

Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

APRUEBA ACTUALIZACIÓN DE LA ORDENANZA C.S. N° 1278

Buenos Aires, 16 de marzo de 2017

VISTO la presentación de la Facultad Regional Concordia, a través de la cual solicita la aprobación y autorización de implementación del Curso de Actualización de Posgrado "Gestión de Activos en Transformadores, Operación, Mantenimiento y Administración de riesgo", y

CONSIDERANDO:

Que el citado curso, aprobado por Ordenanza C.S. N° 1278, requiere su actualización en virtud lo dispuesto por el Reglamento de Educación de Posgrado relativo a la caducidad de los tiempos de vigencia de los cursos.

Que la Facultad Regional Concordia cuenta con un plantel de profesores de elevado nivel académico y profesional, además de una prolongada y amplia experiencia en el dictado de cursos y seminarios vinculados a los propuestos.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad ha analizado los antecedentes que acompañan la solicitud y avala la presentación, y la Comisión de Ciencia, Tecnología y Posgrado recomienda su aprobación.

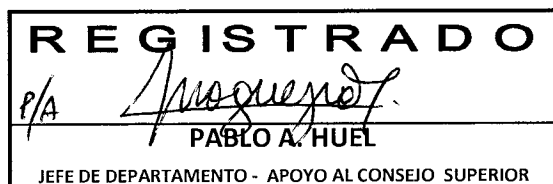
Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto Universitario.

Por ello,

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:

A handwritten signature in black ink, located at the bottom left of the page.



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

ARTÍCULO 1°.- Aprobar la actualización del currículo del Curso de Posgrado "Gestión de Activos en Transformadores, Operación, Mantenimiento y Administración de riesgo", aprobado por Ordenanza C.S. N° 1278, que figura en el Anexo I y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTICULO 2°.- Autorizar el dictado del mencionado Curso en la Facultad Regional Concordia con el Cuerpo Docente que figura en el Anexo II y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 3°.- Regístrese. Comuníquese y archívese.



ORDENANZA N° 1574

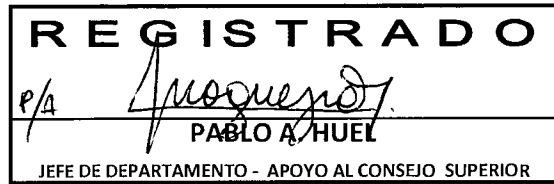
UTN
SCTYP
l.p.
f.c.r.

ING. HÉCTOR CARLOS BROTTTO
RECTOR

A.U.S. RICARDO F. O. SALLER
Secretario del Consejo Superior



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



ORDENANZA N° 1574

ANEXO I

**CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO
GESTIÓN DE ACTIVOS EN TRANSFORMADORES, OPERACIÓN,
MANTENIMIENTO Y ADMINISTRACIÓN DE RIESGO**

1. FUNDAMENTACIÓN

Los Transformadores, la creación de Nicolás Tesla es un elemento clave en el mundo moderno, es el elemento fundamental para el suministro económico y seguro de la energía eléctrica. Este componente cumple distintos roles dentro de los sistemas eléctricos de potencia, siendo vital para el desarrollo humano de las comunidades en áreas urbanas, rurales, en armonía con el medio ambiente.

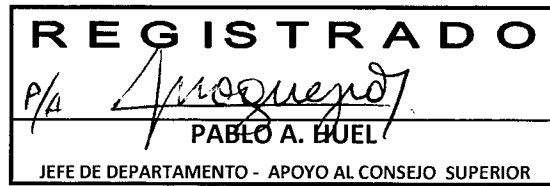
El mercado nacional se abastece de la industria local en los rangos de pequeña y mediana potencia pero hay escasos proveedores para transformadores de gran potencia y extra alta tensión (550kV), los cuales son un elemento estratégico para el desarrollo industrial sostenido de nuestro país.

