



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
CONSEJO DIRECTIVO

Campus de la UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

RESOLUCIÓN 25/19/115-00
ACTA 1227/08/09/2025

"POR LA CUAL SE APRUEBA EL PROGRAMA DE ESTUDIO DE LA ASIGNATURA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL OPERATIVO, 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 CCPCTCC/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 **"Mantenimiento Industrial Operativo"**, 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 POLITÉCNICA
RESUELVE:**

25/19/115-01 APROBAR el Programa de Estudio de la Asignatura **"Mantenimiento Industrial Operativo"**, de la carrera Ingeniería Eléctrica – Plan 2026, Sede San Lorenzo, detallado en el ANEXO 103 de la presente Acta.

25/19/115-02 COMUNICAR, copiar y archivar

Prof. Abg. *[Signature]* Prof. Ing. Silvia Teresa Leiva León, MSc.
Joel Arsenio Benítez Santacruz Presidenta
Secretario



[Signature]



Campus de la UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
CONSEJO DIRECTIVO

Resolución 25/19/115-00 Acta 1227/08/09/2025
ANEXO 103

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE ESTUDIO

I. IDENTIFICACIÓN:

Nivel	Grado								
Asignatura	Mantenimiento Industrial Operativo								
Carrera	Plan	Sede/Filial	Carácter	Semestre	Prerrequisitos				
Ingeniería Eléctrica	2026	Sede San Lorenzo	Electiva I	***	Haber aprobado 196 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 las competencias en el ámbito del mantenimiento operativo para que el graduado pueda asegurar la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia operativa de los sistemas y equipos eléctricos en instalaciones industriales. La asignatura se centra en el desarrollo de competencias técnicas y estratégicas que permitan implementar prácticas de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de equipos clave, como transformadores, motores eléctricos, disyuntores/reconectores, comandos electro-electrónicos, y sistemas de medición y protección, evitando paradas no programadas y prolongando la vida útil de los activos eléctricos. Es una asignatura electiva con naturaleza teórico-práctica que se organiza en seis unidades programáticas en función a los ejes temáticos abordados.

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. 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. Fundamentos de Mantenimiento Industrial Operativo.	<p>1.1 Diferencias entre mantenimiento operativo y gestión de mantenimiento.</p> <p>1.2 Rol del mantenimiento operativo en la continuidad de las operaciones industriales.</p> <p>1.3 Impacto del mantenimiento en la seguridad, eficiencia energética y sostenibilidad.</p> <p>1.4 Definición y Clasificación del Mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.4.1 Mantenimiento preventivo. 1.4.2 Mantenimiento correctivo. 1.4.3 Mantenimiento predictivo. 1.4.4 Mantenimiento proactivo. <p>1.5 Normativas y Buenas Prácticas de Mantenimiento Operativo.</p>	<p>1. Analiza la importancia del mantenimiento operativo en la continuidad de las operaciones industriales.</p> <p>2. Describe las características y diferencias entre mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo y proactivo, aplicando cada tipo de mantenimiento en casos prácticos según las necesidades de la industria.</p> <p>3. Interpreta y aplica normativas y buenas prácticas de mantenimiento operativo, alineándose con estándares nacionales e internacionales para garantizar la seguridad</p>
2. Mantenimiento de Transformadores.	<p>2.1 Mantenimiento preventivo de Transformadores eléctricos:</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.1.1 Inspección visual, limpieza, ajustes y calibraciones periódicas. 2.1.2 Pruebas eléctricas básicas: medición de aislamiento, resistencia de bobinas y relación de transformación. 2.1.3 Análisis de aceite dieléctrico: propiedades físico-químicas y detección de gases disueltos 	<p>1. Realiza mantenimiento preventivo de transformadores eléctricos mediante inspecciones visuales, limpieza, ajustes y calibraciones periódicas, asegurando el correcto funcionamiento y operabilidad.</p> <p>2. Gestiona mantenimiento correctivo para diagnosticar fallas comunes y ejecutar reparaciones básicas en transformadores eléctricos.</p> <p>3. Realiza mantenimiento predictivo como termografía infrarroja, ultrasonido y</p>



