

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN**  
**FACULTAD POLITÉCNICA**  
**INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA**  
**ÉNFASIS EN TELEPROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN**  
**PLAN 2008**  
**PROGRAMA DE ESTUDIOS**

Resolución N° 17/20/06-00 Acta N° 1008/25/09/2017 - ANEXO 01

**I. - IDENTIFICACIÓN**

1.	Asignatura	: Comunicación por Satélite
2.	Semestre	: Noveno
3.	Horas semanales	: 5 horas
3.1.	Clases teóricas	: 3 horas
3.2.	Clases prácticas	: 2 horas
4.	Total real de horas disponibles	: 80 horas
4.1.	Clases teóricas	: 48 horas
4.2.	Clases prácticas	: 32 horas

**II. - JUSTIFICACIÓN**

Teniendo presente que toda comunicación implica la interacción de un transmisor, un medio y un receptor, este ámbito tecnológico de comunicación impone un conocimiento acabado de cada uno de estos elementos.

La asignatura está orientada a proporcionar el conocimiento técnico científico necesario de cada uno de estos elementos que en la comunicación por satélite se traducen en: Estaciones terrenas transmisoras y receptoras, la atmósfera como medio de propagación electromagnética y el satélite como elemento principal para establecer la comunicación, interactuando con el medio, el trasmisor y receptor.

**III. - OBJETIVOS**

1. Describir los aspectos básicos y aplicados de la tecnología de comunicaciones por satélite.
2. Resolver cálculos de enlace satelital en sistemas Geoestacionarios.
3. Dimensionar una estación terrena acorde a las necesidades de la comunicación y las características del satélite.

**IV. - PRE - REQUISITO**

1. Microondas.

**V. - CONTENIDO**

**5.1. Unidades programáticas**

1. Descripción general.
2. Tecnología de los satélites.
3. Problemas en la propagación de las ondas de radio.
4. Antenas.
5. Tecnologías de estaciones terrenas.
6. Cálculo de enlace satelital.

**5.2. Desarrollo de las unidades programáticas**

1. Descripción general.
  - 1.1. Historia del desarrollo de las comunicaciones satelitales.
    - 1.1.1. Estudios experimentales en los inicios.
    - 1.1.2. Programas de investigación y aplicaciones prácticas.
  - 1.2. Terminología de comunicaciones satelitales.
  - 1.3. Satélites de comunicación geoestacionarios.
    - 1.3.1. Relacionamiento Geométrico Satélite –Tierra.
    - 1.3.2. Parámetros de los satélites geoestacionarios.
    - 1.3.3. Características y Problemas.
  - 1.4. Satélites de comunicación No-Geoestacionarios.
    - 1.4.1. Sistemas de comunicación con satélites LEO.
      - 1.4.1.1. Iridium.
      - 1.4.1.2. Globalstar.
      - 1.4.1.3. Teledesic.
      - 1.4.1.4. Skybridge.
      - 1.4.1.5. Otros .
    - 1.4.2. Sistemas de comunicación con satélites MEO.
      - 1.4.2.1. ICO.
  - 1.5. Frecuencias y Orbitas satelitales GEO.
    - 1.5.1. Localización y utilización eficiente de frecuencias.
    - 1.5.2. Coordinación de Interferencias y utilización eficiente de la órbita.



