

Plan 95 Adecuado

MEDIOS DE ENLACE

Área Sistemas de Comunicaciones -Bloque Tecnologías Básicas

Nivel: 3º **Tipo** Obligatoria

Modalidad anual-

Carga Horaria total. Hs Reloj-96--Hs. Cátedra----128-

FUNDAMENTACIÓN

La extraordinaria síntesis que se lograra con la asociación del enigmático misterio en torno de la naturaleza de la luz, con el fundamento puramente teórico del concepto de Onda Electromagnética, dio origen mediante las herramientas del pensamiento abstracto y de un desarrollo incesante de la tecnología, a una de las manifestación mas clara del genio humano, en pos del descubrimiento y su utilización práctica, en la propia satisfacción de su ansia de “comunicación”.

El impacto de este argumento en las costumbres de la vida cotidiana, esta reflejado en la historia posterior de poco mas de un siglo de duración, que permitió llegar a la posibilidad de disponer, hoy en día, de un “canal propio” en escala individual de las personas, en posiciones geográficas cualesquiera y sin mayores obstáculos en cuanto a la separación que media entre destinatarios.

Las comunicaciones, por lo tanto como una de las especializaciones de la Ingeniería Electrónica, deberían contar como “materia troncal” al estudio de los conceptos que se imparten en la asignatura Medios de Enlace. Sin duda resulta también como una suerte de materia básica de especialidad, pues a partir de la justificación del concepto de energía de campo electromagnético, llevado a “ultranza” de sobrevivir aun en ausencia de medio soporte material, resulta una idea fundamental para cualquiera de las otras especializaciones de la Ingeniería Electrónica.

OBJETIVOS

Conocer la fundamentación de la Teoría Electromagnética de Maxwell, a partir de las leyes básicas de la Física, siguiendo un tratamiento clásico.

Conocer la propagación de las Ondas Electromagnéticas en diferentes medios ilimitados.

Analizar las características generales de la propagación en forma guiada, con el detalle de los dispositivos con los que se realiza la misma.

Conocer y caracterizar los elementos macroscópicos de generación y detección de Campos de Radiación Electromagnética.

Comprender la propagación libre y guiada de las ondas electromagnéticas a cualquier frecuencia, a partir de las ecuaciones de Maxwell y saber utilizar la metodología general y las herramientas para trabajar en el electromagnetismo aplicado.

CONTENIDOS

Contenidos mínimos

Campo Eléctrico (aplicación de la teoría de campos)Campo Magnético (aplicación de la teoría de campos)

Inducción Electromagnética y Ecuaciones de Maxwell Ecuación de Onda. Ondas planas
Guía de Ondas. Modos Líneas de Transmisión El ábaco de Smith y su uso. Potencia en Líneas de
Transmisión. Fibras Ópticas. Transmisión por fibra óptica. Radiación electromagnética. Antena

Contenidos analíticos

Unidad Temática 1: Campo Eléctrico

Ley de Coulomb. Campo electrostático, intensidad de campo. Inducción electrostática. Flujo de campo eléctrico, densidad de flujo. Ley de Gauss. Campo eléctrico de varias cargas. El Principio de superposición. Campo eléctrico conservativo. Potencial electrostático. Dipolo. electrostático Distribuciones continuas de carga eléctrica. Campo eléctrico de cargas superficiales. Superficies equipotenciales. Gradiente de potencial. El teorema de la divergencia. Ley de Gauss en forma diferencial. Ecuaciones de Poisson y de Laplace. Condiciones de continuidad entre dieléctricos. El Problema Electrostático.

Unidad Temática 2: Campo Magnético

Campo magnetostático. Campo magnético de corrientes estacionarias. Ley de Ampere. 2) Fuerza magnetomotriz. 3) Aplicación de la ley de Ampere para determinar campos magnéticos. 4) Ley de Biot-Savart. Aplicaciones. 5) Ley de fuerza de Ampere sobre un conductor con corriente en un campo magnético. 6) Ley de fuerza de Lorentz.

