



7007

Universidad Nacional de Moreno  
Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología

MORENO, 18 AGO 2017

VISTO el Expediente N° UNM:0000129/2014 del Registro de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MORENO; y

CONSIDERANDO:

Que el REGLAMENTO GENERAL ACADÉMICO, aprobado por Resolución UNM-R N° 37/10 y sus modificatorias, el que fuera ratificado por el Acta de la Sesión Ordinaria N° 01/13 del CONSEJO SUPERIOR de fecha 25 de junio de 2013, establece el procedimiento para la aprobación de las obligaciones curriculares que integran los Planes de Estudios de las carreras que dicta esta UNIVERSIDAD NACIONAL.

Que por Disposición UNM-DCAyT N° 07/14, se aprobó el Programa de la asignatura: SISTEMAS DE COMUNICACIONES I (2045R), del ÁREA: REDES, correspondiente al CICLO DE FORMACIÓN SUPERIOR de la Carrera INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, del DEPARTAMENTO DE CIENCIAS APLICADAS Y TECNOLOGÍA de esta UNIVERSIDAD, con vigencia a partir del 1° Cuatrimestre del Ciclo Lectivo 2014.

Que conforme lo dispuesto en el citado REGLAMENTO GENERAL, se ha evaluado una nueva propuesta de Programa de la asignatura antes referida y en sustitución del vigente,

7007

aconsejando su aprobación con vigencia a partir del 1er cuatrimestre del ciclo lectivo 2017, a tenor de la necesidad de introducir cambios de interés académico y en armonía con el resto de las obligaciones curriculares.

Que la SECRETARÍA ACADÉMICA de la UNIVERSIDAD ha emitido opinión favorable, de conformidad con lo previsto en el artículo 3° de la Parte I del citado REGLAMENTO GENERAL, por cuanto dicho programa se ajusta a las definiciones enunciadas en el artículo 4° de la Parte I del REGLAMENTO en cuestión, así como también, respecto de las demás disposiciones reglamentarias previstas en el mismo.

Que la SUBSECRETARÍA LEGAL Y TÉCNICA ha tomado la intervención de su competencia.

Que el CONSEJO del DEPARTAMENTO DE CIENCIAS APLICADAS Y TECNOLOGÍA, en sesión de fecha 30 de mayo de 2017, trató y aprobó la modificación del programa propuesto, conforme lo establecido en el artículo 2° de la Parte I del REGLAMENTO GENERAL ACADÉMICO.

Por ello,

El CONSEJO del DEPARTAMENTO DE CIENCIAS APLICADAS Y TECNOLOGÍA

DISPONE:

ARTÍCULO 1°.- Dejar sin efecto, a partir del 1er Cuatrimestre de Ciclo Lectivo 2017, la Disposición UNM-DCAyT N° 07/14.





**Universidad Nacional de Moreno**  
**Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología**

ARTÍCULO 2º.- Aprobar el Programa de la asignatura: SISTEMAS DE COMUNICACIONES I (2045R), del ÁREA: REDES, correspondiente al CICLO DE FORMACIÓN SUPERIOR de la Carrera INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, del DEPARTAMENTO DE CIENCIAS APLICADAS Y TECNOLOGÍA de esta UNIVERSIDAD, con vigencia a partir del 1er Cuatrimestre del Ciclo Lectivo 2017, el que como Anexo I forma parte integrante de la presente Disposición.

ARTÍCULO 3º.- Regístrese, comuníquese, dese a la SECRETARÍA ACADÉMICA a sus efectos y archívese.-

DISPOSICIÓN UNM-DCAyT N° **07-17**

9

  
MG. JORGE L. ETCHARRÁN  
Director - Decano  
Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MORENO



70 07

**Universidad Nacional de Moreno**  
**Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología**

**ANEXO I**

**Universidad Nacional de Moreno**  
**Asignatura: SISTEMAS DE COMUNICACIONES I (2045 R)**

**Carrera:** INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA (Plan de estudios aprobado por Resolución UNM-R N° 21/10 y sus modificatorias UNM-R N° 407/11 y UNM-R N°39/16)<sup>1</sup>

