



UTN <small>1958</small> bhi		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL				1/6	
		FACULTAD REGIONAL BAHÍA BLANCA					
Departamento Electrónica							
PROGRAMA DE:					CÓDIGO: 9-95-0651		
Medios de Enlace					ÁREA: Sistemas de Comunicaciones		
					PLAN:1995		
<input type="checkbox"/> RÉGIMEN CUATRIMESTRAL HORAS DE CLASE				TOTALES 128		PROFESOR RESPONSABLE	
TEÓRICAS		ACTIVIDADES DE FORMACIÓN PRÁCTICA				Ing. Eduardo Marcelo Amato	
Total	% s /Total Materia	Total	% s / Total Materia				
118	92	10	8				
CORRELATIVAS PARA CURSADO				CORRELATIVAS PARA RENDIR FINAL			
CURSADAS		APROBADAS		CURSADAS		APROBADAS	
Análisis Matemático " Física II		Algebra y Geometría Analítica Análisis Matemático I Física I				Análisis Matemático II Física II	
OBJETIVOS:							
<p>La asignatura debe capacitar al alumno en la comprensión de los mecanismos de transmisión de energía y/o información en el contexto de un sistema de comunicación, utilizando diferentes tipos de soporte físico como enlaces entre transmisor y receptor.</p> <p>Brinda un sólido sustento teórico procedimental de los fundamentos de la propagación en diferentes medios, en base a la interpretación de las leyes fenomenológicas del electromagnetismo a nivel macroscópico, representadas por las ecuaciones de Maxwell, principalmente orientada a la propagación libre y guiada de ondas. Pone el énfasis en el caso de ondas planas, la interacción con la materia y las condiciones de contorno y en las herramientas de modelación adecuadas para cada caso.</p> <p>Se introduce el concepto de líneas de transmisión desde el doble enfoque del análisis de campos y de la aproximación de circuitos de parámetros distribuidos, capacitando al alumno en el análisis de transitorios y estacionarios, mediciones de parámetros y diseño de adaptadores de impedancia mediante técnicas gráficas y analíticas. Se analiza la propagación a través de guías de ondas metálicas de diferentes geometrías y de guías dieléctricas comparando anchos de banda y rangos de frecuencia de utilización. Finalmente se establecen los fundamentos de radiación, antenas y arreglos de antenas proporcionando al alumno los parámetros fundamentales para su comparación.</p>							
<p align="center">CONTENIDOS MÍNIMOS: (Ordenanza N° 1077/05)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teoría de campos electromagnéticos: Campo eléctrico • Campo magnético • Inducción Electromagnética y Ecuaciones de Maxwell. • Ecuaciones de ondas. Ondas electromagnéticas planas. • Guías de Onda. Modos de propagación. • Líneas de Transmisión. • El ábaco de Smith. • Potencia en líneas de transmisión. • Fibra Óptica. Transmisión por fibras ópticas. • Radiación electromagnética. • Antenas. 							