Unidad Temática 3: Inducción Electromagnética y Ecuaciones de Maxwell

Inducción electromagnética, ley de Faraday-Lenz. 2) Fuerza electromotriz inducida y el campo electromotor inducido magnéticamente. 3) Las Ecuaciones de Maxwell como generalizaciones de las leyes empíricas de la electricidad y el magnetismo. 4) Modificación de la ley de Ampere para casos dinámicos. La corriente de desplazamiento. 5) Ecuación de continuidad de cargas y corrientes. 6) Teoremas de Gauss y de Stokes. 7) Ecuaciones de Maxwell en expresión diferencial. 8) Teorema de Poynting. El vector de Poynting. 9) Ecuación de ondas electromagnéticas. 10) Solución temporalmente armónica. 11) Ecuación de Helmholtz.

Unidad Temática 4: Ecuaciones de Ondas. Ondas Planas

1) Ecuación de ondas en medios de conductores reales. 2) Solución temporalmente armónica, rectilíneamente polarizada, plana y homogénea. 3) Constante de atenuación y de fase, velocidad de propagación, impedancia intrínseca. 4) Aproximaciones según los valores relativos de los parámetros y de la frecuencia. 5) Efecto pelicular, impedancia de superficie, pérdidas en un conductor. 6) Condiciones de continuidad de campos electromagnéticos. 7) Interfase dieléctrica. Casos TE y TM. Ecuaciones de Fresnel. 8) Polarización lineal, elíptica y circular. 9) Plasmas. Oscilaciones libres y forzadas en un plasma.

Unidad Temática 5: Guía de Ondas. Modos

1) Reflexión de una onda electromagnética en una interfase dieléctrico-conductora ideal, caso TE. Onda estacionaria. 2) Onda guiada entre planos conductores paralelos. Microcintas. 3) Guía de onda rectangular. 4) Análisis de las soluciones TE y TM. Modos de propagación. 5) Frecuencia de corte, velocidad de fase y velocidad de grupo. Modo dominante. 6) Potencia transmitida por cada modo. 7) Atenuación en una guía de onda rectangular. 8) Guía de onda de sección circular.

Unidad Temática 6: Líneas de Transmisión

- 1) Teoría de Lord Kelvin de las líneas de transmisión. 2) Representación de una línea uniforme mediante parámetros distribuidos. 3) Ecuación diferencial de la línea. Ecuaciones del Telegrafista. 4) Solución temporalmente armónica, interpretación; ondas progresivas incidente y reflejada. 5)

Constante de propagación, atenuación y fase; velocidad de propagación. Impedancia característica. 6) Parámetros de una línea de bajas pérdidas en radiofrecuencia. 7) Línea ideal sin pérdidas. 8) Expresión de la tensión, corriente e impedancia a lo largo de la línea en función de los parámetros de fuente y los de carga. 9) Líneas cortas como elementos de circuitos. Diagrama de onda estacionaria y Relación de Onda Estacionaria (ROE=VSWR). 10) Parámetros característicos de una línea coaxial y de una bifilar.

Unidad Temática 7: El ábaco de Smith y su uso

1) Coeficiente de reflexión de tensión en una línea (CRT=VRC). 2) Expresiones de la tensión, corriente e impedancia a lo largo de una línea en función del CRT. 3) Representación compleja binomial del CRT y la impedancia. Interpretación gráfica: ábaco de Smith. 4) Aplicaciones del ábaco al cálculo del CRT y de la impedancia de entrada. 5) Identificación gráfica de las condiciones de máximo y mínimo de la tensión, corriente e impedancia. ROE. 6) Línea cuarto de onda; transformador de impedancia. 7) Adaptación de impedancias; adaptación en serie, solución gráfica. 8) El ábaco de Smith como diagrama de admitancias. 9) Adaptación en paralelo mediante un "stub" y dos "stub". 10) Empleo del ábaco de Smith en el caso de líneas con pérdidas.