**Área:** Redes

**Trayecto curricular:** Ciclo Superior

**Período:** 7° y 8° Cuatrimestre - Año 4

**Carga horaria:** 160 (ciento sesenta) horas

**Vigencia:** A partir del 1° Cuatrimestre 2017.

**Clases:** 32 (Treinta y Dos)

**Régimen:** de regularidad o libre

**Responsable de la asignatura:** GIUFFRIDA PEDRO

**Programa elaborado por:** Pedro Giuffrida, y Gabriel Venturino

**FUNDAMENTACIÓN:**

Teniendo en cuenta que se trata de una asignatura de introducción a los sistemas de comunicaciones, de acuerdo con la bibliografía básica utilizada en la mayor parte del mundo y el plan de estudios vigente, el énfasis está puesto en la comprensión de los sistemas de modulación, los distintos sistemas múltiplex que en base a ello se realizan y su comportamiento frente a la relación entre la potencia de la señal y la potencia de ruido y sus respectivos anchos de banda. Como conclusión e integración se estudia la teoría de la información con un nivel de abstracción que permita el abordaje de nuevos temas pero al mismo tiempo con un nivel de especificidad que facilite y muestre su aplicación a recientes sistemas prácticos y servicios que se brindan en la actualidad

**OBJETIVOS GENERALES:**

- Aprender a modelar y analizar sistemas de comunicación punto a punto.
- Incorporar los elementos principales y las herramientas para estudiarlos y trabajar con estos sistemas (o similares).

<sup>1</sup> Se encuentra autorizado por Resol. 2287/13 y 2288/13 del MINISTERIO DE EDUCACIÓN

- Comprender las funciones básicas necesarias para cualquier sistema de comunicación: Codificación de Fuente, Transmisión en Banda Base y Modulación Pasabanda.

### **CONTENIDOS MÍNIMOS:**

Análisis Espectral. Aplicación de operadores matemáticos a los sistemas de comunicaciones. Fourier. Los sistemas de comunicaciones. Shannon. Desorden o entropía de la fuente. Entropía del Canal. El ruido como factor contaminante. El Medio Físico de Enlace (MFE). Modulación. Portadora continua y modulante digital (modulación en Banda Ancha WBM). Portadora digital y modulante digital (modulación en Banda Base BBM). Portadora digital y modulante analógica: modulación de pulsos en amplitud PCM, en ancho 9WPM y en posición PPM. Técnicas de Modulación Analógicas. AMDBLCP y AMDBLSP. Técnicas de Modulación Digital. Modulación en Banda Ancha WBM: ASK, PSK, DPSK, QPSK, DQPSK, FSK y xQAM. Modulación en Banda Base BBM. Códigos Manchester, Pseudo Ternario, xB/yB. NRTZ y RTZ. El Ruido Electromagnético. La relación Señal/Ruido y la figura y cifra de ruido. El Ruido en la transmisión digital de la información. El ruido en la transmisión en Banda Base. Técnicas de Multiplexación. FDM, TDM, WDM, DWDM, El proceso de detección. Amplificadores de Banda Base.

### **PROGRAMA**

#### **UNIDAD 1: ANALISIS ESPECTRAL**

Aplicación de operadores matemáticos a los sistemas de comunicaciones. Serie de Fourier. Transformada de Fourier. La función muestreo. Respuesta de un sistema lineal. Potencia normalizada en una expansión de Fourier. Densidad espectral de potencia. Convolución. Teorema de Parseval. Potencia y energía transferida a través de una red. Correlación entre señales. Autocorrelación. Autocorrelación de una señal periódica. Autocorrelación de señales no periódicas. Señales de energía finita.

#### **UNIDAD 2: LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES**

Sistemas de comunicaciones: Definición y componentes. Tipos de señales. Primer Teorema de Shannon o Teorema de Muestreo. Aplicación a los Sistemas de Comunicaciones. Diagrama bloques de un sistema de comunicaciones generalizado. Fuente de información. Desorden o entropía de la fuente. Entropía del Canal: Los códigos de los sistemas de comunicaciones. El ruido como factor contaminante. Ruidos endógenos y exógenos.

91



5007

**Universidad Nacional de Moreno**  
**Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología**

Acciones de protección contra la acción de los distintos tipos de ruido. El Medio Físico de Enlace (MFE): Distintos tipos. Acción del ruido en los distintos MFE.

