



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Programa de Ensayos eléctricos y equipamiento de Media Tensión

1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR: Ensayos eléctricos y equipamiento de Media Tensión.

2. CRÉDITOS: 9.

3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

El objetivo del curso es brindar al estudiante los conocimientos básicos sobre las buenas prácticas para especificar equipamiento de Media Tensión (MT) en Sistemas Eléctricos de Potencia (SEP), y sobre los mecanismos usados internacionalmente para la evaluación de la conformidad de dicho equipamiento. En particular, se presentan y estudian con detalle un conjunto de ensayos establecidos en normas internacionales, que aplican a diversos equipos (ensayos generales). Asimismo, se profundiza en la descripción funcional de los diversos componentes de las redes MT y sus especificaciones técnicas básicas, de acuerdo a las normas internacionales, y la aplicación específica de los ensayos generales presentados.

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

El curso consta de 68 horas de sesiones expositivas en la que se cubren aspectos tanto teóricos (62 horas), como ejercicios prácticos (6 horas). Se estima, como dedicación no presencial la misma cantidad de horas presenciales para el caso de las sesiones teóricas, y 1 vez y media la cantidad de horas presenciales para las clases prácticas. En total: 139 horas.

5. TEMARIO

1. Validación de materiales eléctricos y sistemas de medida para SEP.
 - 1.1. Organización internacional del control de calidad. Rol, constitución y funcionamiento de las principales organizaciones según su función: Normalización (IEC, IEEE, ISO), Acreditación (Acuerdos de mutuo reconocimiento internacional, Organismos Certificadores de Productos, Organismos nacionales de acreditación), Organizaciones que garantizan la trazabilidad de las mediciones (BIPM, laboratorios nacionales, secundarios, de primera, segunda y tercera parte).
 - 1.2. Conceptos básicos de mediciones: mesurando, principio de medición, método y procedimiento de medición, error, exactitud, precisión, veracidad, incertidumbre, trazabilidad.
 - 1.3. Conceptos básicos de instrumentos de medida: exactitud, resolución, linealidad.

2. Materiales aislantes.
 - 2.1. Estructura y constitución de los aislantes. Propiedades fundamentales.
 - 2.2. Resistencia de aislamiento. Resistencia superficial.
 - 2.3. Constante dieléctrica. Rigidez dieléctrica. Descarga disruptiva en un dieléctrico. Gradiente de potencial.
 - 2.4. Pérdidas en los dieléctricos.
 - 2.5. Propiedades mecánicas de los dieléctricos. Clasificación de los materiales aislantes según sus propiedades y aplicaciones.
 - 2.6. Aislantes gaseosos: Ley de Paschen. Comportamiento frente a la polaridad de la tensión aplicada. Efecto Corona.

3. Ensayos eléctricos
 - 3.1. Tensión aplicada a frecuencia industrial: Descripción de los equipos usados comúnmente en la industria. Metodología. Vida útil de una aislación. Definiciones y requisitos del ensayo según IEC 60060-1.
 - 3.2. Impulso: Valores normalizados según IEC 60071-1. Requisitos del ensayo según IEC 60060-1. Generador de Marx: principio de su funcionamiento. Aplicación a transformadores y condensadores. Criterios de aceptación.
 - 3.3. Medición de la tangente del ángulo de pérdidas en un dieléctrico. Sistemas de medición utilizados comúnmente en la industria. Aplicación en cables y condensadores.

- 3.4. Medidas de resistencias de alto valor: descripción de la metodología y equipamiento usualmente utilizado. Índice de Polarización en cables.
- 3.5. Medidas de resistencia de bajo valor y ciclado térmico: resistencia de contacto en equipos de protección y maniobra (disyuntores, seccionadores, reconectores): Descripción del equipamiento y metodología. Ensayo de ciclado térmico: objeto e importancia en la verificación y el mantenimiento en conexiones de circuitos de potencia.
- 3.6. Medida de tiempos: Aplicación equipos de maniobra y protección. Descripción de equipamiento y procedimientos usuales.
- 3.7. Descargas parciales: Descripción del fenómeno e importancia de la utilización de la técnica de diagnóstico. Definiciones de IEC 60270. Descargas parciales internas y efecto Corona. Circuitos de medida: ejemplos de topologías, procedimiento de calibración. Consideraciones prácticas para la realización del ensayo. Descargas parciales en cables subterráneos.

4. Equipamiento de MT

- 4.1. Cables apantallados y sus accesorios (empalmes y terminales).
- 4.2. Aisladores de Media Tensión.
- 4.3. Interruptores.
- 4.4. Seccionadores Bajo Carga.
- 4.5. Seccionadores de línea y de Puesta a Tierra.
- 4.6. Descargadores de Sobretensión.
- 4.7. Transformadores inductivos de medida de tensión y de corriente.
- 4.8. Celdas prefabricadas.