VIGENCIA AÑOS	2024					
---------------	------	--	--	--	--	--




	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL BAHÍA BLANCA		2/6			
Departamento Electrónica						
Materia: Medios de Enlace		CÓDIGO: 9-95-0651				
AÑO: Tercero	Régimen: Anual	PLAN: 1995				
<p><u>PROGRAMA ANALÍTICO:</u></p> <p>Tema 1: – Teoría de Campos Electromagnéticos-Ecuaciones de Maxwell</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Ecuaciones de Maxwell. Significado. Expresiones diferenciales e integrales. 1.2 Entornos de modelación según la relación dimensiones-longitud de onda de operación. 1.3 Campos eléctrico y magnético estáticos. Leyes de Gauss y Ampere. Campos cuasi-estacionarios. 1.2 Campos electromagnéticos variables en el tiempo. Ley de inducción y ley de Ampere-Maxwell, potenciales escalar y vectorial retardados. 1.3 Densidad de energía electromagnética. 1.4 Condiciones de frontera. Casos de medios dieléctricos y conductores. 1.5 Leyes de conservación de la carga y de continuidad de la corriente eléctrica. 1.6 Potenciales escalar y vectorial retardados. Ecuaciones de D'Alambert de onda. 1.7 Campos electromagnéticos con variación temporal armónica. Forma fasorial de las Ecuaciones de Maxwell. 1.8 Existencia de ondas electromagnéticas. Ecuaciones de D'Alambert para los campos. <p>Tema 2: – Teoría de Líneas de Transmisión</p> <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Clasificación de medios de transmisión. Configuraciones típicas de LT: coaxiales, bifilares, stripline, microstrip, etc. 3.2 Modelos de LT. Modelo circuital de parámetros distribuidos. 3.3 Propagación de ondas en la LT, Ecuaciones del telegrafista. Ondas de tensión y de corriente 3.5 Parámetros básicos de LT: constante de propagación, impedancia característica. 3.6 Soluciones en el dominio tiempo de las ecuaciones de LT. 3.7 Efectos de discontinuidades en una LT. Coeficientes de reflexión y de transmisión. 3.8 Métodos para la resolución de transitorios: Diagrama Rebote; Método analítico 3.9 Análisis de transitorios para diversas excitaciones. Principio de superposición 3.10 Casos de LT en cascada y en paralelo. Aplicaciones: cableados en sistemas digitales, generador de pulsos. <p>Tema 3: – Estado estacionario en Líneas de Transmisión- Carta de Smith</p> <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Solución estacionaria de las ecuaciones de LT con excitación sinusoidal 4.2 Constante de propagación. Determinación y significado de sus componentes (cte. de atenuación y cte. de fase). Respuesta en frecuencia. Aproximaciones. 4.3 Impedancia característica: determinación, significado, respuesta en frecuencia, aproximaciones. 4.4 Coeficiente de reflexión de tensión y corriente. Coeficiente de transmisión. 4.5 Velocidad de grupo y de fase. Dispersión. Longitud de onda. 4.6 Análisis fasorial 4.7 Ondas estacionarias. Relación de onda estacionaria. Envoltentes de onda estacionaria 4.8 Soluciones particulares para LT sin pérdidas y LT de bajas pérdidas. Determinación de tensiones, corrientes y de impedancias. Determinación de potencias. 4.9 Soluciones para LT terminadas en corto circuito, circuito abierto, carga resistiva pura, etc. 4.10 Solución general para el caso de carga compleja y LT con pérdidas 4.11 Ayudas gráficas para la determinación de parámetros en un sistema con LT: el Ábaco de Smith Deducción del diagrama polar de impedancias vs. coeficiente de reflexión. Usos generales. 4.12 Ábaco de Smith: uso gráfico para el cálculo de tensiones y corrientes: diagrama de Crank. <p>Tema 5: – Potencia y adaptación de impedancias</p> <ol style="list-style-type: none"> 5.1 Cálculo general de la potencia en LT. Casos particulares para LT con Z_0 real y bajas pérdidas. 5.2 Definición y clasificación de pérdidas: disipativas y no disipativas. Pérdidas por reflexión. Pérdida de retorno. Pérdida por inserción. 						
VIGENCIA AÑOS	2024					