**UNIDAD 3: MODULACIÓN**

La modulación como proceso de incorporación de la información a una portadora. Distintos métodos de modulación: Portadora continua y modulante continua (modulación analógica). Portadora continua y modulante digital (modulación en Banda Ancha WBM). Portadora digital y modulante digital (modulación en Banda Base BBM). Portadora digital y modulante analógica: modulación de pulsos en amplitud PCM, en ancho WPM y en posición PPM. Procesos a través de los cuales se implementan los métodos citados de modulación.

**UNIDAD 4: TÉCNICAS DE MODULACIÓN ANALÓGICAS**

Modulación Analógica: Modulación de amplitud en doble banda lateral con portadora AMDBLCP. Con portadora suprimida AMDBLSP. En banda lateral única BLU. En banda lateral vestigial AMDBLVT. En banda lateral independiente BLI. Consideración en el dominio del tiempo, dominio de frecuencia y dominio de las fases. Comparación entre las distintas técnicas. Modulación angular de frecuencia y fase. Diferencias. Potencia de las bandas laterales y ancho de banda.

**UNIDAD 5: TÉCNICAS DE MODULACIÓN DIGITAL**

Transmisión digital de la información. Modulación en Banda Ancha WBM: ASK, PSK, DPSK, QPSK, DQPSK, FSK y xQAM. Comparación entre las distintas técnicas. Velocidad de Modulación en baudios y Velocidad de Transmisión en bits por segundo. Su relación.

Modulación en Banda Base BBM. Códigos Manchester, Pseudo Ternario, xB/yB. NRTZ y RTZ. Lógicas negativa y positiva. Polaridades. Modulación MIC de codificación directa y MIC incremental (MIC delta)

**UNIDAD 6: EL RUIDO ELECTROMAGNÉTICO**

Fuentes de ruido electromagnético: El ruido natural o gausseano. Ruidos endógenos y exógenos. Ruidos industriales o inteligentes. Ruidos propios del habitat. Ruidos cósmicos. Comportamiento estadístico de los distintos tipos de ruidos según su origen. Representación matemática del ruido. Superposición de ruidos. El ruido endógeno: ruido de granalla o shot y los ruidos térmicos. Determinación cuantitativa del

ruido térmico resistivo. La relación Señal/Ruido y la figura y cifra de ruido. La figura de ruido en los sistemas de modulación de amplitud y angular. Comparación entre la AM y la FM. El umbral en FM. Acción de los distintos ruidos según su origen y su comportamiento en el dominio de la frecuencia.

#### **UNIDAD 7: EL RUIDO EN LA TRANSMISIÓN DIGITAL DE LA INFORMACIÓN**

Probabilidad de error de bit (BER). El ruido en la transmisión en Banda Base. El filtro matched como óptimo filtro de entrada a un receptor. Optimización de la relación S/R. Sistema de detección coherente. La acción del ruido en la los diferentes técnicas de modulación de Banda Ancha (WBM). Comparación entre las técnicas de modulación en Banda Ancha. El BER en función de la relación Señal a Ruido (S/R).

#### **UNIDAD 8: TÉCNICAS DE MULTIPLEXACIÓN**

Técnicas de multiplexado. Multiplexación por división de frecuencia (FDM). Multiplexado por división de tiempo (TDM). Multiplexado por división de longitud de onda (WDM) y multiplexado por división de onda densa (DWDM). Aplicaciones prácticas. La telefonía plesiócrona. Multiplexores típicos. Redes de fibra óptica sumergida. Proyecto PON y e-Mergia. Técnicas fotónicas. Los amplificadores EDFA (Erbio Dopping Fiber Amplifier). Los sistemas SDH (System Digital Hierarchy). SONET (System Optical Networks).

#### **UNIDAD 9: EL PROCESO DE DETECCIÓN**

Receptor generalizado para la detección de modulación analógica. Detección de envuelta, de producto y de fase. La detección en la modulación de señales digitales. Integrador. Filtros matched. Correladores. Amplificadores de Banda Base. Sistema de recepción coherente. Correlación entre señales. Los sistemas de detección y su comportamiento frente a la acción del ruido. Probabilidad de error de bit por acción del ruido de naturaleza gausseana. Detección no coherente, Detección diferencial.

