



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA



INEEL
INSTITUTO NACIONAL
DE ELECTRICIDAD Y
ENERGÍAS LIMPIAS



**INEEL
CECSE**
CENTRO ESPECIALIZADO
DE CAPACITACIÓN PARA
EL SECTOR ENERGÍA

INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRICIDAD
Y ENERGÍAS LIMPIAS

Fundamentos de operación, diagnóstico y mantenimiento de generadores eléctricos de alta tensión

Clave FODMGEAT 40-40-80-6

Créditos: 6

40 horas

Objetivo

Los participantes aprenderán la importancia de las técnicas de diagnóstico, para detectar mecanismos de deterioro incipientes y tomar las acciones correctivas necesarias para evitar una falla en servicio y extender la vida útil de los generadores. Para ello, los participantes revisarán el principio de operación de los generadores, su clasificación de acuerdo a su turbina, sus aspectos relevantes de diseño y las condiciones normales y anormales de operación, que son fundamentales para un buen diagnóstico. También analizarán los componentes más importantes de los generadores, sus mecanismos de deterioro, las técnicas de diagnóstico, aplicadas fuera de línea y en línea y sus criterios de evaluación. Para cubrir los aspectos prácticos del curso, se discutirán casos reales de diagnósticos realizados, en

diferentes tipos de generadores. Finalmente, los participantes conocerán el concepto del Índice de salud, como una nueva herramienta para la gestión del mantenimiento de los generadores

Dirigido

Ingenieros eléctricos o electromecánicos que enfrentan problemas relacionados con la instalación, la operación, el diagnóstico, el mantenimiento y la reparación de generadores eléctricos de potencia.

Temario

I. Fundamentos teóricos

1. Principios de operación de los generadores de alta tensión
 - 1.1. Leyes electromagnéticas
 - 1.2. Generación de corriente alterna; monofásica, trifásica
 - 1.3. Tipos de generadores
 - 1.4. Esfuerzos de operación
 - 1.5. Aspectos relevantes de diseño
 - 1.6. Condiciones anormales de operación
2. Condiciones de operación de los generadores
 - 2.1. Parámetros importantes
 - 2.2. Curva de "capabilidad"
 - 2.3. Curvas "V"
 - 2.4. Curvas de saturación a circuito abierto y circuito cerrado
 - 2.5. Sistemas de excitación
 - 2.6. Condiciones de operación



II. Devanados del estator

3. Componentes de los devanados del estator
 - 3.1. Materiales
 - 3.2. Procesos de fabricación
4. Principales mecanismos de deterioro en los devanados del estator
 - 4.1. Defectos de fábrica
 - 4.2. Deterioro en operación
5. Técnicas de evaluación fuera de línea para los devanados del estator

III. Devanados del rotor

6. Componentes del rotor
 - 6.1. Rotor de polos lisos
 - 6.2. Rotor de polos salientes
7. Principales mecanismos de deterioro en el devanado de campo
8. Técnicas de evaluación fuera de línea para los devanados del rotor

IV. Núcleo del estator

9. Componentes del núcleo del estator
10. Principales mecanismos de deterioro del núcleo del estator
11. Métodos y técnicas para la evaluación del núcleo

V. Aspectos Mecánicos de los Generadores Eléctricos

12. El generador eléctrico como máquina
13. Vibraciones mecánicas de los turbogeneradores
 - 13.1. Conceptos básicos de las vibraciones

