Universidad Nacional de Moreno
Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología

ARTÍCULO 2º.- Aprobar el Programa de la asignatura: MEDIOS DE ENLACE (2044), del ÁREA: ELECTRÓNICA, correspondiente al CICLO DE FORMACIÓN SUPERIOR de la Carrera INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, del DEPARTAMENTO DE CIENCIAS APLICADAS Y TECNOLOGÍA de esta UNIVERSIDAD, con vigencia a partir del 1er Cuatrimestre del Ciclo Lectivo 2018, el que como Anexo I forma parte integrante de la presente Disposición.

ARTÍCULO 3º.- Regístrese, comuníquese, dese a la SECRETARÍA ACADÉMICA a sus efectos y archívese.-

DISPOSICIÓN UNM-DCAyT N° **24-17**

9


MG. JORGE L. ETCARRÁN
Director - Decano
Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MORENO



24

Universidad Nacional de Moreno
Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología

ANEXO I

Universidad Nacional de Moreno
Asignatura: MEDIOS DE ENLACE (2044)

Carrera: Ingeniería en electrónica (Plan de estudios aprobado por Resolución UNM-R N° 21/10 y sus modificatorias UNM-R N° 407/11 y UNM-R N°39/16)¹

Área: Electrónica

Trayecto curricular: Ciclo Superior

Periodo: 7° y 8° Cuatrimestre - Año 4

Carga horaria: 96 horas

Vigencia: A partir del 1° Cuatrimestre 2018

Clases: 32 clases (treinta y dos)

Régimen: Regularidad o libre

Responsable de la asignatura: Romero José
Programa elaborado por: José Romero, Daniel Acerbi

Fundamentación:

La asignatura Medios de Enlace parte de una síntesis de los conocimientos que el alumno trae de Electricidad, Magnetismo, Física I, Física II, afianzando, profundizando, ampliando y aplicándolos, concretamente a la transmisión de la energía electromagnética a través de diferentes medios.

Esta materia constituye la introducción a las Comunicaciones y es correlativa y fundamental para el cursado posterior de la Asignatura El conocimiento de las leyes que rigen los campos eléctricos y magnéticos es indispensable para comprender los principios de funcionamiento de las máquinas, los instrumentos eléctricos y magnéticos y medios de enlaces; Para explicar los fenómenos de acción a distancia y los sistemas electromagnéticos es indispensable dominar la teoría básica de las ondas electromagnéticas. Los contenidos se desarrollan desde un enfoque inductivo tradicional comenzando con leyes experimentales y luego sintetizadas gradualmente en las ecuaciones de Maxwell y su aplicación inmediata a los medios de enlace de la energía electromagnética entre transmisor y receptor.

¹ Se encuentra autorizado por Resol. 2287/13 y 2288/13 del MINISTERIO DE EDUCACION

Objetivos Generales:

- Introducir al alumno en los conceptos básicos de la asignatura.
- Comprender la propagación libre y guiada de las ondas electromagnéticas a cualquier frecuencia, a partir de las ecuaciones de Maxwell.
- Saber utilizar la metodología general y las herramientas para trabajar en el electromagnetismo aplicado.

Contenidos Mínimos:

Propagación Guiada. Introducción a las Comunicaciones. Teoría electromagnética en un medio de enlace físico. Fenómenos ponderomotrices de la variación temporal de los campos electromagnéticos en un medio de enlace físico. Teoría de la Transmisión de una Señal por a través de un medio de enlace físico. Análisis circuital cualitativo y cuantitativo de una línea de transmisión. Régimen de Ondas Estacionarias. Relación de ondas estacionarias, ROE, ROE en función del coeficiente de reflexión. Transformación conforme de la función compleja del plano \bar{z} . coeficiente de reflexión, en función del plano z , impedancia normalizada.

Guías de Onda en Microondas (UHF), Guías de Onda dieléctricas de fibra óptica y Propagación Libre.

Relatividad Especial.

Transformación de Galileo-Experiencia de Michelson/Morley-Principios de la Relatividad especial-Transformaciones de Lorentz-Simultaneidad-Dilatación del tiempo-Contracción de longitudes-Transformaciones de velocidades-Masa relativista-Energía relativista- Transformaciones del impulso y de la energía-Transformaciones de fuerzas-Aplicación a los campos Electromagnéticos.

