

<p>UTN</p> <p>FAC. REG. CBA.</p>	<p>MEDIOS DE ENLACE</p> <hr/> <p>PROGRAMACION DE LA MATERIA</p>	<p></p> <p>AÑO 2000</p>
---	---	--

OBJETIVOS GENERALES

Al finalizar el curso se espera que el alumno sea capaz de:

- Adquirir un aprendizaje significativo del comportamiento del campo eléctrico y magnético tanto en el vacío como en medios dieléctricos y conductores.
- Reconocer, clasificar y especificar las características de los distintos medios prácticos en que se propaga la onda electromagnética (Espacio libre, Líneas de Transmisión, Guías de Onda y Fibras Ópticas).
- Realizar cálculos analíticos de transmisión, radiación, propagación y recepción de la onda electromagnética.
- Poseer destreza en el uso de los Diagramas de Crank y Abaco de Smith para el cálculo de impedancias, admitancias, reflexiones de onda y adaptación de líneas de transmisión.
- 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.

INTRODUCCION A LA MATERIA

La Materia Medios de Enlace está constituida por 20 unidades temáticas; 19 de las cuales corresponden al Programa Analítico, con el agregado de una que corresponde a un curso superior, tendiendo a buscar un aprendizaje progresivo y concreto de los distintos eslabones que conforman el estudio de los Medios de Enlace entre los transmisores y receptores.

U.T. 1: Es el análisis del [Espectro Electromagnético](#) el cual ha sido incluido, pues el conocimiento de las bandas de frecuencia proporciona un marco conceptual y una base sólida para asentar los fundamentos del estudio de la materia.

U.T. 2, 3 y 4: Entregan las herramientas necesarias para ubicarse en el espacio, operar con vectores e interpretar los fenómenos producidos por los [campos eléctricos y magnéticos estáticos](#).

U.T. 5: Nos introduce en las [Ecuaciones de Maxwell](#) para analizarlas profundamente desde un punto de vista práctico, debido a que son el eje de la materia y con ellas demostramos todos los fenómenos de la teoría electromagnética.

U.T. 6: Es una aplicación de las Ecuaciones de Maxwell en la línea de unión de dos medios, para obtener la [Condiciones de Contorno](#) o de frontera de los campos electromagnéticos.

U.T. 7: Comprende la [Onda Electromagnética](#) y todos sus parámetros característicos analizados en el vacío, dieléctricos y conductores.

U.T. 8: Define los distintos tipos de [Polarización de la Onda Electromagnética](#) y enuncia la forma de clasificarlos.

U.T. 9: Nos introduce en el análisis del flujo de potencia transportado por una onda electromagnética, define el [Vector de Poynting](#) y sus aplicaciones.

Aquí finaliza el estudio de la onda electromagnética en un medio continuo.

UTN FAC. REG. CBA.	MEDIOS DE ENLACE	 AÑO 2000
	PROGRAMACION DE LA MATERIA	

- U.T. 10: y 11:** Analizan la [reflexión de una onda con incidencia perpendicular](#) a la superficie de contorno. En la Unidad Temática 10 lo hace entre dos medios dieléctricos y en la otra lo hace entre un dieléctrico y un conductor perfecto.
- U.T. 12:** Es una aplicación de las dos anteriores y facilita los cálculos de reflexión con incidencia perpendicular mediante métodos gráficos tales como el [Diagrama de Crank y Abaco de Smith](#).
- U.T. 13:** El análisis de los [Cosenos Directores](#) permite posteriormente una generalización de la incidencia normal y por lo tanto independizarse de la propagación de la onda paralela a los ejes coordenados.
- U.T. 14:** Analiza la reflexión producida por la [Incidencia Oblicua](#) e introduce los principios básicos para el estudio de guías de ondas y fibras ópticas.
- U.T. 15:** Proporciona los conocimientos para definir, clasificar, excitar y usar las [Guías de Onda](#).
- U.T. 16:** Es el estudio de la “[Teoría de Líneas de Transmisión](#)” y conduce al análisis de las diferencias que existe con la “Teoría de Circuitos”.
- U.T. 17:** Analiza la forma de [adaptar las Líneas de transmisión](#) y entrega los conocimientos para usar y adquirir destreza con el Abaco de Smith en la adaptación con uno y dos stub (ramal sintonizador).
- U.T. 18:** Explica la [generación de la onda electromagnética](#) mediante un radiador elemental, ubicado en un punto del espacio y analiza los distintos términos componentes de los campos electromagnéticos.
- U.T. 19:** Es la aplicación práctica de la bolilla anterior debido a que el elemento radiante ahora es una [Antena](#) práctica y de ella se analizan sus parámetros característicos.
- U.T. 20:** Proporciona los conocimientos para comprender los fundamentos, usos y ventajas de las [Fibras Ópticas](#).