Unidades	Contenidos	Resultados de Aprendizaje
	<p>(DGA).</p> <p>2.1.4 Procedimientos y frecuencia de las tareas preventivas.</p> <p>2.2 Mantenimiento correctivo</p> <p>2.2.1 Diagnóstico de fallas comunes: sobrecalentamiento, descargas internas y fugas de aceite.</p> <p>2.2.2 Técnicas de reparación: cambio de juntas, filtros y reconexión de terminales.</p> <p>2.2.3 Procedimientos de reemplazo de componentes dañados.</p> <p>2.3 Mantenimiento predictivo.</p> <p>2.3.1 Técnicas de monitoreo de condición: termografía infrarroja, ultrasonido y medición de descargas parciales.</p> <p>2.3.2 Uso de sistemas digitales para monitoreo continuo.</p> <p>2.3.3 Implementación de software y análisis de datos para predicción de fallas.</p> <p>2.4 Mantenimiento Proactivo.</p> <p>2.4.1 Enfoque en la identificación y eliminación de causas raíz de fallas.</p> <p>2.4.2 Metodologías comunes: Análisis de Causa Raíz (RCA), FMEA (Análisis Modal de Fallos y Efectos).</p> <p>2.5 Medidas de seguridad eléctrica y mecánica durante las tareas de mantenimiento.</p> <p>2.6 Gestión de residuos como aceite dieléctrico usado y otros desechos.</p> <p>2.7 Estrategias de eficiencia</p>	<p>medición de descargas parciales, para anticipar fallas en transformadores eléctricos.</p> <p>4. Aplica mantenimiento proactivo para identificar y eliminar las causas raíz de fallas en transformadores eléctricos mediante metodologías como el Análisis de Causa Raíz (RCA) y el FMEA (Análisis Modal de Fallos y Efectos).</p> <p>5. Aplica medidas de seguridad eléctrica y mecánica durante las tareas de mantenimiento en transformadores.</p> <p>6. Gestiona correctamente residuos generados en el mantenimiento de transformadores, como aceite dieléctrico usado, respetando normativas ambientales y promoviendo prácticas de sostenibilidad.</p>



Unidades	Contenidos	Resultados de Aprendizaje
	energética y sostenibilidad en el mantenimiento.	
3. Mantenimiento de Motores Eléctricos.	3.1 Importancia del mantenimiento operativo en la confiabilidad y eficiencia de los motores eléctricos. 3.2 Mantenimiento Preventivo de Motores Eléctricos 3.2.1 Inspección visual de componentes: estado de las conexiones, limpieza, y ventilación. 3.2.2 Medición de parámetros eléctricos: resistencia de aislamiento, corriente y tensión de operación. 3.2.3 Lubricación de cojinetes y revisión de alineación mecánica. 3.2.4 Frecuencia y documentación de tareas preventivas. 3.3 Mantenimiento Correctivo de Motores Eléctricos. 3.3.1 Diagnóstico de fallas comunes: desequilibrio eléctrico y térmico, problemas en los cojinetes, aislamiento deteriorado en bobinas. 3.3.2 Procedimientos de reparación: rebobinado del motor, sustitución de cojinetes y sellos, reconexión de terminales eléctricos. 3.4 Mantenimiento Predictivo de Motores Eléctricos. 3.4.1 Técnicas avanzadas de monitoreo: análisis de vibraciones mecánicas, termografía infrarroja para identificar puntos calientes, pruebas de descargas parciales	1. Analiza la importancia del mantenimiento operativo en la confiabilidad, operatividad y eficiencia de los motores eléctricos. 2. Documenta tareas de mantenimiento preventivo en motores eléctricos, incluyendo inspecciones visuales, medición de parámetros eléctricos, lubricación de cojinetes y revisión de alineación mecánica, garantizando la operatividad, reducción del desgaste y cumplimiento de normativas mediante la planificación y ejecución adecuada de intervenciones periódicas. 3. Diagnóstica fallas comunes y ejecuta reparaciones en motores eléctricos, aplicando metodologías de análisis estructurado y procedimientos técnicos como rebobinado, sustitución de componentes y reconexión de terminales, asegurando el cumplimiento de estándares de calidad y seguridad. 4. Implementa técnicas avanzadas de mantenimiento predictivo como análisis de vibraciones mecánicas, termografía infrarroja y pruebas de descargas parciales, para identificar fallas incipientes en motores eléctricos. 5. Diseña y ejecuta un programa integral de mantenimiento para motores eléctricos, incorporando tareas preventivas, correctivas y predictivas.



