



San Francisco, 20 de diciembre de 2023

VISTO la Resolución de Consejo Directivo N° 481/2022, la Ordenanza N° 1549 y el proceso de acreditación de carreras de grado solicitado por CONEAU, y

CONSIDERANDO:

Que la Resolución de Consejo Directivo N° 481/2022 aprueba el nuevo modelo de planificación que incluye el programa analítico utilizado por la Facultad Regional San Francisco.

Que la Ordenanza 1549 Reglamento de Estudio para todas las carreras de grado de la UTN, en su artículo 8.2.1 establece "El programa sobre el cual versará la instancia de evaluación final será el programa analítico completo de la asignatura, aprobado por el Consejo Directivo y vigente al momento de rendir".

Que el sistema de CONEAU Global solicita como anexo en la sección de las materias curriculares de cada carrera, la carga del programa analítico, desprendido de la planificación de la asignatura.

Que el Departamento de Ingeniería Electrónica elevó los programas analíticos de las asignaturas correspondientes al Plan 2023 para su aprobación.

Que la Comisión de Enseñanza del Consejo Directivo de la Facultad Regional San Francisco, analiza la propuesta y avala la solicitud.

Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto Universitario.

Por ello,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL SAN FRANCISCO  
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- Aprobar el Programa Analítico de la asignatura Medios de Enlace, de la carrera Ingeniería Electrónica, Plan 2023, Ordenanza N° 1849 del Diseño Curricular, 3° nivel, cuya carga horaria anual es de 4 hs. y con régimen de dictado anual, según ANEXO I que se adjunta a la presente.

ARTÍCULO 2°.- Regístrese, comuníquese, cumplido archívese.

RESOLUCIÓN CD N°: 739/2023

  
Ing. JUAN C. CALLONI  
Secretario  
Académico

  
Ing. Alberto R. TOLOSA  
Decano

**Carrera:**

**Ingeniería Electrónica**

**Asignatura**

**Medios de Enlace**

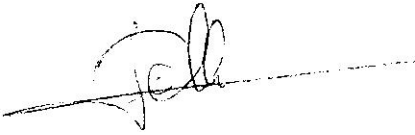
**PROGRAMA ANALÍTICO**

**PLAN 2023**



## Contenido

1. Datos administrativos de la asignatura ..... 2
2. Programa analítico eje/unidad ..... 3

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. L.', is written over a horizontal dashed line.

## 1. DATOS ADMINISTRATIVOS DE LA ASIGNATURA

<b>Departamento:</b>	Ingeniería Electrónica.
<b>Carrera/as:</b>	Ingeniería Electrónica.
<b>Asignatura:</b>	Medios de Enlace
<b>Nivel de la carrera</b>	Tercer Nivel
<b>Duración</b>	128 hs cátedras
<b>Bloque curricular:</b>	Tecnologías Básicas
<b>Régimen:</b>	Anual
<b>Área:</b>	Sistemas de Comunicaciones



## **2. PROGRAMA ANALÍTICO EJE/UNIDAD**

### **Contenidos mínimos según Ordenanza 1849**

- Campos electrostáticos. Ecuaciones de Maxwell.
- Ecuaciones de Onda. Ondas planas.
- Guías de onda. Modos.
- Líneas de transmisión.
- El ábaco de Smith y su uso.
- Potencia en las líneas de transmisión.
- Fibras ópticas. Transmisión por fibra óptica.
- Radiación Electromagnética.
- Antenas.

### **Eje Temático N° 1:      **TEORÍA DE CAMPOS \_ ANÁLISIS Y CÁLCULO VECTORIAL****

#### **Unidad 1: Álgebra vectorial.**

- a. Magnitudes escalares y vectoriales.
- b. Vectores.
- c. Campos vectoriales y escalares.
- d. Operaciones vectoriales.