Hipótesis de Broglie-Experiencia de Davisson y Germer-Velocidad de fase y de grupo-Principio de Incertidumbre de Heisenberg-Ecuación de Schrödinger dependiente e independiente del tiempo-Solución para un pozo de potencial cuadrado infinito y finito-Efecto túnel-Aplicaciones tecnológicas. Estadística clásica de Maxwell/Boltzmann-Aplicación al gas ideal-Estadísticas cuánticas de Bose/Einstein y Fermi/Dirac-Aplicaciones de las estadística cuánticas.

19



Universidad Nacional de Moreno
Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología

Programa :

UNIDAD 1: PROPAGACIÓN GUIADA. INTRODUCCIÓN A LAS COMUNICACIONES. TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA EN UN MEDIO DE ENLACE FÍSICO. a). Análisis cualitativo y cuantitativo de una línea de transmisión a circuito abierto. Fenómenos ponderomotrices y parámetros intervinientes alrededor de una línea de transmisión a circuito abierto. Polarización de los conductores. Partículas eléctricas estáticas. Desarrollo de la ley de Coulomb. Generalización de los datos experimentales de la ley de Coulomb a través del Teorema de Gauss. Ecuación de Maxwell-Gauss. Teoría del Campo Eléctrico. Líneas de fuerza eléctricas. Condiciones de contorno del Campo Eléctrico. Propiedades del Campo Eléctrico. Características de un Campo Conservativo. Líneas equipotenciales. Características de un Campo Irrotacional. Características de un Campo Radial. Características de un Campo Potencial. Ecuaciones de Poisson y Laplace. Campo Eléctrico, Potencial y Capacidad electrostática de una línea bifilar abierta. Campo Eléctrico, Potencial y Capacidad electrostática de un cable coaxial.

b). Análisis cualitativo y cuantitativo de una línea de transmisión a circuito cerrado. Fenómenos ponderomotrices y parámetros intervinientes alrededor de una línea de transmisión a circuito cerrado. Partículas eléctricas en movimiento dentro de los conductores. Intensidad de la Corriente Eléctrica. Densidad superficial de la corriente eléctrica. Conductividad eléctrica. Ley de Ohm. Principio de Conservación de la Carga. Ecuación de Continuidad. Desarrollo de la Ley de Ampere. Generalización de los datos experimentales de la Ley de Ampere. Ecuación de Maxwell-Ampere. Teoría del campo Magnético. Líneas de fuerza magnéticas. Condiciones de contorno del campo magnético. Propiedades del campo magnético. Ecuación de Biot. Potencial Vectorial. Potencial Escalar en un punto exterior a una corriente eléctrica. Campo Magnético, Flujo Magnético e Inductancia de una línea bifilar abierta. Campo Magnético, Flujo Magnético e Inductancia de un cable coaxial.

c). Análisis cualitativo y cuantitativo de la propagación de una onda electromagnética en el dieléctrico, entre los dos conductores de una línea de transmisión a circuito cerrado. Principio de Conservación de la energía propagada. Velocidad de la propagación. Impedancia Intrínseca que presenta el medio dieléctrico a la onda propagada. Constante de propagación. Constante de atenuación. Constante de fase.

d). Análisis cualitativo y cuantitativo de la propagación de una onda electromagnética en los conductores de una línea de transmisión. Penetración del Campo en los conductores. Efecto skin. Resistencia eléctrica de los conductores en alta frecuencia. Relación alineal entre la frecuencia de la señal transmitida y la velocidad de la propagación. Distorsión de fase, impedancia intrínseca de los conductores. Equidad de la constante de fase con la constante de atenuación.

e). Fenómenos ponderomotrices de la variación temporal de los campos electromagnéticos en un medio de enlace físico. Ley de Faraday de la inducción electromagnética. Generalización de los datos experimentales de la ley de Faraday por a través de la ecuación de Maxwell-Faraday. Densidad superficial de Corriente de Desplazamiento. Condición de H.A. Lorentz. Teoría de los potenciales retardados de L.V.Lorenz. Expresión generalizada del campo Eléctrico. Ecuaciones diferenciales de Kirchhoff, de la propagación. Teorema de Thevenin, aplicado al pasaje de una onda electromagnética, de un medio dieléctrico a otro. Exposición de las cuatro ecuaciones de Maxwell, en forma diferencial e integral.