CONTENIDOS

El curriculum formal de la asignatura difiere parcialmente de los contenidos desarrollados en la planificación, debido a que lo hemos querido instrumentar en un curriculum en acción; teniendo en cuenta que el curriculum es un eslabón que se sitúa entre la declaración de principios generales y su traducción operacional, entre la teoría educativa y la práctica pedagógica, entre la planificación y la acción y entre lo que se prescribe y lo que sucede realmente en las aulas. (SanJurjo, Liliana)

El curriculum en acción es el terreno en el que los equipos de conducción desarrollarán su actividad de gestión con miras a garantizar la disminución de riesgos de la transposición didáctica, y asegurar el mejoramiento de la calidad de las prácticas pedagógicas. (Frigerio, Graciela)

Los contenidos son en general conceptuales y procedimentales no obstante mediante las prácticas pedagógicas buscamos asegurar un aprendizaje significativo de actitudes, de tal forma que el alumno logre la capacidad de ver las cosas en forma nueva y nada convencional lo que constituye sin duda una importante habilidad solucionadora de problemas. (Nickerson, Raymond)

ING. ANTONIO M. GARCIA ABAD

1) ESPECTRO ELECTROMAGNETICO:

OBJETIVO: Conocer la ubicación de los medios de comunicación dentro del espectro de frecuencia y tomar conciencia de la importancia que cumple el canal o medio que une el transmisor y receptor en el sistema de comunicación.

CONTENIDO:

- 1.1 Sistema de Comunicación - Realimentación.
- 1.2 Espectro Electromagnético - Propagación de las ondas.
- 1.3 Información y Energía.
- 1.4 Modulación: Amplitud, Frecuencia, Fase y por Pulsos.
- 1.5 Radiodifusoras de A.M. Y F.M., canales de T.V., otros.

[Volver...](#)

2) SISTEMAS DE COORDENADAS:

OBJETIVO: Describir los ejes de los cuatro sistemas de coordenadas y conocer el pasaje de uno a otro, para poder interpretar cualquier tipo de bibliografía referida a campos y ondas electromagnéticas.

CONTENIDO:

- 2.1 Sistemas de coordenadas: Rectangulares, Cilíndricas, Esféricas y Generalizadas.
- 2.2 Representación de un punto, de un diferencial de longitud y de un diferencial de volumen en los cuatro sistemas de coordenadas.
- 2.3 Tabla de equivalencias entre sistemas de coordenadas.

[Volver...](#)

3) ALGEBRA VECTORIAL:

OBJETIVO: Repasar las operaciones vectoriales que serán usadas en el análisis de campos y ondas electromagnéticas.

CONTENIDO:

- 3.1 Producto escalar entre un escalar y un vector.
- 3.2 Producto escalar entre dos vectores.
- 3.3 Producto vectorial entre dos vectores.
- 3.4 Operador Diferencial, Nabla .
- 3.5 Gradiente, Rotor, Divergencia y Laplaciano.
- 3.6 Teorema de Stokes y de la Divergencia.

[Volver...](#)

4) CAMPOS ELECTRICOS Y MAGNETICOS ESTATICOS:

OBJETIVO: Repasar las expresiones fundamentales de campos estáticos que luego serán usadas para hallar las ecuaciones de Maxwell.

CONTENIDO:

- 4.1 Trabajo eléctrico en camino cerrado.
- 4.2 Teorema de Gauss para campo eléctrico.
- 4.3 Ley circuital de Ampere.
- 4.4 Teorema de Gauss para campo magnético.
- 4.5 Ecuación de continuidad.
- 4.6 Forma Integral y Vectorial de las ecuaciones de campos estáticos.

[Volver...](#)

5) ECUACIONES DE MAXWELL:

OBJETIVO: Comprender las modificaciones introducidas por Maxwell en las expresiones fundamentales de campos estáticos para hallar las ecuaciones de campos variables en el tiempo, reconociendo así, la existencia de campos electromagnéticos.

CONTENIDO:

- 5.1 Generalización de la Ley de Ampere.
- 5.2 Trabajo eléctrico en camino cerrado dentro de un campo magnético variable en el tiempo.
- 5.3 Teorema de Gauss para campos eléctricos variables en el tiempo.