#### **Unidad 2: Operadores y campos.**

- a. Representación de campos escalares y vectoriales.
- b. Gradiente de un campo escalar.
- c. Divergencia de un campo vectorial.
- d. Rotor de un campo vectorial.
- e. Operador diferencial de Hamilton ( $\nabla$ ).

#### **Unidad 3: Aplicación en campos bidimensionales.**

- a. Operaciones con el operador  $\nabla$ .
- b. Teoremas de integración.
- c. Teorema de la divergencia - Fórmula de Gauss.
- d. Teorema del rotor - Fórmula de Stokes.
- e. Consideraciones resultantes de la aplicación del análisis vectorial.
- f. Coordenadas curvilíneas, Coordenadas cilíndricas y esféricas.

### **Eje Temático N° 2:      **CONCEPTOS BÁSICOS DE LA TEORÍA DE CAMPOS****

#### **Unidad 4: Campo Eléctrico**

- a) El concepto de campo.
- b) Campos y circuitos.
- c) Valoración de un campo electrostático por sus efectos.
- d) Campo electrostático y campo eléctrico.



- e) Existencia del campo eléctrico.
- f) Líneas de fuerza.
- g) Energía asociada al campo electrostático.
- h) Concepto de permitividad.
- i) Flujo del campo electrostático.
- j) Desplazamiento electrostático.
- k) Teorema de Gauss.
- l) Generalización del concepto de desplazamiento electrostático.

**Eje Temático N° 3: CAMPO ELÉCTRICO ESTACIONARIO**

**Unidad 5: Campo Eléctrico Estacionario**

- a. Ecuaciones de Poisson y Laplace.
- b. Distribuciones de campo eléctrico.
- c. Distribución en materiales conductores.
- d. Campo de una esfera.
- e. Esferas concéntricas.
- f. Distribución de una placa de grandes dimensiones.
- g. Distribución entre dos placas.
- h. Distribución de un hilo conductor.
- i. Distribución de una espira circular.
- j. Distribución de conductores paralelos.
- k. Superficies equipotenciales.
- l. Campo de un dipolo.
- m. Condiciones de contorno entre dieléctricos.

Capacidad.

- n. Condensador de placas paralelas.
- o. Condensador esférico.
- p. Capacidad entre conductores concéntricos.
- q. Capacidad entre conductores paralelos.
- r. Método de las imágenes.
- s. Polarización y susceptibilidad eléctrica.
- t. Ley de Coulomb.
- u. Potencial integral.
- v. Energía electrostática en medios dieléctricos.
- w. Relaciones entre energía y fuerzas en el campo electrostático.

**Eje Temático N° 4: CORRIENTE ELÉCTRICA**

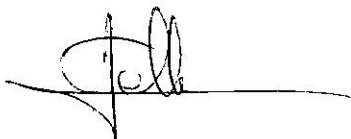
**Unidad 6: Corriente Eléctrica**

- a. Intensidad de corriente.
- b. Ley de Ohm.
- c. Leyes de Kirchhoff.
- d. Corriente de desplazamiento.
- e. Fuerza electromotriz.

**Eje Temático N° 5: CORRIENTE ELÉCTRICA**

**Unidad 7: Campo Magnético**

- a. Densidad de flujo magnético  $B$ .
- b. Interacción magnética con cargas en movimiento.



- c. Fuerza sobre una carga móvil.
- d. Fuerza sobre un conductor que transporta una corriente.
- e. Fuerza electromotriz producida por el movimiento.
- f. Excitación magnética  $H$ .
- g. Ley de Ampère.
- h. Potencial vectorial magnético  $A$ .
- i. Campo magnético de un elemento de corriente – Ley de Biot y Savart.
- j. Campo magnético creado por una espira.
- k. Fuerza entre conductores paralelos.

**Eje Temático N° 6: INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA**

**Unidad 8:** Inducción Electromagnética

- a. Ley de Faraday.
- b. Ley de Lenz.
- c. Energía en un campo magnético.
- d. Coeficiente de autoinducción  $L$ .
- e. Coeficiente de inductancia mutua  $M$ .

