



San Francisco, 18 de diciembre de 2024

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 Sistemas de Comunicaciones, de la carrera Ingeniería Electrónica, Plan 2023, Ordenanza N° 1849 del Diseño Curricular, 4º 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°: 917/2024

  
Ing. JUAN C. CALLONI  
Secretario  
Académico

  
Ing. Alberto R. TOLOSA  
Decano



**Carrera:**

**Ing. Electrónica**

**Asignatura**

**Sistema de Comunicaciones**

**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 'G. All', with a long horizontal line extending to the right.

## 1. DATOS ADMINISTRATIVOS DE LA ASIGNATURA

|                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| <b>Departamento:</b>       | Ing. Electrónica          |
| <b>Carrera/as:</b>         | Ing. Electrónica          |
| <b>Asignatura:</b>         | Sistema de comunicaciones |
| <b>Nivel de la carrera</b> | Cuarto Nivel              |
| <b>Duración</b>            | 128 hs cátedras           |
| <b>Bloque curricular:</b>  | Tecnologías Aplicadas     |
| <b>Régimen:</b>            | Anual                     |
| <b>Área:</b>               | Comunicaciones            |



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

Contenidos mínimos (según ordenanza 1849):

- Introducción a los sistemas de comunicaciones
- Análisis de señales y sistemas lineales
- Concepto de envolvente compleja
- Modulación lineal
- Modulación exponencial
- Modulación de pulsos
- Ruido en modulaciones analógicas
- Modulación digital
- Ruido en modulaciones digitales.
- Teoría de la información.
- Inter comparación de sistemas

### **Eje Temático N° 1: Introducción a las comunicaciones**

#### **Unidad N°1: Introducción a las comunicaciones**

Comunicación, mensajes y señales. Los elementos de un sistema de comunicación. Modulación. Fundamentos del uso de la modulación. Limitaciones fundamentales en la comunicación eléctrica. Concepto y uso racional del espectro. Organismos de control del espectro.

#### **Unidad N°2: Análisis de señales y sistemas**

Espectros de amplitud y fase. Densidad espectral. Propiedades de la Transformación de Fourier. Teorema de convolución en el tiempo y en frecuencia. Convolución. Función impulso. Transformadas de funciones periódicas. La función muestreo ideal. Espectros de potencia. Correlación y auto correlación. Función densidad espectral de potencia. Transformada de Hilbert. Respuesta al impulso del desfasados en cuadratura (DEC). La función analítica. Deducción de la expresión analítica de BLU. Concepto de envolvente compleja.

### **Eje Temático N° 2: Métodos de modulación**

#### **Unidad N°3: modulación lineal**

Modulación lineal: análisis de los distintos tipos: AM; DBL; BLU; Banda lateral vestigial y su aplicación en televisión. Distintos tipos de moduladores: balanceado, en anillo, de producto, por desplazamiento de fase. Formas de onda, expresiones analíticas, espectros de frecuencia, anchos de banda y potencias. Detectores lineales: distintos tipos. Detección sincrónica: errores de



frecuencia y fase en DBL y en BLU. Conversores de frecuencia. Diagrama en bloques de Transmisores y receptores de AM, Superheterodino.

#### **Unidad N°4: modulación exponencial**

Modulación en frecuencia y en fase. Modulación multitono. Formas de onda, expresiones analíticas, espectros de frecuencia de banda ancha y banda angosta; anchos de banda y potencias. Distintos tipos de moduladores y detectores. Multiplicadores de frecuencia. Diagrama en bloques de Transmisores y Receptores. Transmisión y recepción de FM estereo.

#### **Unidad N°5: modulación de pulsos.**

Teorema del muestreo. Muestreo ideal y muestreo natural. Modulación y detección de un tren de pulsos en forma analógica, diagramas en bloques. Múltiplex de tiempo. Anchos de banda. Modulación y detección de pulsos codificados (PCM). Error de cuantificación, relación S/N en PCM, ruido errático y umbral de error. Companding. Modulación Delta y Delta adaptativa. Diagramas en bloques, anchos de banda. Codificación de línea. Múltiplex de tiempo en PCM. Jerarquías, anchos de banda y tasa de información.

#### **Unidad N°6: ruido en modulaciones analógicas**

Ruido y radio interferencias. Distintas fuentes características. Ruido blanco y ruido de banda angosta, características y expresiones analíticas. Ruido en receptores: potencia disponible de ruido; temperatura de ruido; factor de ruido. Relación señal a ruido.

#### **Unidad N°7: modulación digital**

OOK, ASK, BPSK, QPSK, Pi/4-QPSK, OQPSK, M-PSK, M-QAM. Constelaciones. Espectros y anchos de banda. Velocidad de señalización y tasa de información. Transmisión y detección de señales digitales, diagramas en bloques. BFSK, M-FSK: espectros y anchos de banda. Transmisión y recepción. MSK, GMSK: espectros y anchos de banda. Transmisión y recepción. OFDM, introducción a la OFDM. Concepto de espectro expandido, acceso múltiple por división de código. Correlación entre dos señales. Formas de implementación, transmisión en secuencia directa (BPSK-DS-SS) y transmisión por saltos de frecuencia (FH-SS).

#### **Unidad N°8: ruido en modulaciones digitales**

Ruido en modulaciones digitales. Diferencia respecto al ruido de modulaciones analógicas. Técnicas de estimación de la relación señal ruido en modulaciones digitales.

#### **Unidad N°9: Teoría de la información.**



Medida de la información. Entropía de una fuente de información. Tasas de información. Código compacto. Códigos de detección de error. Canal de comunicación. Capacidad del canal con ruido. Ancho de banda e intercambio con la relación S/R. Capacidad máxima. Expresión de Hartley-Shannon. El sistema ideal de comunicaciones. Comparación con los demás sistemas estudiados.

### **Unidad N°10: Inter comparación de sistemas**

Descripción estadística del ruido de banda angosta. Obtención de las expresiones de S/R para Modulación lineal. Efectos de la inclusión de la portadora. Efecto umbral. Interferencia y ruido en modulación Exponencial. Obtención de las expresiones de S/R en PM y FM. Modulación por codificación de pulsos: ruido de cuantificación, ruido por error de bit. Obtención de la expresión de S/R. Obtención de las expresiones de probabilidad de error, tasa de bits errados (BER) en señales digitales, señalización unipolar NRZ, polar NRZ. Obtención de las expresiones de probabilidad de error, tasa de bits errados (BER) en modulaciones digitales, OOK, ASK, BPSK, BFSK, QPSK. Errores en la detección, principales fuentes. Probabilidad de error y relación S/R. Inter comparación de sistemas, analógicos y digitales. Ventajas y desventajas.