UTN FAC. REG. CBA.	MEDIOS DE ENLACE	 AÑO 2000
	PROGRAMACION DE LA MATERIA	

- 5.4 Teorema de Gauss para campos magnéticos variables en el tiempo.
5.5 Forma integral y forma vectorial /diferencial de las ecuaciones de Maxwell.

[Volver...](#)

6) CONDICIONES DE CONTORNO:

OBJETIVO: Comprender el comportamiento de las componentes normales y tangenciales del campo eléctrico y magnético en la zona de frontera o contorno de un medio.

CONTENIDO:

- 6.1 Definición de frontera o contorno de un medio - Constantes del medio.
6.2 Definición de componentes tangenciales y normales de un vector.
6.3 Continuidad de las componentes tangenciales.
6.4 Continuidad de las componentes normales.

[Volver...](#)

7) ECUACION DE LA ONDA ELECTROMAGNETICA EN MEDIOS CONTINUOS:

OBJETIVO: Comprender el comportamiento ondulatorio de los campos electromagnéticos, al propagarse por medios homogéneos, sin carga. (conductores, dieléctricos, vacío), y conocer las constantes características de una onda electromagnética.

CONTENIDO:

- 7.1 Ecuaciones de Maxwell en notación fasorial.
7.2 Ecuaciones de Helmholtz para medios sin carga.
7.3 Ecuación de onda para un medio: conductor, dieléctrico, vacío.
7.4 Impedancia Intrínseca (η).
7.5 Constante de Propagación (γ). Factor de Disipación (FD).
7.6 Constante de fase de la onda (β).
7.7 Constante de atenuación de la onda (α).
7.8 Constante de profundidad de penetración de la onda (δ).
7.9 Velocidad de la onda (v_p). Longitud de la onda (λ).

[Volver...](#)

8) POLARIZACION DE LA ONDA ELECTROMAGNETICA:

OBJETIVO: Identificar los distintos tipos de polarización en base a las magnitudes relativas y las fases de las componentes del campo eléctrico.

CONTENIDO:

- 8.1 Polarización, fundamentos.
8.2 Polarización Lineal. (Perpendicular o Paralela).
8.3 Polarización Circular.
8.4 Polarización Elíptica.

[Volver...](#)

9) VECTOR DE POYNTING:

OBJETIVO: Conocer la velocidad de flujo de energía o flujo de potencia transportado por una onda electromagnética.

CONTENIDO:

- 9.1 Teorema de Poynting: Ley de conservación de la energía, partiendo de las ecuaciones de Maxwell.
9.2 Definición del vector de Poynting.
9.3 Poynting Instantáneo, Medio y Eficaz de una onda plana en un medio homogéneo.
9.4 Poynting Complejo, Real e Imaginario.
9.5 Velocidad de energía de una onda plana.

[Volver...](#)

10) REFLEXION NORMAL ENTRE DOS MEDIOS DIELECTRICOS:

OBJETIVO: Comprender el comportamiento de la onda electromagnética plana, cuando se propaga a través de medios no homogéneos o diferentes dieléctricos.

CONTENIDO:

- 10.1 Definición gráfica y analítica de: Campo Incidente, Reflejado y Transmitido.
10.2 Impedancia Intrínseca de cada medio (η_1), (η_2).
10.3 Coeficiente de reflexión para campos eléctricos y magnéticos (Γ_E), (Γ_H).
10.4 Coeficiente de Refracción o Transmisión para ambos campos (T_E), (T_H).

UTN FAC. REG. CBA.	MEDIOS DE ENLACE	 AÑO 2000
	PROGRAMACION DE LA MATERIA	

10.5 Conclusiones para distintos valores entre las Impedancias Intrínsecas.

10.6 Impedancia de Campo (Z_C).

[Volver...](#)

11) REFLEXION NORMAL ENTRE DIELECTRICO Y CONDUCTOR PERFECTO:

OBJETIVO: Comprender la existencia de ondas estacionarias del campo eléctrico total y campo magnético total, en el medio dieléctrico, debido a la reflexión total del medio conductor perfecto.

CONTENIDO:
 11.1 Cálculo del campo eléctrico total.
 11.2 Cálculo del campo magnético total.

[Volver...](#)

12) CALCULO ANALITICO Y GRAFICO DEL CAMPO TOTAL EN REFLEXION NORMAL:

OBJETIVO: Calcular la distribución del campo total y los parámetros de reflexión por técnicas gráficas de fácil manejo.

