



Campus de la UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
CONSEJO DIRECTIVO

RESOLUCIÓN 25/19/70-00
ACTA 1227/08/09/2025

“POR LA CUAL SE APRUEBA EL PROGRAMA DE ESTUDIO DE LA ASIGNATURA SISTEMAS DE RADIOENLACES, DE LA CARRERA INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA – PLAN 2026, SEDE SAN LORENZO”

VISTO: El Memorando DA/1796/2025 del Director Académico de la FP-UNA, Prof. MSc. Felipe Santiago Uzabal Ecurra, con el cual remite el Memorando CCPTCC/032/2025 de la Comisión Coordinadora del Proyecto de Transformación Curricular de Carreras de Grado de la FP-UNA, en el que presenta la propuesta de Programas de Estudio de las Asignaturas de la Carrera Ingeniería en Electrónica.

CONSIDERANDO: La Ley 4995/2013 de Educación Superior, el Estatuto de la Universidad Nacional de Asunción y las deliberaciones sobre el tema.

Que la Comisión Coordinadora del Proyecto de Transformación Curricular de Carreras de Grado, solicita la aprobación del Programa de Estudio de la asignatura **“Sistemas de Radioenlaces”**, de la carrera Ingeniería en Electrónica – Plan 2026.

Que los programas fueron elaborados conforme a las disposiciones establecidas por el Consejo Nacional de Educación Superior (CONES) en materia de **créditos académicos**, según lo dispuesto en la Resolución CONES N.º 221/2024, que regula el *Sistema de Créditos Académicos – Paraguay* y los criterios para su publicación en las carreras de grado.

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD POLITÉCNICA
RESUELVE:**

25/19/70-01 APROBAR el Programa de Estudio de la Asignatura **“Sistemas de Radioenlaces”**, de la carrera Ingeniería en Electrónica – Plan 2026, Sede San Lorenzo, detallado en el ANEXO 58 de la presente Acta.

25/19/70-02 COMUNICAR, copiar y archivar.

Prof. Abg. Joel Arsenio Benítez Santacruz
Secretario



Prof. Ing. Silvia Teresa Leiva León, MSc.
Presidenta



Campus de la UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
CONSEJO DIRECTIVO

Resolución 25/19/70-00 Acta 1227/08/09/2025
ANEXO 58

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE ESTUDIO

I. IDENTIFICACIÓN:

Nivel			Grado							
Asignatura			Sistemas de Radioenlaces							
Carrera			Plan		Sede/Filial		Carácter	Semestre	Prerrequisitos	
Ingeniería en Electrónica			2026		Sede San Lorenzo		Obligatoria	Octavo	Comunicaciones Móviles.	
Semanal					Periodo					
HT	HP	HTD	HTI	HS	PA	THTD	THTI	THA	CA-PY	
2	2	4	4	8	18	72	72	144	5	

- *HT: Horas Teóricas semanales.
- *HP: Horas Prácticas semanales.
- *HTD: Horas semanales de Trabajo académico con acompañamiento Docente.
- *HTI: Horas semanales de Trabajo académico Independiente del estudiante.
- *HS: Horas Semanales (HTD+HTI).
- *PA: Periodo Académico en semanas.
- *THTD: Total de Horas de Trabajo académico con acompañamiento Docente (HTD*PA).
- *THTI: Total de Horas de Trabajo académico Independiente del estudiante (HTI*PA).
- *THA: Total de Horas de trabajo Académico (THTD+THTI).
- *CA-PY: Créditos académicos de la asignatura.

II. FUNDAMENTACIÓN

En un mundo masivamente conectado, los nuevos servicios de telecomunicaciones que inundan el mercado imponen un requerimiento de conectividad cada vez más rápidas, estables y desde cualquier lugar, características que obligan a la interoperabilidad de las redes independientemente al medio que estas utilizan para la transmisión y procesamiento de los datos entre usuarios. Desde las primeras transmisiones telegráficas inalámbricas a comienzos del siglo pasado hasta las videollamadas en dispositivos móviles de la actualidad, los Sistemas de Radioenlaces contribuyeron a acercar a las personas y traer progreso a las comunidades.

Como parte de la infraestructura de la red del ecosistema de telecomunicaciones que nuestros días exigen, los Sistemas de Radioenlaces, como los enlaces terrestres de microondas y los enlaces satelitales de próxima generación, cumplen un rol vital para brindar soluciones en el ámbito del concepto de la ubicuidad de las redes.