UNIDAD 2: TEORÍA DE LA TRANSMISIÓN DE UNA SEÑAL POR Y A TRAVÉS DE UN MEDIO DE ENLACE FÍSICO.

a). Análisis circuital cualitativo y cuantitativo de una línea de transmisión. Analogía circuital con las ecuaciones diferenciales de Kirchhoff. Principio de Conservación de la energía. Circuito diferencial equivalente de una línea de transmisión. Resolución de las ecuaciones diferenciales para el potencial y la intensidad de la corriente eléctrica en función del tiempo y el espacio a lo largo de una línea de transmisión. Distribución fasorial del potencial y de la intensidad de la corriente a lo largo de una línea de transmisión y en función de ello, el circuito resonante RLC, equivalente en cada punto del recorrido. Estudio de la función compleja, G . Coeficiente de Reflexión, en función de la impedancia, para cualquier punto del recorrido. Impedancia de entrada de una línea de transmisión. En virtud de la correspondiente expresión de la impedancia de entrada, definición de la impedancia característica de acuerdo a una línea de longitud infinita. En virtud de la correspondiente expresión de la impedancia de entrada, definición del comportamiento cual una línea infinita, de un cuadripolo circuital adaptado.

b). Régimen de Ondas Estacionarias. Relación de ondas estacionarias, ROE, ROE en función del coeficiente de



Universidad Nacional de Moreno
Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología

reflexión. Margen de variación y dominio de los parámetros ROE y Máximos y mínimos del potencial e intensidad de la corriente a lo largo de una línea de transmisión. Máximos y mínimos de la impedancia a lo largo de una línea de transmisión. Potencia incidente, potencia reflejada y potencia transmitida a la carga de la línea de transmisión. Elementos disipativos que producen atenuación de la señal en una línea de transmisión. Dedución de la fórmula de la atenuación provocada por la pérdida de señal en los conductores. Dedución de la fórmula de la atenuación provocada por la pérdida de señal en los aislantes de los cables de transmisión. Pérdida de la potencia de transmisión provocada por la desadaptación de impedancias. Conectores coaxiales atenuadores de microondas de $\Gamma/4$. Impedancia normalizada.

c) Sistemas de adaptación. Métodos de eliminación del ROE. Utilización del transformador de cuarto de onda. Ancho de banda del transformador de cuarto de onda. Conexión en cascada de varios transformadores de cuarto de onda. Línea de transmisión como elemento de adaptación de impedancias. Adaptación mediante una línea en cortocircuito, dispuesta en paralelo. Adaptación mediante una línea en cortocircuito, dispuesta en serie. Adaptación con dos líneas en cortocircuito, conectadas en paralelo.

d). Transformación conforme de la función compleja del plano T , coeficiente de reflexión, en función del plano Z , impedancia normalizada. Construcción del gráfico de Smith. Utilización del gráfico de Smith en la lectura directa de los valores de impedancia en cualquier punto de la línea. Medición por lectura directa en el gráfico de Smith, de los parámetros Γ y ROE. Determinación mediante el gráfico de Smith, de las longitudes de las líneas de cortocircuito de adaptación y de las distancias comprendidas entre la carga y el punto de conexión. Mediante la utilización de la línea de transmisión de prueba disponible en el aula, determinación de la impedancia de carga en función, de la medición previa del ROE

UNIDAD 3: GUIAS DE ONDA EN MICROONDAS (UHF), GUIAS DE ONDA DIELECTRICAS DE FIBRA ÓPTICA Y PROPAGACIÓN LIBRE.

a). Análisis cualitativo y cuantitativo de la necesidad de eliminar el nervio central de un cable coaxial, para convertirlo en un conducto hueco metálico. Análisis cualitativo y cuantitativo de una guía hueca metálica rectangular, sometida a la inyección de una señal de microondas. UHF. Aplicación de las condiciones de contorno dadas por las leyes de Ampere y Faraday y el teorema de Gauss,