Unidades	Contenidos	Resultados de Aprendizaje
	<p>para evaluar el estado del aislamiento.</p> <p>3.4.2 Implementación de sensores para monitoreo en línea y análisis de datos.</p> <p>3.5 Planificación y ejecución de un programa integral de mantenimiento para un motor eléctrico.</p>	
<p>4. Mantenimiento de Disyuntores, Reconectores y Sistemas de Protección.</p>	<p>4.1 Introducción a los Disyuntores, Reconectores y Sistemas de Protección.</p> <p>4.2 Clasificación, componentes y partes constitutivas.</p> <p>4.2.1 Disyuntores: baja, media y alta tensión.</p> <p>4.2.2 Reconectores: monofásicos y trifásicos.</p> <p>4.2.3 Sistemas de protección asociados: relés de protección, transformadores de corriente y de tensión.</p> <p>4.3 Procedimientos básicos del mantenimiento preventivo:</p> <p>4.3.1 Inspección visual y limpieza de contactos eléctricos.</p> <p>4.3.2 Verificación del estado de los mecanismos de operación.</p> <p>4.3.3 Pruebas de funcionalidad: apertura y cierre de contactos.</p> <p>4.3.4 Medición de resistencia de contacto y resistencia de aislamiento.</p> <p>4.3.5 Frecuencia y cronograma de actividades preventivas.</p> <p>4.4 Mantenimiento Correctivo.</p> <p>4.4.1 Diagnóstico y resolución de fallas: Pérdida de capacidad</p>	<p>1. Describe la clasificación, componentes y funcionamiento de disyuntores, reconectores y sistemas de protección eléctricos, diferenciando sus aplicaciones en baja, media y alta tensión, y el papel de los relés y transformadores asociados.</p> <p>2. Planifica y ejecuta mantenimiento preventivo en disyuntores, reconectores y sistemas de protección, realizando inspección visual, limpieza, pruebas de funcionalidad y medición de resistencia, respetando frecuencias y cronogramas establecidos.</p> <p>3. Diagnóstica fallas comunes y ejecuta mantenimiento correctivo en equipos de protección eléctrica, identificando problemas en contactos, mecanismos de operación y circuitos auxiliares, aplicando técnicas de reparación o sustitución de componentes críticos.</p> <p>4. Aplica técnicas de mantenimiento predictivo utilizando herramientas digitales y métodos avanzados, como análisis termográfico, monitoreo en línea y pruebas funcionales de relés, para evaluar el estado</p>

Unidades	Contenidos	Resultados de Aprendizaje
	<p>de interrupción (quemaduras en contactos).</p> <p>4.4.2 Fallos en mecanismos de operación (resortes, sistemas hidráulicos o electrónicos).</p> <p>4.4.3 Problemas en los circuitos auxiliares de control y señalización.</p> <p>4.4.4 Reparación o sustitución de componentes críticos: contactos, aisladores y módulos de control.</p> <p>4.5 Mantenimiento Predictivo.</p> <p>4.5.1 Técnicas avanzadas para el diagnóstico de estado: análisis termográfico para detección de sobrecalentamientos, pruebas de tiempo de operación (apertura y cierre), monitoreo en línea de parámetros operativos: corrientes, tensiones y tiempos de interrupción.</p> <p>4.5.2 Uso de herramientas digitales para evaluar tendencias y planificar intervenciones.</p> <p>4.5.3 Revisión de relés de protección: configuración y pruebas funcionales de relés de sobrecorriente, diferencial y distancia.</p> <p>4.5.4 Coordinación de ajustes entre disyuntores, reconectores y sistemas de protección.</p> <p>4.5.5 Pruebas de respuesta de sistemas de</p>	<p>operativo, coordinar ajustes y planificar intervenciones oportunas.</p>

