



Campus de la UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLÍTÉCNICA
CONSEJO DIRECTIVO

RESOLUCIÓN 25/19/119-00
ACTA 1227/08/09/2025

**"POR LA CUAL SE APRUEBA EL PROGRAMA DE ESTUDIO DE LA ASIGNATURA
PLANIFICACIÓN DE LA OPERACIÓN Y EXPANSIÓN DE SISTEMAS DE POTENCIA, DE
LA CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICA – PLAN 2026, SEDE SAN LORENZO"**

VISTO: El Memorando DA/1796/2025 del Director Académico de la FP-UNA, Prof. MSc. Felipe Santiago Uzabal Escurra, 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 Eléctrica.

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 **"Planificación de la Operación y Expansión de Sistemas de Potencia"**, de la carrera Ingeniería Eléctrica – 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 POLÍTÉCNICA
RESUELVE:**

25/19/119-01 APROBAR el Programa de Estudio de la Asignatura **"Planificación de la Operación y Expansión de Sistemas de Potencia"**, de la carrera Ingeniería Eléctrica – Plan 2026, Sede San Lorenzo, detallado en el ANEXO 107 de la presente Acta.

25/19/119-02 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 25/19/119-00 Acta 1227/08/09/2025
ANEXO 107

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DEELECRICIDAD Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE ESTUDIO

I. IDENTIFICACIÓN

Nivel	Grado								
Asignatura	Planificación de la Operación y Expansión de Sistemas de Potencia								
Carrera	Plan	Sede/Filial		Carácter	Semestre	Prerrequisitos			
Ingeniería Eléctrica	2026	Sede San Lorenzo		Electiva II	***	Haber aprobado 259 créditos.			
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

La asignatura aporta al futuro ingeniero las competencias en el ámbito de la planificación y operación de sistemas de potencia para que el graduado pueda planificar, proyectar, diseñar, ejecutar, evaluar y seleccionar los diferentes componentes de un sistema de potencia, concretamente, en el análisis de control de tensión y potencia activa, en la evaluación de los costos de generación y el despacho económico, así como también en la evaluación de la expansión de sistemas de potencia. Es una asignatura electiva con naturaleza teórico-práctica computacional que se organiza en seis unidades programáticas en función a los ejes temáticos abordados.

II. 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. Actualizarse permanentemente mediante la obtención y gestión autónoma de información de calidad, utilizando tecnología de la información y comunicación.
5. Proyectar, diseñar, evaluar, seleccionar y utilizar equipos e instrumentos asociados al ejercicio de la ingeniería eléctrica.
6. Interpretar, modelar y comunicar información referida a la ingeniería eléctrica en forma gráfica tanto por métodos tradicionales como mediante aplicaciones de diseño asistido por computadora.



7. Desarrollar proyectos de ingeniería que den soluciones integrales y sostenibles mediante el uso racional y eficiente de la energía.

IV. ORGANIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

Unidades	Contenidos	Resultados de Aprendizaje
1. Control de Tensión y Potencia Activa en Sistemas de Transmisión.	<ul style="list-style-type: none"> 1.1. Análisis de sistemas de transmisión eléctrica: conceptos fundamentales y topología de red. 1.2. Regulación de tensión en sistemas de transmisión: equipos y métodos de control. 1.3. Control de la potencia activa: estrategias y dispositivos de regulación. 1.4. Estudio de estabilidad de tensión y potencia activa: diagnóstico y solución de problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Describe los principios fundamentales de los sistemas de transmisión eléctrica. 2. Identifica la topología de red en sistemas de transmisión eléctrica 3. Describe los métodos de control aplicados para regular y mantener la tensión dentro de los límites aceptables en sistemas de transmisión, incluyendo técnicas de control automático y manual. 4. Identifica estrategias de control de potencia activa utilizadas en sistemas de transmisión eléctrica, como el control de la generación, el control de la carga, el control de la red, entre otros 5. Diagnóstica problemas de estabilidad en sistemas de transmisión. Desarrollar habilidades para proponer soluciones y estrategias para mantener la estabilidad del sistema, considerando el uso de equipos de control, ajustes de parámetros y medidas preventivas.
2. Control Automático de Generación y Frecuencia.	<ul style="list-style-type: none"> 2.1. Control de la frecuencia en sistemas eléctricos: importancia y métodos de regulación. 2.2. Sistemas de control automático en la generación: regulación de la potencia. 2.3. Integración de fuentes de energía renovable: desafíos en el control de frecuencia. 2.4. Impacto de la generación distribuida en la estabilidad del sistema: estrategias de control. 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Identifica los métodos de regulación utilizados para controlar y mantener la frecuencia dentro de los límites aceptables en sistemas eléctricos, incluyendo el control de carga, el control de generación, entre otros. 2. Entiende los métodos y dispositivos utilizados para regular y controlar la potencia generada en sistemas eléctricos, incluyendo