Como consecuencia de esta situación actualmente en estas unidades, en especial las de gran potencia, se ha notado que a partir del año 2000 se acrecentó su riesgo de falla, debido en gran parte a los diseños muy comprometidos de los fabricantes, por lo tanto los especialistas deben estar capacitados para atender competentemente las distintas gestiones de: Especificación,

Inspección, Ensayo, Comisionamiento, Operación, Mantenimiento, Decomisionado y Deposition final de elementos descartados.



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Indudablemente el transformador dentro de la matriz económica del sistema energético es un parámetro importante no solo por lo significativo de la inversión en sí misma, sino porque cuando ocurre una falla, los costos que involucran estas contingencias, son usualmente muy elevados, alcanzando generalmente varias veces su propio valor; esto no es por la reparación del daño en sí, sino porque se suman los tiempos de lucro cesante, muy largos, involucrando pérdidas severas al sector energético.

Además, el crecimiento del sistema eléctrico asociado al incremento de la actividad económica, a la mejor calidad de servicio requerida por los usuarios, conlleva a la necesidad de mejorar la eficacia en la “Gestión del Activo” reduciendo o evaluando su “Riesgo de Falla” para aumentar la confiabilidad de su servicio en explotación.

Las estrategias de adquisición, comisionamiento, operación y mantenimiento se transforman en elementos claves, en la que el especialista deberá capacitarse para lograr el funcionamiento eficiente de las unidades, siendo éste el primordial objetivo del curso, que pondrá énfasis en los transformadores de gran potencia y Extra Alta Tensión (500kV).

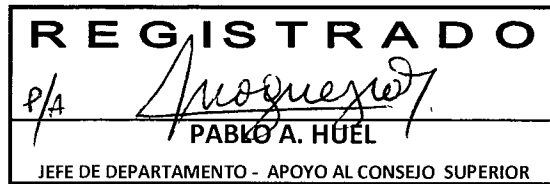
2. JUSTIFICACIÓN

Los transformadores son un activo fundamental en el sistema eléctrico. Actualmente existen nuevas tecnologías de materiales, como así también un gran número de ensayos y monitoreos que se pueden realizar sobre los mismos, haciendo necesaria una actualización en la capacitación de los profesionales que trabajan en su gestión, desde el Planeamiento, la Adquisición, Inspección, Montaje, Puesta en servicio, Operación y Mantenimiento, etc. que se desempeñan en empresas en las distintas etapas del sistema de Generación, Transmisión y Distribución de la Energía Eléctrica.

En el programa del Curso propuesto se hace hincapié en los aspectos de confiabilidad,



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



economía y medio ambiente, aspecto éste último con normativas y reglamentaciones nuevas que requieren la capacitación de los profesionales del área.

Durante el curso, se enfatiza en una gestión de activo orientada a lograr la máxima vida útil de la unidad dentro de una economía circular, evitando el descarte como solución para la seguridad del servicio.

3. OBJETIVOS

Objetivos generales:

El propósito general del curso es formar a los asistentes en un amplio panorama de las distintas actividades que desarrollan alrededor de este estratégico activo.

El curso que será desarrollado por especialistas de gran experiencia en cada especificidad, presentará los modernos criterios de diseño, las herramientas de análisis de los problemas, los métodos para encarar la evaluación y diagnóstico de los transformadores de potencia, con miras a obtener su funcionamiento seguro en Sistemas Eléctricos

Se presentarán casos de fallas importantes, con sus análisis de diagnósticos secuenciales iniciales, procediendo también al análisis real de situaciones diversas de operación y el comportamiento de la unidad en cada tipo de sollicitación, como son los transitorios eléctricos, magnéticos o térmicos.

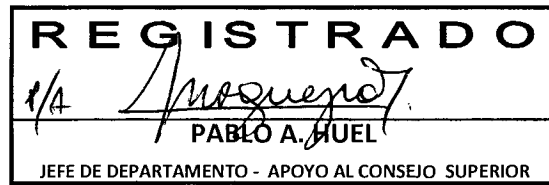
Objetivos Específicos:

La carrera de Ingeniería Eléctrica se orienta generalmente al estudio de transformadores de pequeñas y medianas potencias. En el desarrollo de este curso se abordarán además de ellos, con énfasis en el tratamiento diferencial que deben tener las unidades de gran potencia, hasta las extra alta tensión (550kV), con sus elementos accesorios.