	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL BAHÍA BLANCA				3/6	
Departamento Electrónica						
Materia: Medios de Enlace				CÓDIGO: 9-95-0651		
AÑO: Tercero		Régimen: Anual		PLAN: 1995		
<p>5.3 Desadaptación de impedancias: consecuencias en los sistemas de transmisión.</p> <p>5.4 Rendimiento de transmisión de potencia en función de la desadaptación de la carga. Capacidad portante de una LT.</p> <p>5.5 Diversos tipos de adaptación de impedancias. Clasificación de técnicas. Beneficios y costos</p> <p>5.6 Adaptación con LT en paralelo (stub simple, doble): cálculo, respuesta en frecuencia, consideraciones prácticas de implementación.</p> <p>5.7 Adaptación con transformadores de $\lambda / 4$: cálculo, respuesta en frecuencia, consideraciones prácticas de implementación.</p> <p>5.8 Otras formas de adaptación.</p> <p>Tema 6: – Líneas de Transmisión: Mediciones</p> <p>6.1 Técnicas de medición de los parámetros de las LT: Z_o, v_p, l_e, α, pérdidas por radiación.</p> <p>6.2 Mediciones en sistemas de transmisión.</p> <p>6.2.1 Métodos de medición de atenuación.</p> <p>6.2.2 Medición de ROE</p> <p>6.2.3 Medición de impedancias</p> <p>6.2.4 Medición de potencia.</p> <p>6.3 Mediciones dinámicas. Reflectometría en el dominio temporal.</p> <p>Tema 3: – Ondas electromagnéticas</p> <p>2.1 Ecuación de onda. Tipo de ondas electromagnéticas.</p> <p>2.2 Soluciones generales de ondas planas</p> <p>2.3 Propagación de ondas planas en distintos medios ilimitados. Parámetros. Polarización</p> <p>2.4 Propagación en medios dispersivos. Velocidad de grupo vs. velocidad de fase. Distorsión.</p> <p>2.5 Flujo de potencia y energía. Vector de Poynting.</p> <p>2.6 Reflexión de onda plana en una interfase material.</p> <p>2.7 Incidencia normal sobre interfaces sucesivas. Aplicación en ventanas transparentes y transformadores de cuarto de onda.</p> <p>2.8 Incidencia oblicua de ondas planas en una interfase.</p> <p>2.9 El espectro electromagnético. El espectro de radiofrecuencia.</p> <p>Tema 8: – Guías de Onda</p> <p>8.1 Comportamiento general de ondas en estructuras de guías uniformes. Modos TEM, TE y TM.</p> <p>8.2 Guiado de ondas entre planos conductores paralelos. Análisis de ondas planas. Análisis en base a ecuaciones de onda. Modos de propagación. Frecuencias de corte.</p> <p>8.3 Guías de onda rectangulares (GOR): modos TE y TM. Atenuación. Parámetros. Respuesta en frecuencia. Usos.</p> <p>8.3 Otro tipo de guías de onda. Cavidades Resonantes.</p> <p>8.4 Excitación de guías de onda.</p> <p>8.5 Selección de guías de onda. Parámetros constructivos.</p> <p>Tema 9: – Fibra Óptica</p> <p>9.1 Guías de onda dieléctricas. Fibras Ópticas. Introducción a los sistemas de comunicaciones por FO. Ventajas y aplicaciones.</p> <p>9.2 Herramientas para el análisis de Fibras Ópticas: teoría electromagnética vs. Óptica geométrica</p> <p>9.2 Fundamentos de óptica y ondas lumínicas. Teoría de rayos. Reflexión y ángulos críticos</p> <p>9.3 Parámetros de la FO: ángulo de aceptación, apertura numérica, frecuencia normalizada. Velocidad de propagación y Dispersión.</p> <p>9.4 Perfiles de FO. Fibras de índice gradual. Fibras de índice escalonado. Atenuación. Modos. Distorsión de pulsos.</p> <p>9.5 Criterios de selección de FO. Conectores.</p>						
VIGENCIA AÑOS	2024					