Unidad Temática 8: Potencia en Líneas de Transmisión

1) Potencia transmitida en una línea de transmisión. 2) Potencia máxima a ser transmitida en una línea sin pérdidas. 3) Pérdidas por desadaptación. 4) Rendimiento de una línea. 5) Pérdidas de potencia y atenuación en líneas reales

Unidad Temática 9: Fibras Ópticas y Transmisión por Fibras Ópticas

1) Ley de reflexión y de refracción en interfase dieléctrica. Angulo límite y reflexión total interna. 2) Fibras ópticas, características. Fibra de índice escalón. 3) Apertura numérica, modos de propagación. 4) Velocidad de propagación y dispersión modal. 5) Fibra de índice gradual. 6) Guía de onda cilíndrica dieléctrica. Modos de propagación. Fibra monomodo. 7) Dispersión cromática. 8) Atenuación en fibras ópticas, factores intrínsecos y extrínsecos. 9) La atenuación en función de la longitud de onda, ventanas de transmisión. 10) La velocidad de señalización, limitaciones prácticas. 11) Emisores y detectores en la transmisión por fibras ópticas. 12) Fibras con corrimiento de la curva de dispersión. 13) Regeneración de la señal, distancia entre regeneradores. 14) Fibras dopadas con erbio. Regeneración totalmente óptica. 15) Evolución de la velocidad de transmisión de señales.

Unidad Temática 10: Radiación Electromagnética

1) Potenciales electromagnéticos. 2) Calibrados de Coulomb y de Lorentz. 3) Potenciales retardados. 4) Cálculo del campo de radiación de un elemento de corriente. 5) Dipolo de Hertz.

Unidad Temática 11: Antenas

1) Diagramas de radiación. 2) Resistencia de radiación. Rendimiento. 3) Directividad y Ganancia. 4) Reciprocidad. Apertura efectiva. 5) Fórmula de Friis. 6) Cálculo de un enlace. 7) Diferentes tipos de antenas.

Distribución de carga horaria entre actividades teóricas y prácticas

Utilizar como guía de actividades prácticas el instructivo que se copia al pie del cuadro.

Tipo de actividad	Carga horaria total en hs. reloj	Carga horaria total en hs. cátedra
-------------------	----------------------------------	------------------------------------

Teórica	60	80
Formación Práctica	36	48
Formación experimental	3	4
Resolución de problemas	33	44
Proyectos y diseño		
Práctica supervisada		

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

· Modalidades de enseñanza empleadas según tipo de actividad (teórica-práctica)
 El profesor a cargo del curso toma la iniciativa de la presentación conceptual del contenido de las diferentes unidades. Ajustando tanto la extensión y el grado de detalle en el desarrollo deductivo, cuanto la justificación de las expresiones relevantes de cada capítulo, según las características particulares y las motivaciones de los alumnos cursantes.
 A su vez la participación de los mismos será permanentemente estimulada por:

a₁) La referencia a los conocimientos previos, que fueran adquiridos en los cursos correlativos o en la formación básica general.

a₂) La referencia a las situaciones de la vida cotidiana donde se presenten evidencias de las aplicaciones prácticas.

a₃) El cálculo de ejemplos y problemas que permitan la interpretación del objeto en estudio, según la visión del marco teórico previamente desarrollado y el análisis de los resultados obtenidos.

· Recursos didácticos para el desarrollo de las distintas actividades (guías, esquemas, lecturas previas, computadoras, software, otros)

Utilización de Guías de Ejercicios, editadas por el CEIT, con ejemplos seleccionados para afianzar los conceptos impartidos en la Clase Teórica, así como para destacar los órdenes de magnitud, valores de referencias y unidades características de los parámetros objeto de estudio.

La presentación en clase de: componentes y elementos de uso presente, para su visualización, caracterización e identificación; la comparación con dispositivos similares, que impliquen una tecnología que aunque superada, permitan destacar la evolución en los criterios de diseño y las posibilidades de nuevos materiales.