Unidades	Contenidos	Resultados de Aprendizaje
		<p>reguladores de velocidad, sistemas de control de lazo cerrado, entre otros.</p> <p>3. Determina las estrategias de control necesarias para mitigar los impactos de la variabilidad de las fuentes de energía renovable en la frecuencia del sistema eléctrico.</p> <p>4. Desarrolla estrategias de control para mantener la estabilidad del sistema eléctrico en presencia de generación distribuida, considerando la coordinación entre los diferentes recursos y la implementación de sistemas de control adaptativos</p>
3. Sistemas de Supervisión y Control.	<p>3.1. Tecnologías de supervisión en sistemas de potencia: SCADA y sistemas de monitoreo.</p> <p>3.2. Control y gestión de eventos y alarmas en tiempo real: protocolos y estrategias.</p> <p>3.3. Control y prevención de fallas: estrategias de mitigación y recuperación.</p> <p>3.4. Integración de sistemas de control en tiempo real: desafíos y soluciones.</p>	<p>1. Aplica las tecnologías de supervisión en sistemas de potencia, como SCADA (<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>, Control de supervisión y Adquisición de Datos) y sistemas de monitoreo.</p> <p>2. Identifica sus funcionalidades, importancia en la operación, monitoreo y control de los sistemas eléctricos.</p> <p>3. Aplica los protocolos y estrategias para el control y gestión de eventos y alarmas en tiempo real en sistemas de potencia.</p> <p>4. Identifica los procedimientos para la gestión eficiente de eventos, alarmas y emergencias, manteniendo la estabilidad del sistema.</p> <p>5. Aplicar estrategias para controlar y prevenir fallas en sistemas de potencia.</p> <p>6. Identifica las estrategias de mitigación y recuperación</p>



Unidades	Contenidos	Resultados de Aprendizaje
		<p>para minimizar el impacto de las fallas en la operación del sistema eléctrico.</p> <p>7. Identifica los desafíos en la integración de sistemas de control en tiempo real en sistemas de potencia.</p> <p>8. Propone soluciones para garantizar la interoperabilidad y funcionalidad óptima de los sistemas integrados.</p>
4. Costos de Generación y Despacho Económico.	<p>4.1. Análisis de costos en la generación eléctrica: estructura y factores influyentes.</p> <p>4.2. Despacho económico en sistemas hidro-térmicos: métodos y herramientas de optimización.</p> <p>4.3. Modelos de optimización para minimizar costos operativos: aplicaciones en la práctica.</p> <p>4.4. Análisis de riesgos financieros y estrategias de mitigación en la operación de sistemas de potencia.</p>	<p>1. Describe la estructura de los costos en la generación eléctrica e identificar los diversos factores que influyen en los costos, como los costos fijos y variables, mantenimiento, combustible, operación y mantenimiento, entre otros.</p> <p>2. Identifica la importancia de comprender los costos para la toma de decisiones en la operación y planificación del sistema eléctrico.</p> <p>3. Utiliza algoritmos de optimización para encontrar el despacho económico, métodos como LaGrange y las condiciones de Karush-Kuhn-Tucker (KKT)</p> <p>4. Identifica los métodos y herramientas utilizados en el despacho económico de sistemas hidro-térmicos.</p> <p>5. Identifica y aplica técnicas de optimización para minimizar los costos de operación, considerando la combinación de fuentes hidroeléctricas y térmicas.</p> <p>6. Aplica modelos de optimización para minimizar los costos operativos en la generación de energía.</p> <p>7. Explica la utilización en la</p>



Unidades	Contenidos	Resultados de Aprendizaje
		<p>práctica para tomar decisiones eficientes en la operación del sistema eléctrico de los modelos matemáticos y las herramientas de optimización.</p> <ul style="list-style-type: none"> 8. Identifica y analiza los riesgos financieros asociados con la operación de sistemas de potencia. 9. Desarrolla estrategias y aplica medidas de mitigación para reducir los riesgos financieros en la operación del sistema eléctrico.
5. Flujo de Potencia Óptimo.	<ul style="list-style-type: none"> 5.1. Métodos de cálculo del flujo de potencia: técnicas y algoritmos empleados. 5.2. Optimización del flujo de potencia para mejorar la eficiencia y confiabilidad. 5.3. Herramientas y software para análisis y simulación de flujo de potencia. 5.4. Estudios de casos de flujo de potencia óptimo en sistemas reales. 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Aplica técnicas y algoritmos utilizados en el cálculo del flujo de potencia en sistemas eléctricos. 2. Identifica y utiliza métodos computacionales como el método de Gauss-Seidel, Newton-Raphson, entre otros. 3. Aplica estrategias de optimización (Método de LaGrange) del flujo de potencia para mejorar la eficiencia y confiabilidad en sistemas eléctricos. 4. Identifica el ajuste y control del flujo de potencia para optimizar la operación del sistema y su estabilidad. 5. Identifica y utiliza herramientas y software especializados para el análisis y simulación del flujo de potencia en sistemas eléctricos. 6. Analiza estudios de casos prácticos para comprender la aplicación del flujo de potencia óptimo en sistemas reales. 7. Identifica y resuelve desafíos prácticos en el flujo de potencia y su impacto en