19

al manantial electromagnético de microondas, inyectado en la ventana del conducto hueco. Modo de transmisión transversal eléctrico, TE. Modo de transmisión transversal magnético, TM. Componentes del campo propagado. Constantes de fase. Relación entre las constantes de fase, del espacio libre, de la guía y de corte. Velocidad de la propagación. Relación entre las velocidades, de la luz, de grupo y de fase. Impedancia de línea, ZTE y ZTM Circuito eléctrico resonante equivalente en la ventana de la guía. Relaciones entre velocidad e impedancia en función de las longitudes de onda, de la guía y del espacio libre. Determinación de la frecuencia de corte de una guía de onda rectangular. Modo dominante y modos de orden superior. Distribución del campo según el modo de transmisión. Potencia transportada por la guía de onda rectangular. Determinación del campo magnético en la ventana de la guía rectangular.

b) Análisis cualitativo y cuantitativo de una guía hueca metálica cilíndrica, sometida a la inyección de una señal de microondas. UHF. Ecuación diferencial de la onda en coordenadas cilíndricas. Resolución de la ecuación diferencial. Expresiones matemáticas de las componentes del campo. Ceros de las funciones de Bessel. Determinación de las frecuencias de corte aplicando las condiciones de contorno del campo. Relación entre las constantes de fase, del espacio libre, de la guía y de corte. Velocidad de la propagación. Relación entre las velocidades, de la luz, de grupo y de fase. Impedancia de línea, ZTE y ZTM Circuito eléctrico resonante equivalente en la ventana de la guía. Relaciones entre velocidad e impedancia en función de las longitudes de onda, de la guía y del espacio libre.

c) Análisis cualitativo y cuantitativo de una cavidad resonante de microondas. Interpretación física de la cavidad resonante. Amplitudes de las distintas componentes. Su comportamiento cual un circuito resonante. Impedancia de entrada. Cálculo del factor de calidad Q ó de sobretensión. Potencia disipada en una cavidad resonante. Potencia almacenada en una cavidad resonante. Banda pasante de una cavidad resonante.

d) Análisis cualitativo y cuantitativo de una guía de onda dieléctrica a base de fibra óptica. Características fundamentales de la transmisión de señales en cables de fibra óptica. Fuente óptica de inyección. Utilización del rayo láser. Pérdida de acoplamiento emisor-fibra. Ángulo óptimo de inyección del haz de luz. Condición de máxima reflexión. Apertura numérica. Materiales de fibra con índice gradual. Materiales de fibra con índice escalón. Cables de fibra óptica



Universidad Nacional de Moreno
Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología

Monomodo y Multimodo. Su influencia actual en el cambio innovador tecnológico de las Comunicaciones. Ventanas de mínima atenuación. Pérdida de empalme. Frecuencia normalizada y cantidad de modos posibles de transmisión simultánea,
e) Propagación Libre. Fuente de perturbación irradiante. Circuito oscilante abierto. Onda electromagnética propagada en el espacio libre. Principio de conservación de la energía electromagnética en el espacio libre. Campo Eléctrico y Campo Magnético propagado en el espacio libre. Velocidad de la propagación en el espacio libre. Impedancia intrínseca que presenta el medio a la onda electromagnética.

UNIDAD 4: RELATIVIDAD ESPECIAL

Transformación de Galileo - Experiencia de Michelson/Morley - Principios de la Relatividad especial - Transformaciones de Lorentz - Simultaneidad - Dilatación del tiempo - Contracción de longitudes - Transformaciones de velocidades - Masa relativista - Energía relativista - Transformaciones del impulso y de la energía - Transformaciones de fuerzas - Aplicación a los campos Electromagnéticos.

UNIDAD 5: MECÁNICA CUÁNTICA Y ESTADÍSTICA.

Hipótesis de de Broglie-Experiencia de Davisson y Germer - Velocidad de fase y de grupo- Principio de Incertidumbre de Heisenberg - Ecuación de Schrödinger dependiente e independiente del tiempo - Solución para un pozo de potencial cuadrado infinito y finito - Efecto túnel - Aplicaciones tecnológicas. Estadística clásica de Maxwell/Boltzmann Aplicación al gas ideal - Estadísticas cuánticas de Bose/Einstein y Fermi/Dirac - Aplicaciones de las estadística cuánticas.