El análisis de manuales y catálogos de elementos y componentes para interpretación y justificación de especificaciones técnicas.

La consulta bibliográfica en las bibliotecas del Departamento, de la Facultad y de otras instituciones. El descubrimiento de novedades editoriales en librerías técnicas y de las oportunidades que suelen presentarse en la reventa de libros.

La búsqueda de información complementaria a través de la "www".

La propuesta de la lectura del Índice y de los artículos que surgieran de interés, en las publicaciones periódicas de instituciones profesionales especializadas en el área de la materia.

EVALUACIÓN

Modalidad

La evaluación del proceso enseñanza/aprendizaje se realiza a través de diferentes instancias y con variada metodología.

Debido al carácter de enseñanza eminentemente personalizada que se desarrolla en nuestra Universidad

Tecnológica Nacional, desde su origen se estableció un entorno de trabajo para la tarea docente, caracterizado por la integración de grupos docente-alumno con una relación que garantizara la posibilidad de diálogo y consulta durante las clases. Esta estrategia específicamente reconocida como de estructura de Seminario, era propia de otros ámbitos académicos especializados, donde la condición de grupo reducido era consecuencia precisamente de la especialización. En la UTN en cambio se la adoptó como método de trabajo desde el comienzo de la carrera, con el fin de llevar adelante una experiencia que sería fecunda en sus resultados.

La condición de clase-seminario facilita también la tarea docente de monitorear la efectividad del proceso de transferencia hacia los estudiantes, en “tiempo real”, como se estila reconocer en un léxico de mayor actualidad. El diálogo posible que habitualmente se suscita, es otro indicador del estímulo a la participación de los presentes en el aula.

En cuanto a la evaluación en forma escrita, se la programa a través de dos parciales, en fecha inmediatamente posterior, a la finalización de la presentación en clase de los contenidos sobre los que se establece la evaluación.

Así el Primer Parcial integra los contenidos de la Unidades Temáticas 1, 2, 3 y 4.

El Segundo Parcial corresponde a las Unidades Temáticas 5, 6 y 7.

La aprobación se establece en la evidencia del dominio del tema y de los detalles de la solución, que desarrolle el estudiante en forma satisfactoria, de por lo menos dos de los tres ejercicios que serán propuestos, a juicio del docente responsable y en conformidad con los demás docentes del curso, que implica una calificación mínima de cuatro puntos, sobre un máximo de diez.

La prueba escrita con las sugerencias y correcciones a que hubiere lugar será presentada al estudiante, para su información, consulta de dudas y (en lo posible) conformidad con la calificación asignada. La misma luego será archivada en el Departamento.

Requisitos de regularidad

Los establecidos por las Resoluciones de la Facultad Regional, consistente en el control de la asistencia de los estudiantes a las clases programadas del curso; tarea a cargo del personal de Bedeles.

En cuanto a los requisitos tendientes a controlar la regularidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje se requiere que los alumnos se integren en Comisiones de trabajo, a los efectos de: participar en la resolución de ejercicios integradores, complementarios de los que se desarrollan en clase y que se proponen a cada Comisión.

Elaboren un informe de las experiencias de laboratorio sobre los temas: Mediciones con Línea Ranurada y Reflectometría en el Dominio del Tiempo. (cabe aclarar que por obsolescencia del material, no siempre es posible completar la tarea de las mediciones, pues los Generadores de radiofrecuencia, presentan un comportamiento errático y no suelen funcionar de manera estable durante el tiempo necesario para realizar dichas mediciones)

Por último los estudiantes deben aprobar dos Exámenes Parciales, sobre la resolución de ejemplos similares a los aprendidos durante el desarrollo del Curso.