- 1.6. Concepto de acceso múltiple en el segmento espacial satelital.
  - 1.6.1. TDMA.
  - 1.6.2. FDMA.
  - 1.6.3. CDMA.
  - 1.6.4. DAMA.
- 1.7. Ejemplo de sistema de comunicación satelital comercial GEO.
  - 1.7.1. INTELSAT.
2. Tecnología de los satélites.
  - 2.1. Desarrollo de satélites de comunicaciones.
    - 2.1.1. Fases del proyecto de desarrollo.
    - 2.1.2. Modelos para el desarrollo de satélites.
  - 2.2. Sistemas de estabilización de los satélites.
    - 2.2.1. Estabilización Contra-rotada o Spin.
    - 2.2.2. Estabilización Triaxial.
  - 2.3. Equipamiento de los satélites de comunicación.
    - 2.3.1. Subsistemas de control.
    - 2.3.2. Subsistema común.
  - 2.4. Tiempo de vida de los satélites.
    - 2.4.1. Probabilidad de supervivencia de los satélites.
    - 2.4.2. Vida del satélite versus Combustible.
    - 2.4.3. Vida del satélite versus vida de las baterías.
  - 2.5. Lanzamientos de satélites de comunicaciones Geoestacionarios.
    - 2.5.1. Perturbación.
    - 2.5.2. Ambiente Espacial.
    - 2.5.3. Secuencia de lanzamiento de los satélites.
    - 2.5.4. Ambiente de lanzamiento.
3. Problemas en la propagación de las ondas de radio.
  - 3.1. Efectos de la atmósfera.
    - 3.1.1. Atenuación por absorción de los gases atmosféricos.
    - 3.1.2. Ruido debido a los gases atmosféricos.
    - 3.1.3. Efectos de la refracción atmosférica.
  - 3.2. Efectos de la lluvia.
    - 3.2.1. Atenuación por lluvia.
    - 3.2.2. Reducción de los efectos de atenuación pro lluvia por diversidad de sitio.
    - 3.2.3. Ruido debido a la lluvia.
    - 3.2.4. Despolarización por lluvia.
  - 3.3. Efectos de la Ionosfera.
    - 3.3.1. Rotación de Faraday.
    - 3.3.2. Centelleo Ionosférica.
    - 3.3.3. Otros efectos Ionosféricas.
4. Antenas.
  - 4.1. Introducción a las antenas de apertura.
    - 4.1.1. Antenas Cornetas (Horn).
    - 4.1.2. Antenas Reflectoras.
    - 4.1.3. Requerimientos para las antenas reflectoras.
      - 4.1.3.1. Ley de la longitud del trayecto constante.
  - 4.2. Cantidades Básicas.
    - 4.2.1. Ganancia y área de apertura.
    - 4.2.2. Directividad.
    - 4.2.3. Características de Lóbulos laterales.
    - 4.2.4. Temperatura de ruido.
    - 4.2.5. Relación Ganancia a Ruido G/T.
    - 4.2.6. Elipticidad.
  - 4.3. Características de radiación de las antenas corneta.
    - 4.3.1. Antenas cornetas pirámide.
    - 4.3.2. Antenas corneta cónicas.
  - 4.4. Características de performance de las antenas Cassegrain.
    - 4.4.1. Eficiencia de la apertura.
    - 4.4.2. Antenas Cassegrain Near-Field.
    - 4.4.3. Modificación de la forma del reflector para alta eficiencia y bajo ruido.
5. Tecnologías de Estaciones Terrenas.
  - 5.1. Estaciones terrenas estándares.
    - 5.1.1. Estaciones terrenas medianas y grandes.
    - 5.1.2. Estaciones terrenas de pequeña escala.
    - 5.1.3. Estaciones terrenas estándares para satélites de comunicación doméstico.
  - 5.2. Equipamiento de las estaciones terrenas.
    - 5.2.1. Configuración de estación terrena.
    - 5.2.2. Subsistemas de comunicaciones de una estación terrena.
    - 5.2.3. Ejemplo de estaciones terrenas estándares.
  - 5.3. Sistema de antena.
    - 5.3.1. Subsistema de radiación (ref.4.4).



- 5.3.2. Subsistema de alimentación o Feed.
- 5.3.3. Subsistema de Tracking.
- 5.4. Reutilización de frecuencia por medio de la polarización ortogonal.
  - 5.4.1. Ensamblaje del alimentador para polarización ortogonal.
  - 5.4.2. Redes compensadoras de la despolarización.
- 5.5. Sistema transmisión de alta potencia HPA.
  - 5.5.1. Configuración del sistema de transmisión.
    - 5.5.1.1. Amplificación común.
    - 5.5.1.2. Amplificación individual.
  - 5.5.2. Tipos de HPA.
    - 5.5.2.1. TWT –Traveling Wave Tube.
    - 5.5.2.2. Klystron.
  - 5.5.3. Combinación de alta potencia.
    - 5.5.3.1. Filtros multiplexores.
    - 5.5.3.2. Multiplexores Híbridos.
    - 5.5.3.3. Pérdidas caudas en la combinación.
  - 5.5.4. Requerimientos de performance para la transmisión.
- 5.6. Sistema de recepción de bajo ruido.
  - 5.6.1. Principios de operación de los amplificadores de bajo ruido.
  - 5.6.2. Relación G/T del sistema de recepción.
  - 5.6.3. Temperatura de ruido, figura de ruido NF y temperatura de ruido debido a las pérdidas.
  - 5.6.4. Temperatura de ruido de sistema de recepción  $T_{sys}$ .
  - 5.6.5. Selección del amplificador de bajo ruido LNA.
6. Tecnologías de Estaciones Terrenas.
  - 6.1. Introducción al cálculo de enlace.
  - 6.2. Cálculos en Decibeles.
    - 6.2.1. Valores numéricos.
    - 6.2.2. Ecuaciones en decibeles.
  - 6.3. Conceptos en un cálculo de enlace.
    - 6.3.1. Potencia de transmisión (P).
    - 6.3.2. Ganancia de antena (G).
    - 6.3.3. Potencia Isotrópica Radiales Equivalentes (PIRE).
    - 6.3.4. Nivel de iluminación (W).
    - 6.3.5. Potencia de la portadora recibida (C) y pérdida de trayecto en el espacio libre (L).
    - 6.3.6. Temperatura de ruido (T).
    - 6.3.7. Figura de mérito para sistemas de recepción (G/T).
    - 6.3.8. Relación de portadora a densidad de ruido (C/No).
    - 6.3.9. Relación de portadora a ruido (C/N).
    - 6.3.10. Relación de energía de Bitios a densidad de ruido (Eb/No).
  - 6.4. Ejercicios de Cálculo de enlace.