Unidades	Contenidos	Resultados de Aprendizaje
6. Evaluación de la Expansión de Sistemas de Potencia.	6.1. Métodos de planificación y evaluación de la expansión de sistemas eléctricos. 6.2. Evaluación de la capacidad y crecimiento del sistema: análisis de restricciones. 6.3. Análisis de impacto ambiental y social en la expansión de sistemas de potencia. 6.4. Planificación de escenarios futuros: tendencias y desafíos en la expansión de sistemas eléctricos.	1. Aplicar los métodos y enfoques para planificar y evaluar la expansión de sistemas eléctricos. 2. Identifica las estrategias y técnicas utilizadas para determinar la infraestructura necesaria en un sistema eléctrico. 3. Evalúa la capacidad y el crecimiento del sistema eléctrico, identificando y analizando las restricciones que podrían limitar su expansión. 4. Explica la gestión y resolución de las restricciones para asegurar un crecimiento efectivo del sistema eléctrico. 5. Entiende el impacto ambiental y social en la expansión de sistemas de potencia. 6. Identifica y aplica estrategias para minimizar los impactos negativos y promover prácticas sostenibles en la expansión del sistema eléctrico. 7. Identifica y analiza tendencias y desafíos en la planificación de escenarios futuros para la expansión de sistemas eléctricos. 8. Entiende los cambios tecnológicos, demográficos y ambientales impactan en la planificación futura del sistema eléctrico.

V. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

En el desarrollo del programa se aplicarán estrategias didácticas conducentes a la apropiación teórica y la ejecución práctica de procesos y procedimientos, a saber:

- **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.

- **Aula invertida:** metodología donde se diseña la enseñanza y que el estudiante pueda aprender y documentarse sobre los temas de trabajo, posteriormente, en clase se realizan las actividades de aprendizaje y permite al docente ser facilitador y orientador para la compresión del contenido.
- **Aprendizaje basado en problemas:** estrategia de enseñanza donde se busca resolver un problema a través del conocimiento que adquirió en el aula, el estudiante toma liderazgo de su aprendizaje e identifica la importancia de su aprendizaje y el conocimiento.
- **Estrategias y técnicas de enseñanzas grupales:** panel, foro, entrevista, taller, entre otros.

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.

VI. ESTRATEGIAS EVALUATIVAS

Evaluaciones parciales y finales, tareas de resolución de ejercicio, trabajos prácticos individual y/o grupal, Informes de prácticas de laboratorio.

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

VII. MEDIOS AUXILIARES

Aula virtual, pizarrón, marcadores, proyector, equipo de audio.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- J. Duncan Glover&Mulukutla S. Sarma. Sistemas de Potencia Análisis y Diseño
- William D. Stevenson. Análisis de sistemas eléctricos de potencia. Mc GrawHil.
- Kirschen, D. S., Strbac, G. (2010) Fundamentals of power system economics. Chichester: Wiley - Academy.
- Stoft, S. (2001). Power economics: designing markets for electricity. Chichester: Wiley-Academy.
- Wood, A. J., Wollenberg, B. F., & Sheblé, G. B. (2013). Power generation, operation, and control. John Wiley&Sons.
- Shahidehpour, Y. M., Li, Z. (2002). Market operations in electric power systems forecasting, scheduling, and risk management. [New York]: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Wiley-Interscience.
- Weber, C. (2004). Uncertainty in the Electric Power Industry: Methods and Models for Decision Support, 1.^a ed. Springer.
- Hirst, E., Kirby, B. 2001. Transmission Planning for a Restructuring U.S. Electricity Industry. WorkingPaper preparado para el Edison Electric Institute.
- Garver, L. L. (1970). Transmission Network Estimation Using Linear Programming. Power Apparatus and Systems, IEEE Transactions on, vol. PAS-89, n.^o 7, pp. 1688-1697.