Dado que se aborda en el temario desde las unidades medianas hasta las de gran porte, se



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



pretende que los profesionales asistentes al curso, accedan al conocimiento completo de todas las distintas etapas que implica la Gestión de Activo de este importante elemento como lo son:

- Fundamentar las Especificaciones Técnicas evaluando tipos constructivos
- Otorgar elementos técnicos para juzgar aspectos de diseño
- Inspeccionar la fabricación en un marco trazable de Calidad
- Controlar los Ensayos de finales de tipo y rutina en fábrica
- Realizar el comisionamiento en el emplazamiento de la unidad
- Operar dentro de los límites aplicando criterios de sobrecargas autorizados por las Normas
- Instrumentar políticas de mantenimiento
- Capacitar sobre diagnóstico de funcionamiento observable, pre-fallas, fallas y monitoreos.
- Análisis de repuestos y reposición de servicio
- Análisis post-falla para contingencias especiales
- Criterio para la deposición final de unidades y sus componentes, atendiendo la legislación ambiental

Todos estos aspectos serán desarrollados de acuerdo a las técnicas más actuales a disposición de los docentes especialistas y a las Normas Internacionales que reglamentan la fabricación, la operación y el mantenimiento.

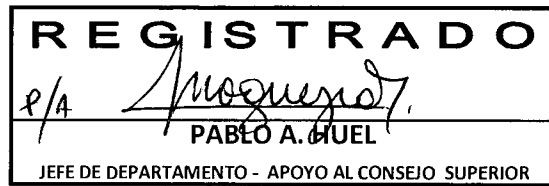
4. CONTENIDOS MÍNIMOS

1. EL TRANSFORMADOR: Generalidades; Aplicaciones; Tipos elevadores de generador, de transmisión, de subtransmisión, de distribución; Bancos de transformadores; Transformadores de medición.

2. ESTRATEGIA DE GESTIÓN DEL ACTIVO: Especificaciones Técnicas; Revisión de Diseño,



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Inspección y Ensayos; Ciclo de Vida; Vida Útil; Capitalización de Perdidas. Aseguramiento de la calidad. Estrategia de Mantenimiento basado en Tiempo TBM; Mantenimiento basado en Condición CBM: Mantenimiento basado en confiabilidad RCM. Técnicas de análisis de modos de falla FMEA y criticidad FMECA, Política de repuestos

3. AISLAMIENTO DE LOS DEVANADOS. Tipos de devanados; Concéntrico, Enteros de discos; de Arrollamientos aplanados; Voltajes de devanado, Estructura del aislamiento; Rigidez dieléctrica campo unidireccional, Rigidez dieléctrica en C.A.; Efecto del tiempo de Aplicación; Teoría del aislamiento; Distribución de voltajes transitorios; Métodos constructivos, condensador, hisercap, bobinas serie; Materiales para aislamiento; Procesos de secado.

4. NÚCLEOS MAGNÉTICOS: Tipos constructivos; Características electromagnéticas de los materiales; Flujo y corriente; Curvas de histéresis; Flujo y voltaje; Pérdidas de histéresis Foucault; Trayectoria real del flujo magnético; Ruido y constricción magnética; Componentes armónicas de la corriente de excitación; Núcleos trifásicos.

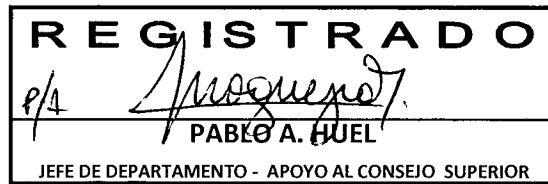
5. RESISTENCIAS REACTANCIAS Y REGULACIÓN: Resistencia de los devanados; Flujo de dispersión; Reactancia de dispersión; Regulación, resistencia eficaz de devanados; Calculo de pérdidas adicionales; Tipos constructivos.