#### **UNIDAD 10: MODULACIÓN DE ESPECTRO EXPANDIDO**

Su aplicación a CDMA, Acceso Múltiple por División de Código. Correlación de dos señales. Transmisión en secuencia directa. Transmisión por salto de frecuencia. Modulación OFDM (orthogonal frequency-deviation multiplexing)





70 07

**Universidad Nacional de Moreno**  
**Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología**

**BIBLIOGRAFÍA:**

**Bibliografía Obligatoria**

- o Communication System. Bruce Carlson, Paul Crilly. 2010. Mc Graw Hills, New York EEUU
  
- o Digital and Analog Communications Systems. Leon Couch II. 2013. Pearson Education Inc., New Jersey
- o Communication Systems. Simon Haykin. 2001. John Wiley an Sons, Inc. New York

**Bibliografía complementaria**

- o Digital Communications. John Proakis, Masoud Salehi. 2008. Mc Graw Hills, New York
- o Digital Modulation Techniques. Fuquin Xiong. 2006. Artech House, Maryland
- o Digital Communication Systems. Simon Haykins. 2014. John Wiley and Sons
- o Introduction to Analog and Digital Communications. Symon Haykin, Michael Moher. 2007. John Wiley and Sons
- o Scaum's outline of Theory and Problems of Analog and Digital Communications. Hwei Hsu. 2003. Mc Grau Hills
- o SIMULATION OF DIGITAL COMMUNICATION SYSTEMS USING MATLAB. Mathuranathan Viswanathan. 2013. Mathuranathan Viswanathan at Amazon

**OBJETIVOS DE APRENDIZAJE:**

Conocer los principios teóricos y las herramientas de cálculo necesarias para la comprensión y el análisis de los sistemas de comunicaciones de tipo analógico y digital que soportan los servicios.

Comprender los diversos sistemas de comunicaciones, considerando en casos reales: frecuencias, tipos de modulación y ancho de banda de los mencionados sistemas (FM y AM Broadcasting, comunicaciones personales tipo Hand y o BLU, cuándo y por qué usar FM o PM, celulares, etc.)

**OBJETIVOS PEDAGÓGICOS:**

Obtener un conocimiento teórico de los diferentes sistemas de comunicaciones, las técnicas de modulación actuales y su metodología de implementación, pudiendo relacionar los mismos con sistemas de utilización reales.



Entender la influencia del ruido en la transmisión y recepción y, cómo poder discernir entre este y la información real permitiendo entender qué técnica de tratamiento de señal es la más apropiada para cada caso y necesidad de comunicación. Dar las herramientas necesarias para el procesamiento digital de señales.

#### **METODOLOGÍA DE TRABAJO:**

La materia se dicta con un enfoque teórico-práctico y se organiza a partir de clases teóricas que se completan con ejemplos de aplicación. En las clases prácticas, los alumnos resuelven la guía de problemas, y utilizan como herramienta el programa Matlab. La metodología de trabajo también implica la preparación y exposición por parte de los alumnos de un tema particular de la asignatura en base a la bibliografía contemplada.

Asimismo, se realiza al menos una visita a un Operador de Telecomunicaciones donde los especialistas explican a los estudiantes los diferentes sistemas utilizados, posibilitando que el alumno observe en el campo la realización de mediciones las distintas modulaciones que se desarrollaron en las clases teóricas.

#### **EVALUACIÓN Y APROBACIÓN:**

La evaluación consta de dos exámenes parciales y un examen final de carácter obligatorio. Los exámenes parciales se aprobarán con una nota mínima de cuatro (4) puntos, y una vez aprobada la entrega de los trabajos prácticos, el alumno tendrá derecho a rendir el examen final que se aprobará con un mínimo de cuatro (4) puntos.

El examen final se ajustará al programa vigente al momento de aprobación de su cursada.

El alumno podrá "recuperar" sus exámenes parciales en 3 (tres) fechas destinadas a tal efecto. Cada parcial podrá ser recuperado un máximo de 2 (dos) veces.

#### **RÉGIMEN DE APROBACIÓN:**

Para la aprobación del cursado de la materia se requiere:

► El 80% (ochenta por ciento), de asistencia a las clases y actividades presenciales de la cursada.



07

**Universidad Nacional de Moreno**  
**Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología**

El alumno deberá aprobar los trabajos prácticos de la cátedra.

➤ Regularización y examen final: Aprobación de las dos instancias de evaluación con mínimo de 4 (cuatro) puntos.

➤ En el caso que la asistencia fuera menor al 80% (ochenta por ciento), el alumno deberá recuperar la totalidad de sus exámenes parciales.

➤ La asignatura se podrá rendir en carácter de libre.

91