En pocas décadas hemos visto una evolución gigantesca en la velocidad de transferencia de datos desde y hacia dispositivos móviles en mano de los usuarios. Esquemas de modulación modernos y el uso apropiado del ancho de banda disponible posibilitan estos progresos. Por otra parte, los entes reguladores tienen el desafío de administrar el bien finito denominado “espectro electromagnético” para el mejor beneficio de la comunidad a la que sirven.

El estudio de los Sistemas de Radioenlaces con sus aplicaciones en soluciones complementarias para brindar servicios más allá de los límites propios de las redes fijas, contribuyen al establecimiento del ecosistema de telecomunicaciones con sus influencias sobre las personas y el mundo de la industria, por lo cual su contribución como asignatura al perfil del egresado de la carrera de Ingeniería en Electrónica con orientación en Teleprocesamiento de la Información resulta trascendental.



La asignatura tiene un enfoque teórico-práctico y está estructurada en cinco unidades que combinan aspectos técnicos con fundamentos para aumentar la comprensión sobre los Sistemas de Radioenlaces.

III. COMPETENCIAS DEL PERFIL DE EGRESO ASOCIADAS

1. Comunicarse en las lenguas oficiales del país y en una lengua extranjera.
2. Liderar y trabajar en equipo con eficacia y responsabilidad tomando decisiones basadas en evidencias.
3. Aplicar en la práctica profesional los valores humanos, la ética y los mecanismos de seguridad laboral.
4. Actuar proactivamente frente a los problemas sociales y ambientales.
5. Adaptarse respetuosamente a contextos nuevos o adversos, así como a diversidades personales, disciplinares y culturales.
6. Actualizarse permanentemente mediante la obtención y gestión autónoma de información de calidad, utilizando tecnología de la información y comunicación
7. Evaluar el comportamiento de diversos fenómenos disciplinares e interdisciplinares relacionados con la ingeniería electrónica con una visión de sistema mediante modelos teóricos validados y actualizados, capaces de abarcarlos integralmente en un contexto de incertidumbre
8. Adquirir, aplicar, producir y difundir conocimientos técnicos y científicos en el área de la ingeniería electrónica. Planificar, proyectar, diseñar y ejecutar proyectos sostenibles e integrales para la resolución de problemas, la mejora y la innovación en el ámbito de la ingeniería electrónica.
9. Interpretar, modelar y comunicar información, relacionada a la ingeniería electrónica, en forma gráfica.
10. Diseñar e implementar sistemas electrónicos utilizando componentes de vanguardia
11. Emplear técnicas para garantizar la calidad y seguridad de los materiales, equipos, suministros, instalaciones y servicios de ingeniería electrónica.

IV. ORGANIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
1. Introducción a los Sistemas de Radiocomunicación.	<div>1.1 Radiocomunicación: Términos y Definiciones fundamentales.</div> <div>1.2 Entes Reguladores</div> <div>1.2.1 ITU</div> <div>1.2.2 CONATEL</div> <div>1.3 Servicios de Radiocomunicación.</div> <div>1.4 Estaciones Radioeléctricas</div> <div>1.5 Modos de Explotación.</div> <div>1.6 Gestión de las frecuencias radioeléctricas.</div> <div>1.6.1 Consideraciones Generales</div> <div>1.6.2 Atribución, adjudicación y asignación de bandas de frecuencias.</div> <div>1.6.3 Nomenclatura de las bandas de frecuencias.</div>	<div>1. Identifica conceptos fundamentales de los sistemas de radiocomunicación que permiten la comprensión clara de los sistemas de radioenlaces, los servicios brindados sobre ellos y las instituciones que rigen las normas y regulaciones para la explotación de los servicios de radiocomunicaciones</div> <div>2. Diferencia entre los entes con autoridad para recomendar una</div>



Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
	1.6.4 Cuadro de atribución de frecuencias. 1.7 Parámetros y características de una radiocomunicación. 1.7.1 Parámetros de la emisión. 1.7.2 Denominación de las emisiones. 1.7.3 Características de propagación.	norma y los que las establecen y las hacen cumplir para ordenar el espectro
2. Efectos del medio de propagación.	2.1 Pérdidas de propagación en el espacio libre. 2.2 Efectos de refracción, reflexión y difracción. 2.3 Zonas de Fresnel 2.4 Visibilidad Directa y consideraciones sobre pérdida de la visibilidad. 2.5 Atenuación por absorción atmosférica 2.6 Atenuación por lluvia. 2.7 Efecto Faraday 2.8 Efecto Doppler 2.9 Despolarización por lluvia. 2.10 Tiempos de retardo y latencia.	1. Deduce los efectos del medio de propagación como pérdidas de potencia de la señal entre el transmisor y el receptor de un sistema de radioenlace, además de otros efectos que perturban la calidad de la señal sobre enlaces terrestres o satelitales 2. Emplea el conocimiento previo de electromagnetismo para describir y prever el comportamiento de las ondas electromagnéticas en la troposfera terrestre
3. Sistemas de Antenas	3.1 Ganancia de Antenas. 3.2 Patrón de radiación de antenas, características de lóbulos laterales, Beamwidth. 3.3 Antenas en Radioenlaces Terrestres 3.3.1 Monopolos y dipolos. 3.3.2 Antenas YAGI. 3.3.3 Reflector parabólico. 3.3.4 Grilla. 3.3.5 Radome. 3.3.6 High performance 3.3.7 Antenas especiales (flats y otros) 3.4 Antenas en Radioenlaces Satelitales. 3.4.1 Antenas de Apertura 3.4.1.1 Antenas Corneta (horn)	1. Clasifica los tipos de antenas más utilizados en la industria de las telecomunicaciones 2. Identifica el tipo de antena correcto para su aplicación según el tipo de radioenlace a ser implementado



Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
	3.4.1.2 Antenas tipo Reflector 3.4.1.2.1 Casegrain 3.4.1.2.2 Gregoriano	
4. Sistemas Satelitales y Estaciones Terrenas	4.1 Clasificación de los sistemas de comunicación por Satélite. 4.1.1 Según su órbita 4.1.1.1 Satélites GEO. 4.1.1.2 Satélites LEO. 4.1.1.3 Satélites MEO. 4.1.2 Satélites miniaturizados según su tamaño. 4.1.2.1 Satélites Pico, Nano, Micro y convencionales. 4.1.3 Constelaciones de satélites 4.2 Estaciones Terrenas 4.2.1 Comerciales. 4.2.2 Domésticas. 4.3 Aplicaciones de los Sistemas Satelitales y Estaciones Terrenas	1. Clasifica los sistemas satelitales según su órbita, tamaño y aplicación 2. Identifica los tipos de estaciones terrenas según sus características, infraestructura y usos
5. Cálculos de enlace	5.1 Calculo de enlace Terrestre 5.1.1 Caracterización de radios: System Gain. 5.1.2 Ecuación fundamental del enlace. 5.1.3 Altura mínima y diámetro mínimo de antenas. Estructura de soporte (torre) 5.1.4 Análisis del punto de reflexión. 5.1.5 Cálculo de margen de desvanecimiento. 5.1.6 Disponibilidad del enlace. 5.1.7 Análisis de interferencia. 5.1.8 Tablas de asignación de frecuencias de CONATEL. 5.1.9 Herramientas CAD 5.1.9.1 Herramientas para previsión de cobertura para sistemas. (Ej.: Broadcast) 5.1.9.2 Herramienta para cálculo de enlaces y previsión de velocidad y disponibilidad. (Ej.: Link Planner) 5.2 Cálculo de enlace Satelital	1. Diseña enlaces terrestres con visibilidad directa. 2. Calcula la interferencia recibida y causada por el enlace de proyecto 3. Valora los parámetros necesarios para la aceptación del enlace según los estándares aprobados 4. Calcula enlaces empleando herramientas CAD 5. Diseña enlaces satelitales



Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
	5.2.1 Down Link / Up Link 5.2.1.1 Ecuación de enlace básico 5.2.1.2 Figura de calidad G/T 5.2.1.3 Cálculo de Azimut y Elevación 5.2.1.4 Ruido del enlace satelital 5.2.1.5 Ruido térmico, ruido de amplificadores y atenuadores. 5.2.1.6 Cálculo de pérdidas. 5.2.1.7 Ecuación de PIRE. 5.2.1.8 Ruido de intermodulación.	

VI. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

En el desarrollo del programa se aplicarán estrategias didácticas conducentes a la apropiación teórica y la ejecución práctica del diseño y dimensionamiento de sistemas radioenlaces, a saber:

Debate: exposición por parte del docente de los conceptos básicos por unidad, con materiales de lectura y ejemplos orientados a la enseñanza de las competencias específicas de la asignatura. El docente asume el rol de expositor y buscará generar el debate a través de preguntas sobre lo expuesto con la participación de los estudiantes.