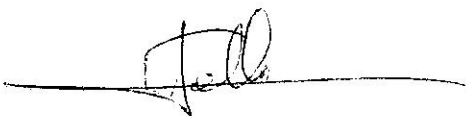
**Eje Temático N° 7: CAMPOS Y ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS**

**Unidad 9:** Ecuaciones de Maxwell.

- a. Definición de Ecuaciones de Maxwell.
- b. Ecuaciones de Maxwell para campos variables armónicamente.

**Unidad 10:** Ecuaciones de Onda.

- a. Ondas electromagnéticas.
  - 1. Concepto de onda.
  - 2. Radiación de la onda electromagnética.
  - 3. Onda electromagnética plana.
  - 4. Caracterización de una onda.
- b. Ecuaciones de onda en un medio dieléctrico perfecto.
- c. Introducción.
- d. Propagación de la onda.
- e. Análisis para campos variables armónicamente con el tiempo.
- f. Generalización de las ecuaciones de campo electromagnético.
- g. Concepto de vector de onda  $k$ .
- h. Ecuaciones de Maxwell – Lorentz.
- i. Ecuación del telegrafista.
- j. Propagación de la energía.
- k. Teorema de Poynting.
- l. Relaciones de potencia.
- m. Polarización de una onda plana.



**Eje Temático N° 8: CAMPOS ELECTROMAGNÉTICO EN PRESENCIA DE MATERIA**

**Unidad 11: Propagación de Onda**

- a. Ecuaciones de onda en medios disipativos.
- b. Propagación de la onda.
- c. Velocidades de propagación de la onda electromagnética.
  - 1. Velocidad de fase.
  - 2. Velocidad de grupo. Concepto de vector portador de información.
- d. Propagación en medios con pérdidas.
  - 1. Propagación de ondas planas en un dieléctrico de bajas pérdidas.
  - 2. Propagación de ondas planas en un buen conductor.
  - 3. Profundidad de penetración.
- e. Condiciones límites o de contorno para el campo electromagnético.
  - 1. Propagación en el entorno terrestre.
  - 2. Componentes normales de los vectores de campo.
  - 3. Componentes tangenciales de los vectores de campo.
  - 4. Corriente laminar en el límite de separación.
  - 5. Resumen de las condiciones generales de contorno.
  - 6. Condiciones de contorno para un conductor.
  - f. Incidencia de ondas planas sobre obstáculos.
- g. Introducción. Conceptos de coeficientes de reflexión y transmisión.

**Unidad 12: Reflexión**

- a. Reflexión en un conductor perfecto.
- b. Reflexión dieléctrica.
- c. Reflexión en un semiconductor.
- d. Reflexión oblicua.

**Eje Temático N° 9: GUÍA DE ONDA**

**Unidad 13: Guías de Onda**

- a. Ondas guiadas.
- b. Guía de onda rectangular.
- c. Velocidad de propagación dentro de la guía de onda.
- d. Velocidad de grupo, Velocidad de fase.
- e. Aplicación de las ecuaciones de Maxwell.
- f. Solución general para una guía de onda rectangular.
- g. Onda transversal eléctrica (TE).
- h. Onda transversal magnética (TM).
- i. Frecuencia de corte.
- j. Guías de onda cilíndricas
- k. Guías de onda de transmisión y de recepción.
- l. Guías y líneas.



**Eje Temático N° 10: LÍNEAS DE TRANSMISIÓN**

**Unidad 14: Parámetros distribuidos de una Líneas de Transmisión**


- a. Parámetros distribuidos de una línea.
- b. Ecuación general de una línea de transmisión.
- c. Reflexiones.
- d. Línea sin reflexiones.
- e. Características de las ondas progresivas.
- f. Variación de  $Z_0$ ,  $\alpha$  y  $\beta$  con la frecuencia.
- g. La línea sin distorsión.
- h. Velocidades de fase y de grupo.