	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL BAHÍA BLANCA				4/6	
Departamento Electrónica						
Materia: Medios de Enlace				CÓDIGO: 9-95-0651		
AÑO: Tercero		Régimen: Anual		PLAN: 1995		
<p>Tema 10: – Radiación</p> <ul style="list-style-type: none"> 10.1 Mecanismo básico de la radiación. 10.2 Solución de las Ecuaciones de Maxwell para problemas de radiación. 10.3 Funciones potenciales en función de las fuentes. Potenciales retardados. 10.4 El dipolo ideal de Hertz 10.5 Radiación a partir de fuentes "línea de corriente " . 10.6 Regiones de campo. Condiciones de radiación en campo lejano 10.7 Pasos generales para la evaluación de los campos radiados. 10.8 Teoremas fundamentales: dualidad, reciprocidad. <p>Tema 11: – Parámetros de Antenas</p> <ul style="list-style-type: none"> 11.1 Patrones de radiación 11.2 Densidad de potencia de radiación 11.3 Intensidad de radiación 11.4 Directividad y ganancia. Eficiencia 11.5 Ancho de haz de media potencia 11.6 Ancho de banda 11.7 Impedancia de entrada. Impedancia de antena 11.8 Áreas y largos efectivos 11.9 Enlaces: Ecuación de transmisión de Friis. Ecuación de radar. <p>Tema 12: – Elementos radiantes simples - Arreglos de Antenas</p> <ul style="list-style-type: none"> 12.1 Dipolos: cortos, $\lambda/2$, largos 12.2 Efectos de tierra sobre antenas dipolo. 12.3 Introducción general a otros tipos de antena: lazo, aperturas, bocinas, reflectoras, etc. 12.4 Factor de arreglo para disposiciones lineales. 12.5 Arreglos uniformemente excitados y equiespaciados. 12.6 Principio de multiplicación de patrones. <p><u>METODOLOGÍA UTILIZADA</u></p> <p>Se apoya el desarrollo de las clases con el aula virtual, donde se pone a disposición del alumno material de estudio, ejercicios, guías de trabajos prácticos e informes, evaluaciones mediante cuestionarios online, enlaces a páginas de Internet con visualizaciones interactivas, y todo otro material que le permita mejorar la comprensión y autogestionar su aprendizaje. Por otra parte, dentro del aula virtual se habilita un foro de intercambio entre alumnos y docentes para evacuar dudas y realizar aportes.</p> <p>Las clases, presenciales o virtuales mediante video conferencia y comunicación asincrónica, tendrán carácter teórico- práctico. En el mismo espacio horario se desarrollará la teoría, resolución de ejercicios en aula y las actividades de formación profesional, con asignación de tiempos diferentes acordes a la ponderación de los temas. En las actividades de formación en laboratorio, los alumnos deberán usar bibliografía, hojas de datos de fabricantes operar instrumentos, tomar datos, analizar resultados directos e indirectos, comparar calidad de medidas y confeccionar informes de producción grupal (comisiones de dos o tres alumnos). Se realizará un trabajo práctico integrador poniendo el énfasis en la justificación teórica de los fenómenos electromagnéticos involucrados, la visualización mediante simulaciones cuando esto sea posible y la integración de conocimientos, fomentando el trabajo en equipo y la búsqueda de información.</p> <p>Se estimulará el auto aprendizaje y actualización, indicando, por ejemplo, ingresar a sitios de Internet de relevancia científica y técnica relacionados con las diferentes temáticas y laboratorios.</p>						
VIGENCIA AÑOS	2024					



Departamento Electrónica

Materia: Medios de Enlace

CÓDIGO: 9-95-0651

AÑO: Tercero

Régimen: Anual

PLAN: 1995

MÉTODO DE EVALUACIÓN:

El sistema de cursado contempla la evaluación continua y diversificada. Se llevará un estricto control de la producción de los alumnos en forma individual y grupal. Se evaluará a través de las actividades de formación profesional en laboratorio, evaluaciones sumativas parciales con complementos teóricos mediante cuestionarios online y desarrollo de trabajos grupales de cálculo y simulación.

Cursado de la Materia:

El cursado de la materia consistirá en la aprobación con un 60% sobre una calificación de 0 a 10 puntos, de dos instancias de evaluación parciales de resolución de problemas o, en su defecto, una instancia de recuperación por cada parcial desaprobado, al finalizar el dictado de la asignatura.

Se deben aprobar, además, todos los informes de las actividades de formación en laboratorio y trabajo interdisciplinario y el 60% de los cuestionarios online teórico-conceptuales, con igual nota mínima.

Aprobación Directa - Aprobación final de la Materia:

La materia podrá aprobarse en forma directa con la aprobación de las instancias de evaluación parciales más el cuestionario integrador, o sus recuperatorios correspondientes. Deberán tener, además, los cuestionarios online y los informes de actividades de formación profesional aprobados en primera instancia. De no cumplimentar estos requisitos, el alumno deberá rendir un examen final teórico y práctico.

Actividades de Formación Profesional:

Se incorporan tres experiencias prácticas grupales de mediciones en laboratorio o virtuales. Cada una implicará la realización de un trabajo previo, el desarrollo práctico según una guía provista por la cátedra, y la entrega de un informe integrador que será calificado como aprobado o desaprobado con opción a corrección.