CONTENIDO:
 12.1 Teorema del Coseno.
 12.2 Diagrama de Crank.
 12.3 Relación de Onda Estacionaria (R.O.E.).
 12.4 Ecuaciones de circunferencia partiendo del coeficiente de reflexión.
 12.5 Diagrama circular de Impedancias o Abaco de Smith.
 12.6 Cálculo de Impedancias y admitancias a diferentes distancias.
 12.7 Cálculo de coeficiente de reflexión (Γ) y R.O.E..
 12.8 Cálculo de distribución de campos.

[Volver...](#)

13) COSENOS DIRECTORES:

OBJETIVO: Saber definir la dirección arbitraria de un vector en el sistema de coordenadas rectangulares.

CONTENIDO:
 13.1 Hallar la expresión exponencial del campo eléctrico o magnético con una dirección arbitraria respecto a los ejes coordenados rectangulares.

[Volver...](#)

14) REFLEXION OBLICUA:

OBJETIVO: Demostrar la generación de ondas estacionarias en el eje perpendicular a la superficie conductora y la generación de ondas progresivas en el eje paralelo a la superficie conductora.

CONTENIDO:
 14.1 Hallar la expresión del campo eléctrico total.
 14.2 Hallar las componentes del campo magnético total.
 14.3 Principio de la guía de onda.
 14.4 Velocidad de la onda en reflexión oblicua.
 14.5 Longitud de la onda en reflexión oblicua.

[Volver...](#)

15) GUIAS DE ONDAS:

OBJETIVO: Comprender el comportamiento de los campos eléctricos y magnéticos en regiones limitadas por paredes conductoras paralelas a la dirección de propagación de la onda y de sección transversal uniforme.

CONTENIDO:
 15.1 Definición de Guía de Onda.
 15.2 Modos de propagación (TM) y (TE).
 15.3 Ecuaciones de campo en función de H_z y E_z . Ley circuital de Ampere.
 15.4 Modo Transversal Magnético (TE).
 15.5 Ecuación de cuerda vibrante de 2do orden para E_z .
 15.6 Solución de la ecuación diferencial de 2do orden.

<p>UTN FAC. REG. CBA.</p>	<p>MEDIOS DE ENLACE <i>PROGRAMACION DE LA MATERIA</i></p>	<p> AÑO 2000</p>
--------------------------------------	--	--

- 15.7 Representación de campos eléctricos y magnéticos dentro de la guía de onda para diferentes modos de propagación.
15.8 Cálculo de la frecuencia de corte de una guía de onda rectangular.
15.9 Constante de propagación dentro de la guía. Velocidades y longitudes de la onda.

[Volver...](#)

16) LINEAS DE TRANSMISION:

OBJETIVO: Comprender el comportamiento de los cables conductores a una frecuencia de trabajo elevada.

CONTENIDO:

- 16.1 Teoría de Circuitos y de Líneas de Transmisión.
- 16.2 Parámetros distribuidos.
- 16.3 Análisis de la línea como cuadripolo.
- 16.4 Impedancia característica de la línea de transmisión.
- 16.5 Coeficiente de reflexión en la carga y en el generador (Γ_C), (Γ_G).
- 16.6 Período transitorio en líneas de transmisión con fuente de tensión continua.
- 16.7 Ecuaciones básicas del telegrafista.
- 16.8 Ecuaciones de onda en el medio conductor.
- 16.9 Cálculo de las amplitudes A1 y A2.
- 16.10 Coeficiente de reflexión para tensiones y corrientes variables en el tiempo.
- 16.11 Cálculo de la impedancia en cualquier punto de la línea de transmisión.

[Volver...](#)

17) ADAPTACION DE LINEAS DE TRANSMISION:

OBJETIVO: Evitar ondas reflejadas en el extremo generador, cuando la carga es diferente a la impedancia característica de la línea.

CONTENIDO:

- 17.1 Adaptación con un Stub. Introducción.
- 17.2 Impedancia (z_C) y Admitancia (y_C) normalizada de carga.
- 17.3 Coeficiente de reflexión (Γ) y Relación de Onda Estacionaria (R.O.E.).
- 17.4 Distancia desde la carga a los puntos de adaptación.
- 17.5 Relación entre la longitud del stub y la susceptancia en sus terminales.
- 17.6 Adaptación con dos Stub. Introducción.
- 17.7 Separación Standard entre los Stub.
- 17.8 Interpretación del método gráfico para adaptar impedancias mediante dos Stubs.

[Volver...](#)

18) RADIACION:

OBJETIVO: Comprender la generación de ondas electromagnéticas como consecuencia de la radiación de un elemento conductor de corriente.