**Unidad 15: Constantes en líneas de dos conductores. Líneas con Reflexiones**

- a. Efecto pelicular.
- b. Impedancia interna.
- c. Impedancia interna de un conductor plano.
- d. Impedancia interna de un conductor cilíndrico.
- e. Campo alrededor de un conductor cilíndrico largo.
- f. Las constantes en líneas de alambres paralelos.
- g. Las constantes de líneas: Coaxiales y Cintas paralelas.
- h. La línea con reflexiones. Formas exponenciales para la solución de régimen.
- i. Interferencia y modelo de onda estacionaria.
- j. Medición de las características de líneas.

**Unidad 16: Mediciones y Adaptaciones de Impedancia en Líneas de Tx**

- a. Relación de onda estacionaria.
- b. Impedancia de líneas sin pérdidas.
- c. Líneas de  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{1}{4}$  longitud de onda.
- d. Impedancia cerca de la resonancia y de la antirresonancia.
- e. El Q de las líneas resonantes y antirresonantes.
- f. Mediciones en radiofrecuencia.
- g. Medición de ondas estacionarias.
- h. Medición de la longitud de onda.
- i. Medición de impedancias con una línea de transmisión.
- j. Adaptación de impedancias.
  1. El transformador de  $\frac{1}{4}$  longitud de onda.
  2. El sintonizador de simple stub.
  3. Sintonizadores de doble stub.
- j. Mediciones en radiofrecuencia.
- k. ÁBACO DE SMITH
  1. El coeficiente de reflexión y la impedancia de la línea.
  2. Ábacos, rectangular y circular para las líneas de transmisión.
  3. Cálculo de la impedancia de la línea.
  4. Cálculo de corrientes y tensiones en la línea.
  5. Admitancia de la línea.



**Eje Temático N° 11: RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA - ANTENAS**

**Unidad 17: Bases Teóricas**

- a. Potenciales dinámicos.
- b. Potenciales retardados.
- c. Sistema simple de radiación.
- d. Campo de radiación.
- e. La onda esférica.
- f. Ondas en la ionosfera.
- g. Velocidad de grupo y velocidad de fase.
  1. Ondas en una región ionizada.
  2. Reflexión normal y oblicua.

**Unidad 18: Antenas**

- a. Introducción a las antenas.
- b. Antenas cortas.
- c. Antena de  $\frac{1}{2}$  longitud de onda.
- d. Diagrama polar de radiación.
- e. Potencia emitida por una antena.
- f. Resistencia de radiación.
- g. Antenas sin contacto a tierra.
- h. Antena con toma de tierra.
- i. Sistema de antenas.
- j. Cálculo y Diseño de Antenas.

**Eje Temático N° 12: FIBRAS ÓPTICAS**

**Unidad 19: Fibras Ópticas**

- a. Física de la luz, Reflexión, Refracción, Reflexión total, Apertura numérica. Propagación de la luz en el conductor de fibra óptica.
- b. Tipos de fibra.
- c. Perfiles de los conductores de fibras ópticas (Escalonado, Gradual, Múltiple).
- d. Parámetros y métodos de medición de los conductores de fibra óptica.
- e. Condiciones de excitación.
- f. Atenuación.
- g. Ancho de banda.
- h. Dispersión cromática
- i. Longitud de onda límite.
- j. Diámetro del campo.
- k. Campo cercano y dimensiones geométricas.
- l. Campo lejano.
- m. Fabricación de la Fibra Óptica.
- n. Dispositivos Emisores y Receptores.
- o. Fuentes Luminosas.
- p. Detectores de luz.
- q. Componentes de los conductores de Fibras Ópticas.
- r. Ventajas y desventajas del uso de Fibras Ópticas.