6. FUERZAS ELECTRODINÁMICAS: Formulas de la fuerza; Fuerzas entre bobinas; Resistencia mecánica contra fuerza axial; Desplazamientos axial y fuerzas axiales, Fuerzas de compresión radial de la bobina interior resistencia de las vueltas exteriores; Fuerzas en bobinas formadas por devanados planos entre sí; Capacidad para soportar corriente de corto circuito.

7. DISEÑO TÉRMICO: Método general de cálculo de temperaturas; Flujo de calor del cobre a través del aislamiento; Flujo de desde la superficie de la bobina; Flujo de calor de la bobina al aceite; Calculo de la convección natural; Cálculo de flujo en circulación forzada; Transmisión del calor del líquido al aire; Flujo de calor desde el aceite al aire por termosifón; Evacuación



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



del calor por circulación forzada de aire.

8. ENSAYOS DE RECEPCIÓN Y COMISIONAMIENTO: De tipo; De rutina; Calentamiento; Soportabilidad de cortocircuito; Curva de magnetización; Relación de transformación; Polaridad; Resistencia de bobinados; Ensayo de cortocircuito; Ensayo de vacío; Impulso atmosférico; Impulso maniobra; Tensión aplicada; Tensión inducida con medida de D P; Tangente delta; Aislación de bobinado; Corr. excitación en 380V; Aislación de núcleo; circuitos auxiliares; Nivel sonoro y R.I.V.; Respuesta. frecuencia. (FRA)

9. VIDA DE AISLACIONES EN PAPEL Y ACEITE: Evaluación de la degradación por efecto térmico de la celulosa; Ciclo de carga normal; Operación en sobrecarga; Sobrecargas de emergencia; Solicitaciones durante los corto circuitos.

10. INCIDENCIA DE LAS SOBRETENSIONES: Degradación del aislamiento, Factor de la degradación; Estadística de Weibull; aplicación de los ensayos de recepción.

11. ENSAYOS ELÉCTRICOS DE LOS TRANSFORMADORES: Medida de la Tang \square Factor de Potencia; Espectrografía dieléctrica EDA; Medida de "Resistencia de Aislamiento" (IR); Relación de Absorción (DAR); Índice de Polarización (IP); Escalón de Voltajes (SV); Corriente de Descarga (DD) Descargas parciales principios detección eléctrica y acústica; Respuesta en frecuencia (FRA).

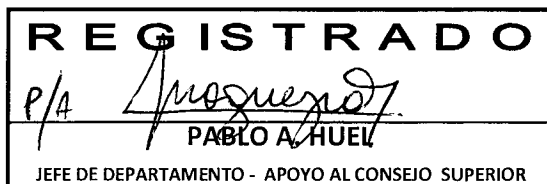
12. ENSAYOS ELÉCTRICOS DE LOS ACEITES: Rigidez dieléctrica del aceite; Resistividad; Factor de pérdida.

13. ENSAYOS FISICOQUÍMICOS DE LOS ACEITES: La acidez en el aceite o índice de neutralización; La Tensión Interfasial (TIF); Criterio de Color; Contenido de agua; Índice de Calidad (IDQ.); Sed; Lodos; Contenido de Partículas; Ensayos especiales.

14. GENERACIÓN DE GASES EN TRANSFORMADORES: Formación de gases; Velocidad de formación; Motivos de formación; Generalidades del método; solubilidad de los gases;



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Descomposición primaria y secundaria, Gases en operación normal; Método (Gas Patrón); Norma IEC60599, norma IEE C57 104/91 Interpretación de resultados; Valores típicos, Criterios de Duval; Dornenburg; Rogers; Gas clave; MSS/VDE.

15. CONTENIDO DE FURANOS: La Cromatografía Líquida; Generalidades; Descomposición de la celulosa; Significación de los Valores.

16. TRATAMIENTOS DE ACEITE PARA EL MANTENIMIENTO: Filtrado; Deshidratado en vacío, Regeneración en planta externa, regeneración en sitio con tierra de Fuller; Cambio de aceite; Hot Oil Spray; Secado en sitio; Tratamientos de secado o Regenerado en línea.

17. MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADOR Y ACCESORIOS: Programa de mantenimiento; Relés, RBC; Bushing; Termómetros; Imagen Térmica; Válvulas; Monitoreo.

18. TABLAS DE DIAGNÓSTICO PARA EL ANÁLISIS DE LAS FALLAS: Diagnósticos generales; Reconocimientos de fallas dieléctricas, en núcleos y en bobinados; Fallas térmicas en núcleos; bobinados y cubas; Fallas en bushings; fallas en RBC.

19. CIRCUITOS. Norma IEC 60076 -8: Característicos de transformadores; Característicos de autotransformadores trifásicos; Propiedades de secuencia cero y corrientes de falla; Cálculos de corto circuito en trafos trifásicos de 3 bobinados; Operación en paralelo en sistemas trifásicos.

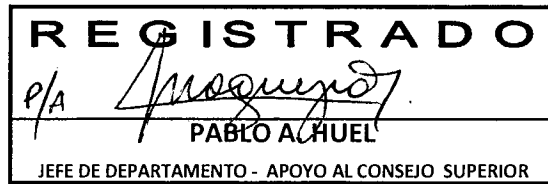
20. ESTUDIOS DE TRANSITORIOS: Transitorio de sobretensiones que llegan al trafo; Transitorio de conexión de líneas largas; Transitorio de conexión de transformador (Inrush); Sobretensiones en el interior del transformador; Modelos de simulación.

21. ANÁLISIS DE LAS FALLAS: Diagnósticos generales; Reconocimientos de fallas dieléctricas, en núcleos y en bobinados; Fallas térmicas en núcleos; bobinados y cubas; Fallas en bushings; fallas en RBC. evaluación del Riesgo de falla.

22. SISTEMAS DE PROTECCIONES: Se desarrollará síntesis de las protecciones usada en los transformadores, los ajustes recomendados y coordinación, Relés Buscholz, Flujo, Alivio



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



de Presión, Diferencial, Sobrecorriente, Impedancia, Imagen Térmica, etc.

5. DURACIÓN

El curso tendrá una duración de SETENTA Y DOS (72) horas

6. METODOLOGÍA

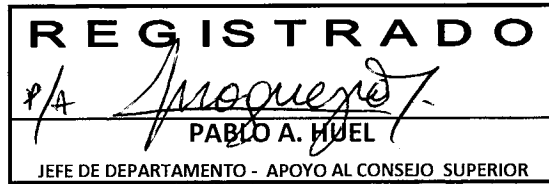
El curso es de carácter presencial. Se prevé el dictado de los módulos en clases teóricas que combinen diversas actividades.

Las actividades de práctica también de carácter presencial está programada en base a:

- Ejercicios prácticos, realización de talleres, con presentaciones de análisis de casos de estudio.
- Ensayos de laboratorio con evaluación de resultados,
- Visita a laboratorios Análisis Físicoquímicos de Aceites para diagnóstico,
- Asistencia presencial a mediciones de campo.

7. EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá cumplir con un 80% de asistencia, aprobar los trabajos prácticos y un examen final individual.



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

ORDENANZA Nº 1574

ANEXO II

**CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO
GESTIÓN DE ACTIVOS EN TRANSFORMADORES, OPERACIÓN,
MANTENIMIENTO Y ADMINISTRACIÓN DE RIESGO
FACULTAD REGIONAL CONCORDIA**

Cuerpo Docente

- MARULL QUER, Fernando Rúben (Responsable)

Ingeniero Electricista, Universidad Nacional de Rosario.

- SIRABONIÁN, Ricardo Martín

Ingeniería Electromecánica, especialidad Eléctrica, Universidad Nacional de Buenos Aires

- GIMÉNEZ GUITIERREZ, Walter Fernando

Doctor Ingeniero Industrial Especialidad Electricidad, Universidad Politecnica de Catalunya

Ingeniero Electricista, Universidad Tecnológica Nacional Regional Santa Fe

- GENTILE, Eduardo Norberto

Ingeniero Electricista, Universidad Nacional de Rosario

A handwritten signature in black ink, appearing to be "E. Gentile".