## VI. - ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

- El desarrollo del contenido programático del curso será llevado a cabo predominantemente mediante la utilización de la metodología: "Estudio Dirigido" a los efectos de garantizar el desarrollo del mismo acorde a una cronología técnica que facilite la incorporación de los nuevos conocimientos de una manera lógica y coherente con los objetivos de la asignatura.
- El desarrollo de cada uno de los puntos específicos serán acompañados por el empleo de la técnica de "Lluvia de Ideas" tendientes a facilitar la participación de los estudiantes en el desarrollo de los mismos.
- Visita técnica a una Estación Terrena o Telepuerto, de modo a poner en contacto al alumno con el campo de aplicación de los conocimientos adquiridos.

## VII. - MEDIOS AUXILIARES

1. Pizarra acrílica y pincel.
2. Equipo multimedia
3. Materiales audiovisuales
4. Internet.

## VIII. - EVALUACIÓN

El proceso de evaluación será mixto para las distintas oportunidades de exámenes escritos (parciales y finales).

Valorar las actividades continuas (trabajos; resolución de ejercicios y casos, tanto de forma individual como en grupo.

Participación en el curso; asistencia a clases, etc.)

Las evaluaciones parciales y finales, serán mediante examen escrito, consistente en la resolución de ejercicios como parte práctica y en desarrollos de temas de contenido eminentemente técnico como parte teórica.

Los trabajos Prácticos serán llevados a cabo en forma grupal o individual, serán evaluados tras la exposición de los mismos en forma grupal o individual y tendrán un peso del 30% sobre el 40% de la puntuación total, conforme Reglamentos y Normativas de la FPUNA



**IX. - BIBLIOGRAFÍA**

- INTELSAT. Tecnología de Estaciones Terrenas, Revisión 4, editado por INTELSAT.
- JICA. Materiales de apoyo del curso de "Ingeniería de Comunicaciones Satelitales" desarrollado por JICA en Tokio Japón.
- Miya. K. (1982). Satellite Communications Technology. ( 2° Ed. ). Tokyo : Engineering & consulting Inc.

**MATERIALES BIBLIOGRÁFICOS DISPONIBLES EN LA BIBLIOTECA DE LA FACULTAD POLITÉCNICA**

- García Ruiz de Angulo, J. J. (1989). *Los satélites de comunicaciones*. Barcelona : Marcombo
- Soares Neto, V. (1999). *Transmissao via satélite*. Sao Paulo : Editora Érica Ltda.
- Wood, J. (1995). *Sistemas de telecomunicación vía satélite : televisión por satélite, televisión de alta definición, sistemas de satélite móviles (SSM), sistemas de radiodifusión directa por satélite (RDS), tecnologías emergentes: fibra óptica, videocompresión*. Madrid : Paraninfo.

**RECURSOS DISPONIBLES A TRAVÉS DE CICCO**

- Doumanis, E., Goussetis, G., & Kosmopoulos, S. (2015). *Filter Design for Satellite Communications : Helical Resonator Technology*. Boston: Artech House.
- Institute for Career, R. (2001). *Careers in Satellite Communications, Technology and Engineering*. [Chicago, Ill.]: Institute for Career Research.
- Jo, K. Y. (2011). *Satellite Communications Network Design and Analysis*. Boston: Artech House.