Unidades	Contenidos	Resultados de Aprendizaje
	protección frente a eventos simulados.	
5. Mantenimiento en Comandos Electro-Electrónicos.	<p>5.1 Mantenimiento Preventivo de Comandos Electro-Electrónicos.</p> <p>5.1.1 Procedimientos básicos: inspección visual de conexiones y componentes (bornes, cables, soldaduras), limpieza de equipos y revisión de sistemas de ventilación y enfriamiento, verificación de parámetros eléctricos: tensión de alimentación, corriente de operación, y estado de contactos.</p> <p>5.1.2 Sustitución programada de elementos de desgaste como relés y contactores.</p> <p>5.2 Mantenimiento Correctivo de Comandos Electro-Electrónicos.</p> <p>5.2.1 Diagnóstico de fallas comunes: cortocircuitos o circuitos abiertos en conexiones internas, fallas en los dispositivos de control (contactores quemados, relés averiados), problemas en la comunicación entre dispositivos (PLC y actuadores).</p> <p>5.2.2 Procedimientos de reparación: reemplazo de componentes electrónicos dañados, reconexión y soldadura de terminales defectuosos,</p>	<p>1. Realiza mantenimiento preventivo en comandos electro-electrónicos, incluyendo inspección visual, limpieza, verificación de parámetros eléctricos y sustitución programada de componentes sujetos a desgaste, para asegurar la confiabilidad y funcionamiento óptimo de los sistemas.</p> <p>2. Diagnostica y repara fallas comunes en comandos electro-electrónicos, identificando cortocircuitos, fallas en dispositivos de control y problemas de comunicación, aplicando técnicas de reparación como reemplazo de componentes, reconexión y ajustes de configuración.</p> <p>3. Aplica técnicas de mantenimiento predictivo en comandos electro-electrónicos, utilizando monitoreo de señales eléctricas, termografía, medición de aislamiento y análisis de ruidos para anticipar fallas y programar intervenciones oportunas.</p> <p>4. Verifica la calibración de dispositivos y sistemas asociados a comandos electro-electrónicos, incluyendo ajuste de parámetros en variadores de frecuencia y fuentes de alimentación, inspección de interfaces de comunicación y calibración de dispositivos de entrada/salida, garantizando la correcta operación y comunicación del sistema.</p>



Unidades	Contenidos	Resultados de Aprendizaje
	<p>restauración de parámetros de configuración en equipos electrónicos.</p> <p>5.3 Mantenimiento Predictivo de Comandos Electro-Electrónicos.</p> <p>5.3.1 Técnicas de monitoreo: análisis de señales eléctricas en sistemas de control, uso de termografía para detectar puntos calientes en tableros eléctricos, pruebas de resistencia de aislamiento y medición de ruidos eléctricos.</p> <p>5.3.2 Identificación y solución de fallos en programas de control.</p> <p>5.3.3 Ajuste de parámetros en variadores de frecuencia y fuentes de alimentación.</p> <p>5.3.4 Inspección y calibración de pantallas táctiles y dispositivos de entrada/salida.</p> <p>5.3.5 Verificación de interfaces de comunicación (Ethernet, RS-485, Profibus).</p>	
6. Mantenimiento en Sistemas de Medición y Protección.	<p>6.1 Componentes principales:</p> <p>6.1.1 Medición: transformadores de corriente (TC) y de potencial (TP), medidores digitales y analógicos.</p> <p>6.1.2 Protección: relés de protección, fusibles, seccionadores y sistemas de disparo automático.</p> <p>6.2 Mantenimiento Preventivo</p>	<ol style="list-style-type: none"> Identifica y describe los componentes clave de sistemas de medición y protección eléctrica, comprendiendo su función en el sistema. Ejecuta mantenimiento preventivo en sistemas de medición y protección para garantizar su funcionamiento y durabilidad. Diagnóstica y repara fallas en sistemas de medición y