13.2. Origen de las vibraciones en turbogeneradores

13.3. Medición y análisis de vibraciones

13.4. Diagnóstico

14. Chumaceras

14.1. Tipos de chumaceras

14.2. Lubricación

14.3. Problemas típicos

15. Anillos de retención

15.1. Aspectos de diseño

15.2. Esfuerzos

15.3. Fracturas

16. Mantenimiento basado en condición

16.1. Fuera de línea: Pruebas no destructivas

16.2. Fuera de línea: Bump Test

VI. Prácticas de laboratorio

17. Identificación de circuitos de prueba

18. Simulación de mecanismos de deterioro en bobinas y bastones de un generador

19. Prueba de toroide al núcleo del estator

20. Pruebas de diagnóstico al devanado de campo

VI. Monitoreo en línea de generadores eléctricos de potencia

21. Descargas parciales

22. Bobina exploradora

23. Corriente de neutro

24. Corriente de flecha

25. Vibración en cabezales

- 26. Monitoreo de vibraciones mecánicas
- 27. Monitoreo de temperaturas en chumaceras

VII. Índice de salud de generadores

VIII. Cierre del curso

Instructores



Ing. Alejandro González Vázquez

Ingeniero Eléctrico egresado de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Colabora en la Gerencia de Equipos ENEEL desde 1994.

Especialista en el diagnóstico de máquinas eléctricas rotatorias de alta tensión mediante la aplicación de pruebas en línea y fuera de línea de alta sensibilidad, así como en el análisis de las causas de falla.

Se ha desempeñado como Jefe del proyecto de “Servicios de Diagnóstico de Generadores y Motores por 12 años, realizado trabajos para la CFE, PEMEX y la industria privada.

Ha sido coautor de artículos nacionales e internacionales dentro del área de Máquinas Eléctricas Rotatorias.



M.C. Oscar A. Reyes Martínez

Ingeniero industrial eléctrico, por el Instituto Tecnológico de Veracruz y maestro en ciencias con especialidad en sistemas eléctricos de potencia por la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Es investigador de la Gerencia de Equipos Eléctricos del INEEL.

Especialista en el área de máquinas eléctricas rotatorias. Ha dirigido varios proyectos para la CFE, Luz y Fuerza del Centro, PEMEX y Compañías Privadas del Sector Eléctrico. Estos proyectos incluyen: Evaluación y diagnóstico de motores y generadores mediante pruebas en línea y fuera de línea, Supervisión de rehabilitación de motores y generadores, Especificación de alcances de mantenimiento, Participación en grupos de normalización de la CFE, Desarrollo de metodologías para la evaluación de generadores y transformadores de potencia, Evaluación de cables de alta tensión, Evaluación de transformadores de instrumento.

Autor de varios artículos nacionales e internacionales dentro del área de Máquinas Eléctricas Rotatorias. Ha sido representante de México ante el grupo SC-A1 “Máquinas eléctricas rotatorias” del Cigré.



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA



Dr. Rafael García Illescas

Cuenta con 30 años de experiencia en sus líneas de investigación y es autor de más de 70 artículos de congresos internacionales, 14 artículos de revistas, 1 patente en trámite y 11 derechos de autor

Ingeniero Mecánico egresado del Instituto Tecnológico de Orizaba, en 1993. Tiene el grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica otorgado por el Instituto Politécnico Nacional en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (2001) y el grado de Doctor en Ciencias en Ingeniería Mecánica otorgado también por el IPN ESIME (2016), ambos grados obtenidos con mención honorífica. Realizó una estancia de investigación doctoral en la Universidad de Trieste en Italia en 2014 realizando análisis modal experimental de rotores dañados por fisuras.

En 1994, ingresó al Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias donde actualmente se desempeña como investigador en el área de Turbomaquinaria. Sus líneas de investigación consisten en el análisis y diagnóstico de fallas de componentes de turbinas, estimación de vida útil de turbinas por fatiga y fractura, extensión de vida útil de componentes, análisis de transferencia de calor y esfuerzos termomecánicos. Ha participado en la evaluación de integridad mecánica de diversas turbinas hidráulicas, así como en proyectos de comisionamiento de turbinas de gas. Su área de investigación en los posgrados ha sido el análisis de sistemas dinámicos, vibraciones y detección de daño estructural. Ha sido profesor en Ingeniería Mecánica en diversas universidades.