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1 Básica

1. Kuffel, Edmund & Zaengl, W.S & Kuffel, John (2000). High voltage Engineering, 2nd Edition. Oxford: Newnes.
2. Hauschild, Wolfgang & Lemke, Eberhard (2019). High-Voltage Test and Measuring Techniques, 2nd Edition. Switzerland: Springer.
3. Normas y Reportes Técnicos sobre ensayos y equipos de IEC e IEEE.
4. Manuales y Notas de Aplicación de fabricantes de equipamiento de MT.

6.2 Complementaria

5. Bureau International des Poids et Mesures – BIPM (2009). Evaluation of measurements data – An introduction to the Guide to the expression of uncertainty in measurements and related Documents. Paris: BIPM.

6. Montgomery, Douglas C. (2004). Control Estadístico de la Calidad, 3era Edición. México: LIMUSA.

7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

7.1 Conocimientos Previos Exigidos:

Conceptos básicos de electromagnetismo: carga eléctrica, campo eléctrico y campo magnético, potencial eléctrico, capacitores, dieléctricos.

Los siguientes temas de la Teoría de Circuitos y Sistemas:

- Leyes de Kirchhoff y teoremas de circuitos (Thevenin, Norton y Principio de Superposición).
- Distribuciones: convolución.
- Análisis de respuesta en el tiempo y en frecuencia de circuitos R-L-C.
- Expresiones de la impedancia de un inductor y de un capacitor.

7.2 Conocimientos Previos Recomendados:

Conceptos sobre arquitectura de redes de MT, cálculo de cortocircuitos en SEP.

ANEXO A

Para todas las Carreras

A1) INSTITUTO

Instituto de Ingeniería Eléctrica.

A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

Se detallan a continuación, las horas presenciales de clases teóricas (hs-teo), prácticas (hs-pra) y de consulta (hs-cons).

Se utiliza la siguiente nomenclatura para los temas y sus puntos:

Tema A [x.1, x.2,...] (horas), donde los puntos del tema A: x.1, x.2, etc hacen referencia a los correspondientes detallados en "5. Temario".

Semana 1	Presentación del curso (1 h-teo), Validación de materiales y sistemas de medida para SEP [1.1, 1.2, 1.3] (3 hs- teo)
Semana 2	Materiales aislantes [2.1, 2.2, 2.3, 2.4] (4 hs-teo), Validación de materiales y sistemas de medida para SEP (2 hs-pra).
Semana 3	Materiales aislantes [2.5, 2.6] (2 hs-teo), Ensayos Eléctricos [3.1] (2 hs-teo).
Semana 4	Ensayos Eléctricos [3.1, 3.2] (4 hs-teo).
Semana 5	Ensayos Eléctricos [3.2, 3.3] (4 hs-teo).
Semana 6	Ensayos Eléctricos [3.4, 3.5] (4 hs-teo).
Semana 7	Ensayos Eléctricos [3.6, 3.7] (4 hs-teo), Ensayos Eléctricos (2 hs – pra).
Semana 8	Ensayos Eléctricos [3.7] (2 hs-teo), Equipamiento MT [4.1] (2 hs-teo), Consultas (2hs-cons).
Semana 9	Equipamiento MT [4.1, 4.2] (4 hs-teo).
Semana 10	Equipamiento MT [4.3] (6 hs-teo).
Semana 11	Equipamiento MT [4.4, 4.5] (4 hs -teo).
Semana 12	Equipamiento MT [4.6] (4 hs -teo).
Semana 13	Equipamiento MT [4.7] (4 hs -teo).
Semana 14	Equipamiento MT [4.8] (4 hs -teo), Equipamiento MT (2 hs – pra).
Semana 15	Equipamiento MT [4.8] (4 hs-teo), Consultas (2 hs-cons).

A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

La evaluación de desempeño consta de dos parciales (uno a la mitad del curso y otro al final).

Se consideran las siguientes franjas de aprovechamiento de las pruebas:

- Menos de 25% debe realizar nuevamente el curso.
- Entre 25% y 70% gana el curso (derecho a rendir examen y a cursar unidades curriculares que tienen este curso como previo) y debe rendir examen final.

- Con más del 70%, se aprueba y exonera la unidad curricular.

A4) CALIDAD DE LIBRE

No.

A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

Cupos mínimos: No tiene.

Cupos máximos: No tiene.

ANEXO B para la carrera Ingeniería Eléctrica

Esta(s) parte(s) del anexo incluye(n) los aspectos que son particulares de cada carrera que tome la unidad curricular.

B1) ÁREA DE FORMACIÓN

Instalaciones y Sistemas Eléctricos de Potencia.

B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS

Curso: Exámenes de Electromagnetismo y Teoría de Circuitos, curso de Señales y Sistemas.

Alternativamente, estarán habilitados a cursar quienes cuenten con el examen de Electromagnetismo y uno de los exámenes de Sistemas Lineales 1 o Sistemas Lineales 2.

Examen: El curso de la unidad curricular.

(Las unidades curriculares previas serán definidas por las carreras que tomen la unidad curricular en cuestión, teniendo en cuenta los conocimientos exigidos que figuran en el programa.)

APROB RES CONSEJO DE FAC. ING.

RECIBO 21/09/2021

Exp. 060180-501231-21