BIBLIOGRAFÍA:

Básica:

- Fundamentos de electromagnetismo para Ingenieros. David K. Cheng. Addison Wesley Longman (Mexico) 2da ed. 1998
- Elementos de Electromagnetismo. Matthew Sadiku. 3ra ed Oxford University Press (Mexico) 2003
- El espacio - tiempo de Einstein. Rafael Ferraro. Ediciones cooperativas. 2da ed. 2008.
- Física Cuántica. Eisberg - Resnick. Limusa Wiley 1ra ed. 2002

Complementaria:

1
9

▪ Ingeniería Electromagnética. Juan Carlos Fernández. EUDEBA
1ra ed. 2015

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE:

Que los alumnos:

1. Se familiaricen con la problemática de los medios de enlaces.
2. Aborden los problemas de ingeniería con la metodología del trabajo profesional.
3. Conozcan las leyes del electromagnetismo y sus aplicaciones inmediatas.
4. Identifiquen los problemas relacionados con los medios de enlace y apliquen las soluciones adecuadas a fin de lograr la transmisión de información.
5. Comprendan la importancia integradora de la materia respecto de las materias básicas y sus aplicaciones prácticas en las materias específicas de la carrera.
6. Reafirmen el aprendizaje de las ciencias básicas, utilizando esos conocimientos para la resolución de problemas reales de ingeniería en forma sencilla.
7. Logren la solución de los problemas a partir del intercambio de ideas y del trabajo grupal aplicando las leyes y métodos aprendidos (Abaco de Smith, cálculos analíticos,) durante la cursada.

OBJETIVOS PEDAGÓGICOS:

Tomar conciencia de la importancia que posee el estudio de los campos electromagnéticos dentro de los medios de enlace entre un transmisor y un receptor, para el mejor aprovechamiento de la energía radiada

METODOLOGÍA DE TRABAJO:

La modalidad de enseñanza se da a través de exposiciones teóricas por parte del docente, apoyado por la proyección de presentaciones en Power Point y videos de profesores de otras Universidades. Las actividades prácticas desarrolladas en la actividad curricular constan de 8 (ocho) trabajos prácticos de resolución de problemas y ejercicios en el aula, basados en una guía que contiene aproximadamente 60 (sesenta) problemas. Se sugiere y estimula la preparación de los mismos por parte de los alumnos, en forma previa al día del TP, de manera de poder abarcar la mayor cantidad de ejercicios en el aula.. Se realizan 2 (dos) trabajos prácticos de adaptación de un transmisor de radiofrecuencia con una línea de transmisión, utilizando un Handy como transmisor, un medidor de ROE y



Universidad Nacional de Moreno
Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología

distintas cargas para verificar ondas estacionarias y efectuar una adaptación de un medio de enlace real. La práctica se realiza en el Laboratorio de Electrónica.

Evaluación y Aprobación:

La evaluación consta de dos exámenes parciales y un examen final de carácter obligatorio. Los exámenes parciales se aprobarán con una nota mínima de cuatro (4) puntos, y una vez aprobada la entrega de los trabajos prácticos, el alumno tendrá derecho a rendir el examen final que se aprobará con un mínimo de cuatro (4) puntos.

El alumno podrá "recuperar" sus exámenes parciales en 3 (tres) fechas destinadas a tal efecto. Cada parcial podrá ser recuperado un máximo de 2 (dos) veces. Asimismo el alumno podrá rendir el examen final en 3 (tres) fechas, no consecutivas, destinadas a tal efecto.

Régimen de Aprobación:

Para la aprobación del cursado de la materia se requiere:

- El 80% (ochenta por ciento), de asistencia a las clases y actividades presenciales de la cursada.
- El alumno deberá aprobar los trabajos prácticos de la cátedra.
- Regularización y examen final: Aprobación de las dos instancias de evaluación con mínimo de 4 (cuatro) puntos.
- En el caso que la asistencia fuera menor al 80% (ochenta por ciento), el alumno deberá recuperar la totalidad de sus exámenes parciales.
- La asignatura se podrá rendir en carácter de libre.

19