Unidades	Contenidos	Resultados de Aprendizaje
	<p>en Sistemas de Medición y Protección.</p> <p>6.2.1 Inspección visual de equipos: estado físico de conexiones, bornes y carcassas, verificación de ausencia de polvo, humedad y otros agentes contaminantes.</p> <p>6.2.2 Procedimientos básicos: limpieza y ajuste de conexiones, calibración de instrumentos de medición y equipos de protección, pruebas de funcionamiento de relés y sistemas de protección.</p> <p>6.3 Mantenimiento Correctivo en Sistemas de Medición y Protección</p> <p>6.3.1 Diagnóstico y resolución de fallas: medidores con lecturas erráticas o sin señal, fallas en relés de protección (disparos intempestivos o fallas en el disparo), problemas en transformadores de medición (corriente o potencial).</p> <p>6.3.2 Procedimientos de reparación: sustitución de componentes dañados (bobinas, contactos, circuitos electrónicos), corrección de configuraciones erróneas en equipos de protección, reconexión y reparación de transformadores de corriente y potencial.</p>	<p>protección, asegurando calidad y seguridad.</p> <p>4. Aplicamantenimiento predictivo avanzado para evaluar y optimizar la protección en sistemas eléctricos.</p>



Unidades	Contenidos	Resultados de Aprendizaje
	<p>6.4 Mantenimiento Predictivo en Sistemas de Medición y Protección.</p> <p>6.4.1 Técnicas de diagnóstico avanzado: análisis termográfico para detección de sobrecalentamientos, medición de resistencia de aislamiento en TC y TP, pruebas de inyección primaria y secundaria en relés de protección.</p> <p>6.4.2 Ajustes de parámetros de operación en relés de protección: relés de sobrecorriente, diferencial y distancia; coordinación entre equipos de protección en redes eléctricas.</p> <p>6.4.3 Pruebas funcionales de sistemas de protección: simulación de fallas y análisis de respuesta, evaluación de tiempos de operación y disparo.</p>	

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, proyector, marcadores, equipo de audio.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Ryder, M. A. (2020). Transformerprinciples and applications. McGraw-Hill.
- Bonnett, A. H., &Yung, G. C. (2016). Electrical motor maintenance and testing. IEEE Press.
- González, F. J. (2011). Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado (4.^a ed.).
- Montanilla, J. (s. f.). Fundamentos del mantenimiento industrial (1.^a ed.). Ed. UTP.
- Mora, R. (s. f.). Mantenimiento: Planeación, ejecución y control. Ed Alfaomega.
- García Garrigo, L. (s. f.). Organización y gestión integral del mantenimiento. Ed Díaz de Santos.
- Pérez Rodón, J. (s. f.). Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial. Ed Usta.
- Instituto Español de Mantenimiento Productivo Total. (s. f.). TPM: Cero averías.
- Rockwell Automation. (s. f.). Sistemas de seguridad para maquinaria industrial: Principios, normas e implementación.
- International OrganizationforStandardization. (s. f.). EN ISO 13849-1: Seguridad de las máquinas – Partes de sistemas de control relacionadas con la seguridad – Parte 1: Principios generales para el diseño.
- International OrganizationforStandardization. (s. f.). EN ISO 12100: *Seguridad de las máquinas – Principios generales de diseño – Evaluación de riesgos y reducción de riesgos.*