Experiencia de simulación: Transferencia de energía Electromagnética en un modelo multicapa: aplicación al caso de tejido humano superficial. O, como alternativa, estudio de propiedades electromagnéticas de metamateriales.

Primera experiencia de laboratorio: Transitorio en líneas de transmisión: Reflectometría en el dominio temporal.

Segunda experiencia de laboratorio: Estacionario en guías de onda:

Primera parte: Medición de Reflexiones y Onda estacionaria mediante guía de onda ranurada.

Segunda parte: Medición de Reflexiones y Onda estacionaria mediante acopladores direccionales.

Tercera experiencia de laboratorio: Experiencia con Fibras Ópticas. Tipo de cables, manipulación de FO, conectores, iluminación. Pérdidas por curvatura, pérdidas de inserción.

UTN®bhi	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL BAHÍA BLANCA	6/6
-----------------------	--	-----

Departamento Electrónica

Materia: Medios de Enlace		CÓDIGO: 9-95-0651
AÑO: Tercero	Régimen: Anual	PLAN: 1995

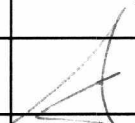
BIBLIOGRAFIA: Bibliografía Principal.

- SADIKU, M. “*Elementos de Electromagnetismo*”. 3^{ra} edición. Oxford Press. 2002.
- HAYT, W.Jr. & Back J. “*Teoría Electromagnética*”. 7^{ma} edición. Mc Graw-Hill – 2006.
- CHENG, D.K., “*Fundamentos de Electromagnetismo para Ingeniería*”. Addison-Wesley -1998
- MARSHALL & DUBROF R., “*Electromagnetismo: Conceptos y Aplicaciones*”. Prentice Hall Hispanoamericana- 2001.
- BARÁ TEMES, J. “*Ondas Electromagnéticas en Comunicaciones*”. Edic. UPC. “2^{da} Ed -2000
- POZAR, D.M., “*Microwave Engineering*”, 4ta. Ed. Wiley & Sons, 2012.
- SAN ROMÁN CASTILLO, E.G., “*Aplicaciones y Teoría de Ingeniería de Microondas*”, Ed LATIn, 2014.
- ESPAÑA BOQUERA, M. C., “*Comunicaciones Ópticas* », Ed. Díaz de Santos. Madrid-2005

Bibliografía de Consulta.

- NORTON; A.,”*Dynamic Fields and Waves*”. Francis & Taylor–2019.
- GARCIA OLMEDO, B. “*Fundamentos de Electromagnetismo*”. Univ. Granada. 2005
- LE NGUYEN B, “*Wireless and Guided Wave Electromagnetics: Fundamentals and Applications*”. CNC Press. 2013
- FLEISCH, D. “*A Student’s Guide to Maxwell’s Equations*”. Cambridge Press- 2008
- KRAUS, J.D., “*Electromagnetismo con aplicaciones*”. 5^{ta} edición. Mc Graw Hill –2000.
- PASCHOTTA, R. “*Field Guided to Optical Fiber Technology*”. Ed. SPIE. 2010.
- GRIFFITHS, D: J.,”*Introduction to Electrodynamics*”. 4ta. Ed. Cambridge Press – 2017.
- POZAR, D.M., “*Microwave Engineering*”. 4nd edition . John Wiley – 2011.
- De CUSATIS, C.M. “*Fiber Optic Essentials*”. Academic Press. Elsevier. 2006
- IDA, N. “*Engineering Electromagnetics*”, 3ra. Ed. Springer, 2015.
- BALANIS, C. “*Antenna Theory, analysis and design*”. 4nd Ed. John Wiley – 2016.

VIGENCIA DE ESTE PROGRAMA

AÑO	PROFESOR RESPONSABLE (firma aclarada)	AÑO	PROFESOR RESPONSABLE (firma aclarada)
2024	 AMATO EDUARDO		

VISADO

PROFESOR JEFE DE AREA	SECRETARIO ACADÉMICO	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO
Fecha:	Fecha:	Fecha:

VIGENCIA AÑOS	2024					
---------------	------	--	--	--	--	--