CONTENIDO:

- 18.1 Potencial Eléctrico y Magnético en función de sus generadores.
- 18.2 Potenciales retardados.
- 18.3 Campos de Radiación ($1/r$), Inducción ($1/r^2$) y Estáticos ($1/r^3$).
- 18.4 Poynting de Radiación. Resistencia de Radiación
- 18.5 Radiador Elemental.
- 18.6 Dipolos. Diagrama de Directividad.

[Volver...](#)

19) ANTENAS:

OBJETIVO: Comprender los fundamentos de las Antenas y saber clasificarlas según sus características.

CONTENIDO:

- 19.1 Antena Elemental.
- 19.2 Resistencia de Radiación.
- 19.3 Ganancia de Antena.
- 19.4 Area Efectiva.
- 19.5 Impedancia terminal.
- 19.6 Propiedades direccionales de las antenas dipolos.

UTN FAC. REG. CBA.	MEDIOS DE ENLACE	 AÑO 2000
	PROGRAMACION DE LA MATERIA	

- 19.7 Antenas prácticas y modo de excitarlas.
19.8 Antena Yagi.

[Volver...](#)

20) FIBRAS OPTICAS:

OBJETIVO: Comprender los fundamentos, usos y ventajas de las Fibras Opticas.

CONTENIDO:

- 20.1 Propagación de la luz en los dieléctricos.
20.2 Reflexión y Refracción de la luz. Ley de Snell.
20.3 Estructura básica del cable de fibra óptica.
20.4 Clasificación del cable de fibra óptica (por modos y tipo de perfil).
20.5 Distintos tipos de Fibra Optica.
20.6 Usos en la Industria, en Sistemas de Comunicación, etc.
20.7 Fuentes y receptores usados con fibra óptica.

[Volver...](#)

NOTA: Esta Planificación de la materia se realizó en el año 1986 para facilitar la enseñanza y su correspondiente aprendizaje.

Gracias a la participación de los Alumnos y para cumplir con las características de: Flexibilidad, Continuidad, Unidad y Realidad de todo Plan, se actualizó y modificó según las necesidades.

La Cátedra agradece cualquier observación para mejorarla.

CONDICIONES DE REGULARIZACION

1.- **ASISTENCIA A CLASES TEORICAS Y AL 80% DE LAS CLASES PRACTICAS CON UNA PARTICIPACION ACTIVA;** con el objeto de extraer el máximo rendimiento del tiempo en que desarrolla la clase, adquirir los conceptos fundamentales, habilidad y destreza en sus aplicaciones, asentar en apuntes todo lo que se trata en el aula y lograr una comunicación fluida con el Docente para permitir que en el proceso “ENSEÑANZA-APRENDIZAJE”, exista una realimentación permanente que mantenga orientada la clase al objetivo planificado.

2.- **POSEER UNA CARPETA DE TRABAJOS PRACTICOS; CON EL 100% DE LOS EJERCICIOS CORRECTAMENTE RESUELTOS Y LAS 5 HOJAS DE LA PLANIFICACION DE LA MATERIA;** para que sirva de guía en el momento de estudiar la Materia antes de la evaluación final y que su presentación y prolijidad, refleje el nivel óptimo de un Estudiante Universitario.

3.- **a) Tener aprobado el 1^{er} Parcial o su Recuperatorio.**

b) Tener aprobado el 2^{do} Parcial o su Recuperatorio.

Para evaluar la asimilación de los temas tratados y reorientar el aprendizaje, corrigiendo, completando o mejorando lo que se está haciendo.

La **promoción de los prácticos** se logrará obteniendo un 8 (ocho) de promedio o mas en las evaluaciones parciales. Esta promoción tendrá vigencia hasta el último turno de Feb-Mar transcurrido un año de obtenida.

Este último punto podrá ser modificado, según la participación, la elaboración de conclusiones personales o grupales, la habilidad para interpretar , razonar , analizar y resolver problemas por parte del alumnado, pues si se realiza una evaluación continua, no será necesaria la evaluación parcial.

NOTA: Estas condiciones dejaran de serlas, cuando se tome plena conciencia de que la participación activa, crítica y responsable en las aulas y el trabajo fuera de ella, son necesarias para formar verdaderos profesionales que estén en condiciones de conocer y cambiar la realidad.

UTN FAC. REG. CBA.	MEDIOS DE ENLACE	 AÑO 2000
	<i>PROGRAMACION DE LA MATERIA</i>	

ING. ANTONIO M. GARCIA ABAD

[Volver al Inicio](#)