Requisitos de aprobación

Los apuntes de clase, el conjunto de los ejercicios resueltos en el aula y los informes de trabajo en el laboratorio conforman el material propio de cada estudiante, que junto a la bibliografía sugerida, son tomados como referencia para la elaboración del contenido del examen final requerido para aprobación del curso. Este examen será preparado en forma rotativa, con la participación de los diferentes profesores de la cátedra, para lograr un criterio de exigencias que atenúen las subjetividades que puedan suscitarse. El criterio de aprobación también se establece sobre una evaluación global del examen escrito, el que luego de la corrección también es puesto a disposición del estudiante para su análisis, consulta y aclaraciones a que hubiere lugar.

Articulación Horizontal y Vertical con otras materias

Se trata de dar la más amplia participación de los Docentes de la Cátedra en los eventos que invariablemente son convocados desde la Dirección del Departamento. No hay otro tipo de propuesta, posiblemente por la característica predominante de Docentes asignados a diferentes Cursos en distintos horarios.

CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

Unidad Temática	Duración en hs cátedra
<u>1</u>	<u>20</u>
<u>2</u>	<u>12</u>
<u>3</u>	<u>12</u>
<u>4</u>	<u>16</u>
<u>5</u>	<u>12</u>
<u>6</u>	<u>12</u>
<u>7</u>	<u>16</u>
<u>8</u>	<u>4</u>
<u>9</u>	<u>8</u>
<u>10</u>	<u>4</u>
<u>11</u>	<u>4</u>

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

CHENG D.K., © 1998, Fundamentos de Electromagnetismo para Ingeniería. Wilmington: Addison-Wesley Iberoamericana, S.A. ISBN 0-201-65375-3

KRAUS J.D., 1976 (Tercera edición-Primera edición en español), "Electromagnetismo", México: McGraw Hill.

JORDAN y BALMAIN. 1973, "Ondas electromagnéticas y sistemas radiantes", Madrid: Paraninfo. ISBN 8428303819, 9788428303811

SKILLING H.H., 1972 "Fundamento de las ondas eléctricas", Buenos Aires: Ed. Librería del Colegio

NEROU J. P.(1991) 1a. Edición "Introducción a las telecomunicaciones por fibras ópticas", México: Trillas. ISBN 9682438519, 9789682438516

(Se han propuesto como bibliografía obligatoria, aquellos textos que la Biblioteca de la Facultad, cuenta con un mayor número de ejemplares)

Bibliografía Complementaria

MARSHALL S.V., DUBROFF R.E. y SKITEK G.G., (cuarta edición) 1997. "Electromagnetismo. Conceptos y Aplicaciones". México: Prentice-Hall.

NERI VELA R., © 1999, "Líneas de Transmisión". México: McGraw-Hill. ISBN 970-10-2546-6

MATTHEW N.O. SADIKU , (Jan 4, 2009) , "[Elements of Electromagnetics](#)" USA : Oxford University Press - Edición en español del año 1999. "Elementos de Electromagnetismo". México: Compañía Editorial Continental. ISBN 9682613205

FAWWAZ T. ULABY, Edición en Español: "Aplicaciones en Electromagnetismo" Quinta Edición; Pearson Educación, México, 2007. ISBN 978-970-26-1055-7

KRAUS J. And .FLEISCH, D. 5a. Edición (2000). Electromagnetismo con Aplicaciones. México: McGraw-Hill Interamericana. ISBN 9701024664

REITZ, MILFORD, CHRISTY. © 1996. "Fundamentos de la Teoría Electronagnética", Cuarta Edición, Wilmington: Addison-Wesley Iberoamericana, S.A. ISBN 0-201-62592-X

HECHT-ZAJAK, © 1974, "OPTICS" Addison-Wesley Publishing Company,

ISBN 0-201-02835-2 - Edición en Español del: México: Fondo Educativo Interamericano S.A. 1977

RAMO S., WHINNERY J. R., VAN DUZER T., © 1974. "Campos y Ondas" Madrid: Ediciones Pirámides S.A. ISBN 84-368-0006-0