

Curso Académico: ( 2020 / 2021 )

Fecha de revisión: 11-12-2020

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Ingeniería Eléctrica

Coordinador/a: MARTINEZ TARIFA, JUAN MANUEL

Tipo: Optativa Créditos ECTS : 6.0

Curso : Cuatrimestre :

**REQUISITOS (ASIGNATURAS O MATERIAS CUYO CONOCIMIENTO SE PRESUPONE)**

Fundamentos de Ingeniería Eléctrica  
 Líneas y subestaciones eléctricas  
 Circuitos Magnéticos y Transformadores

**OBJETIVOS**

La asignatura permitirá al alumno:

- Comprender las propiedades esenciales de los materiales aislantes empleados en la industria.
- Conocer los mecanismos de degradación a que están sometidos los materiales aislantes.
- Analizar la interacción entre diversos mecanismos de degradación que intervienen en el envejecimiento de equipamiento eléctrico.
- Comprender el funcionamiento de circuitos de generación y medida en AT.
- Calcular los esfuerzos eléctricos a que está sometido un aislante eléctrico sobre la base del conocimiento de su diseño.
- Obtener información útil sobre los tipos de ensayos de aceptación y mantenimiento que permiten certificar la calidad mínima de un equipo eléctrico que vaya a estar sometido a AT.

**DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA**

Temario de clases.

1. Introducción.
  - 1.1. Equipamiento eléctrico en Alta Tensión.
  - 1.2. Esfuerzos eléctricos, térmicos y mecánicos aplicados sobre equipamiento eléctrico.
  - 1.3. Coordinación de aislamiento.
  - 1.4. Gestión de activos.
2. Materiales aislantes empleados en Ingeniería de Alta Tensión.
  - 2.1. Aislantes gaseosos.
    - 2.1.1. El proceso de ionización.
    - 2.1.2. Aire.
    - 2.1.3. SF6 y otros gases.
    - 2.1.4. Aplicaciones
    - 2.1.5. Procesos de degradación.
  - 2.2. Aislantes líquidos. Aplicaciones y procesos de degradación.
  - 2.3. Aislantes sólidos.
    - 2.3.1. Ruptura en aislamiento sólido.
    - 2.3.2. Aplicaciones.
    - 2.3.3. Mecanismos de degradación.
    - 2.3.4. Descargas parciales, capacidad y tangente de delta. Circuito equivalente.
3. Dispositivos para ensayos de materiales aislantes.
  - 3.1. Circuitos de generación de AT en AC, DC e impulsos.
  - 3.2. Circuitos para medidas en Alta Tensión.
4. Diseño de sistemas de aislamiento.
  - 4.1. Análisis elemental de esfuerzos dieléctricos en geometrías sencillas.
  - 4.2. Rigidez dieléctrica de materiales más comunes.
  - 4.3. Impregnación de papel en transformadores y Tratamiento VPI en máquinas rotativas.

5. Mecanismos de degradación en equipamiento eléctrico.
  - 5.1. Generalidades.
  - 5.2. Cables aislados.
  - 5.3. Pasatapas y aisladores.
  - 5.4. Líneas aéreas.
  - 5.5. Interruptores.
  - 5.6. Transformadores de potencia.
  - 5.7. Máquinas rotativas.
  
6. Ensayos normalizados de evaluación del estado de aislamiento de un equipo eléctrico.
  - 6.1. Medida de resistencia de aislamiento. Índice de polarización. Aplicaciones a los diferentes equipos.
  - 6.2. Tensión soportada AC y DC.
  - 6.3. Ensayos de impulso tipo rayo y maniobra. Impulsos de frente de onda rápido.
  - 6.4. Medida de capacidad y tangente de delta. Aplicaciones a los diferentes equipos.
  - 6.5. Medida de descargas parciales. Aplicaciones a los diferentes equipos.
  - 6.6. Técnicas específicas de evaluación de transformadores.
  - 6.7. Técnicas específicas de evaluación de alternadores.
  - 6.8. Localización de faltas en cables.

#### Sesiones Prácticas:

- 1.- Generalidades del laboratorio y medidas de seguridad. Ensayos de tipo impulso.
- 2.- Medidas de resistencia de aislamiento en transformador y ensayo de impulso de frente rápido en máquina rotativa.
- 3.- Medida de capacidad y tangente de delta.
- 4.- Ensayo de descargas parciales. Medida de resistencia superficial y volumétrica.

#### ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

- Clases magistrales, clases de resolución de dudas en grupos reducidos, presentaciones de los alumnos, tutorías individuales y trabajo personal del alumno; orientados a la adquisición de conocimientos teóricos (3 créditos ECTS).
- Prácticas de laboratorio y clases de problemas en grupos reducidos, tutorías individuales y trabajo personal del alumno; orientados a la adquisición de habilidades prácticas relacionadas con el programa de la asignatura (3 créditos ECTS).

Las tutorías serán solicitadas por los alumnos mediante cita con el profesor. Algunas sesiones de grupo reducido se harán en el laboratorio.

#### SISTEMA DE EVALUACIÓN

##### Prácticas:

Los alumnos deberán estudiar con profundidad los guiones de prácticas y revisar la bibliografía recomendada al respecto antes de asistir a prácticas. La calificación de prácticas tendrá en consideración tanto la resolución de las preguntas demandadas en los guiones tras las medidas de laboratorio como la precisión en las medidas realizadas en el laboratorio y la actitud del alumno en el mismo, incluyendo en esto la estricta observancia de las medidas de seguridad mostradas en la asignatura (15%).

##### Convocatoria ordinaria:

El 40% de la calificación, nota del examen final.

El 45% de la calificación, nota de evaluación continua, se obtendrá en los grupos reducidos a lo largo del curso académico. Esta evaluación se hará según el criterio del profesor de cada grupo; no obstante, en todos los grupos se harán un mínimo de tres ejercicios a lo largo del curso.

El profesor, en función del número de alumnos matriculados, podrá proponer un trabajo voluntario a realizar por los estudiantes de forma individual o en grupo. Este trabajo podría elevar la calificación de evaluación continua del alumno hasta en un 30%.

El 15% de la calificación, nota de laboratorio.

También, se puede aprobar la asignatura sin necesidad de presentar el examen final. Para ello, la condición es obtener una calificación total superior a 6 puntos sobre 10 en el cómputo total de la evaluación continua (85%) y las prácticas (15%).

Convocatoria extraordinaria:

- a. Si el estudiante siguió el proceso de evaluación continua, el examen final tendrá el mismo valor porcentual que en la convocatoria ordinaria (40%).
- b. Si el estudiante no siguió el proceso de evaluación continua tendrá derecho a realizar un examen en la convocatoria extraordinaria con un valor del 100% de la calificación total de la asignatura. No obstante, para poder superar la asignatura, el alumno deberá haber obtenido una calificación superior a 5 en la evaluación de su trabajo en el laboratorio .
- c. Aunque el estudiante hubiera seguido el proceso de evaluación continua, tendrá derecho a ser calificado en la forma indicada en el apartado b) cuando le resulte más favorable.

Para superar la asignatura, en ambas convocatorias, los alumnos deben obtener una calificación total superior a 5 puntos sobre 10.

<b>Peso porcentual del Examen Final:</b>	40
<b>Peso porcentual del resto de la evaluación:</b>	60

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- J.A. Martínez Velasco , Coordinación de aislamiento en redes eléctricas de Alta Tensión,, McGraw Hill.
- J.M. Martínez Tarifa, J. Sanz Feito Aislamiento Eléctrico de Equipos de Alta Tensión, Garceta, 2020
- Khalifa M.; High Voltage Engineering. Theory and Practice,, Marcel Dekker.
- Kreuger F.H.; Partial Discharge Detection in High-Voltage Equipment,, Butterworth & Co..
- P. Gill; Electrical Power Equipment Maintenance and Testing;, Marcel Dekker.
- R.E. James, Q. Su; Condition assessment of High Voltage Insulation in Power System Equipment;, Institution of Engineering and Technology;.
- Stone G., Boutler E.A., Culbert I., and Dhirani H.; Electrical Insulation for Rotating Machines: Design, Evaluation, Aging, Testing and Repair;, IEEE Press Series on Power Engineering, Wiley Interscience.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- D. Kind and H. Kärner; High-voltage insulation technology : textbook for electrical engineers;, Braunschweig : Vieweg;.
- E. Kuffel, W.S. Zaengl, and J. Kuffel; High Voltage Engineering: Fundamentals;, Butterworth-Heinemann;.
- H.M. Ryan ; High Voltage Engineering and Testing;, Institution of Electrical Engineers.
- N.H. Malik; Electrical Insulation in Power Systems;, Marcel Dekker.
- R. Bartnikas and E. J. McMahon; Engineering Dielectrics;, ASTM American Society for Testing and Materials;.

- R.W. Sillars; Electrical Insulating Materials and their Applications;, Ann Arbor, University Microfilms International;.
- T.J. Gallagher and A.J. Pearmain; High voltage: measurement, testing, and design;, Wiley.