Clase invertida: con materiales didácticos dispuestos en el aula virtual previamente y explicados en clases presenciales, analizando y respondiendo a planteamientos con estudio de casos a través de trabajos individuales, orientadas especialmente al contenido de cada unidad.

Aprendizaje basado en proyectos: desarrollo de un proyecto de radioenlace real, en el que pueda aplicar los conocimientos teóricos de dimensionamiento de componentes y aplicación de cálculo de enlaces, con enfoque integral, incluyendo obras civiles y permisos necesarios de entes estatales. Empleo de la metodología de la investigación aplicada, aplicación de la comunicación oral y escrita en la redacción de informes y ponencia oral.

Prácticas de Laboratorio: Se realizarán prácticas de laboratorio enfocados en el entendimiento práctico del contenido pragmático de la asignatura utilizando instrumentación de laboratorio y las técnicas para contrastar con los resultados teóricos y/o los resultados obtenidos mediante los simuladores, orientados al cumplimiento de los resultados de aprendizaje de cada unidad.

La elección particular de la estrategia didáctica aplicada será explícita en el Planeamiento de la Asignatura, de acuerdo con el perfil de los estudiantes, los recursos disponibles y el contexto educativo, a excepción de las prácticas de laboratorio que tienen un carácter obligatorio en esta asignatura.

VII. ESTRATEGIAS EVALUATIVAS

Cuestionarios por unidad de contenido. Resolución de problemas. Participación en clase. Evaluación de los trabajos de investigación mediante la presentación escrita de informes y defensa oral. Informes de Laboratorio.

Con fines de calificación y promoción se aplicará el Reglamento Académico vigente en la institución que prevé valoraciones de proceso y final.



VIII. MEDIOS AUXILIARES

Aula virtual, pizarrón, proyector, marcadores, celulares, computadoras, acceso a internet, hoja de datos técnica de componentes electrónicos, artículos científicos, equipos de laboratorio, simuladores.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Roddy, D., Linwood, J., & Long, D. G. (2024). Satellite communications (5.ª ed.). McGraw-Hill LLC.
- Neri Vela, R., & Landeros Ayala, S. (2015). Comunicaciones por satélite (1.ª ed.). Xalapa, México.
- Rosado Rodríguez, C. (2008). Comunicación por satélite: Principios, tecnologías y sistemas. Ciudad de México.
- Goudos, S. (Ed.). (2017). Microwave systems and applications. BoD – Books on Demand.
- Pozar, D. M. (2020). Microwave engineering: Theory and techniques [Libro electrónico]. John Wiley & Sons.
- Dionizio, P. E. (2021). Introducción al cálculo de radioenlaces [Libro electrónico]. Jorge Sarmiento Editor - Universitas.
- Wolff, E. A., & Kaul, R. (1988). Microwave engineering and systems applications. Wiley.
- Saunders, S. R., & Aragón-Zavala, A. (2007). Antennas and propagation for wireless communication systems. John Wiley & Sons.
- Kildal, P. S. (2015). Foundations of antenna engineering: A unified approach for line-of-sight and multipath. Artech House.
- Valdéz, A. D., Miranda, C. A., Schlesinger, P. L., Chiozza, J. Á., & Miranda, C. V. (2015). Antenas en sistemas inalámbricos de comunicaciones digitales.
- Zyren, J., & Petrick, A. (1998). Tutorial on basic link budget analysis. Application Note AN9804, Harris Semiconductor, 31.
- Guidotti, A., Vanelli-Coralli, A., Mengali, A., & Cioni, S. (2020, junio). Non-terrestrial networks: Link budget analysis. En ICC 2020-2020 IEEE International Conference on Communications (ICC) (pp. 1-7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICC40277.2020.9149303>
- Schoch, B., Manoliu, L., Keim, J., Chartier, S., Klinkner, S., & Kallfass, I. (2019). Link-budget analysis of W-and E-band satellite services. En 25th Ka and Broadband Conference.
- Tuli, T. S., Orr, N. G., & Zee, R. E. (2006, octubre). Low cost ground station design for nanosatellite missions. En Proceedings of AMSAT Symposium.
- Latachi, I., Karim, M., Hanafi, A., Rachidi, T., Khalayoun, A., Assem, N., & Zouggar, S. (2017, mayo). Link budget analysis for a LEO cubesat communication subsystem. En 2017 International Conference on Advanced Technologies for signal and image processing (ATSIP) (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ATSIP.2017.7974285>
- K. Miya (1998), Satellite Communications Technology, Second Edition, KDD Engineering and Consulting, Tokyo, Japan.



[Handwritten signature]