



**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

## Fallas atípicas en sistemas industriales y sus problemas asociados en los equipos de protección

**Créditos: 3**  
**24 horas**

### Objetivo

El personal participante obtendrá el conocimiento básico acerca del sistema aislante de los equipos principales de un sistema eléctrico de potencia tales como; generadores, transformadores, tableros, cables subterráneos y una Acometida aérea. Asimismo, analizará los mecanismos que pueden ocasionar una falla a tierra, una falla bifásica o una falla trifásica. También analizará los efectos y consecuencias de este tipo de fallas, así como los esquemas de protección para su detección y liberación.

El personal participante discutirá las condiciones y filosofías de operación del sistema eléctrico de potencia, que pueden afectar a la detección y liberación de las fallas, con la finalidad de mejorar la selección e implantación de los esquemas de protección.

Finalmente, el personal participante llevará a cabo la integración de los esquemas de protección por zonas o

áreas de acuerdo con las experiencias adquiridas

### Dirigido

A ingenieros que operan y dan mantenimiento a sistemas eléctricos de potencia industriales.

### Temario

1. Presentación del curso y bienvenida al grupo
2. Presentación de instructores
3. Presentación del temario
4. Experiencia de los participantes o conocimiento previo del tema
5. Orientación sobre el curso, instalaciones, medidas de seguridad y servicios
6. Entrega de materiales
7. Dinámica de trabajo
8. Integración del grupo
9. Formas de evaluación al grupo
10. Evaluación diagnóstica
11. Introducción
12. Fallas monofásicas



- 12.1 En sistemas con el neutro conectado sólidamente a tierra
- 12.2 En sistemas con el neutro conectado a tierra con baja resistencia
- 12.3 En sistemas con el neutro conectado a tierra con alta impedancia
- 12.4 En sistemas con el neutro "flotado"
- 13. Fallas bifásicas
- 14. Fallas trifásicas
- 15. Generador
- 15.1 Componentes principales
  - 15.1.1 Estator y sistema aislante
  - 15.1.2 Rotor y sistema aislante
  - 15.1.3 Núcleo y sistema aislante
- 15.2 Fallas más relevantes, sus esquemas de protección y discusión de los factores o filosofías de operación que pueden afectar su detección y liberación
  - 15.2.1 Falla a tierra en el estator (protecciones 50/51N, 27, 27N3, 46, 59N y 87)
  - 15.2.2 Falla a tierra en el rotor (protecciones 64F y 40)
  - 15.2.3 Falla bifásica y trifásica en el estator (protecciones 50/51F, 87, 21, 51V, 59 y 60)
  - 15.2.4 Motorización (protección 32)
  - 15.2.5 Sobre carga y rechazo de carga (protección 81)
  - 15.2.6 Sobre y sub excitación (protección 24)
  - 15.2.7 Falla del interruptor (protección 62B)
  - 15.2.8 Protección de pérdida de sincronismo (protección 78)
- 16. Transformador de potencia
  - 16.1 Componentes principales
    - 16.1.1 Sistema aislante
    - 16.1.2 Núcleo
    - 16.1.3 Conexiones de sus devanados
  - 16.2 Fallas más relevantes, sus esquemas de protección y discusión de los factores o filosofías de operación que pueden afectar su detección y liberación
    - 16.2.1 Falla monofásica internas y externas (protecciones 50/51N, 27, 59N, 51G y relé Buchholz)
    - 16.2.2 Falla bifásica y trifásica (protecciones 50/51 F, 87T con restricción de armónicos)
    - 16.2.3 Elevación de temperatura (protección 49)
- 17. Bus o tablero de media tensión
  - 17.1 Componentes principales
  - 17.2 Fallas más relevantes, sus esquemas de protección y discusión de los factores o filosofías de operación que pueden afectar su detección y liberación
    - 17.2.1 Falla monofásica (protecciones 50/51N, 27 y 59)
    - 17.2.2 Falla bifásica y trifásica (protecciones 50/51F, 87B)
- 18. Alimentador con cable subterráneo
  - 18.1 Componentes principales



- 18.1.1 Sistema aislante
- 18.1.2 Pantalla metálica y sus conexiones
- 18.2 Fallas más relevantes, sus esquemas de protección y discusión de los factores o filosofías de operación que pueden afectar su detección y liberación
  - 18.2.1 Falla a tierra (protecciones 50/51N y 50G)
  - 18.2.2 Sobre tensión y caídas de tensión de fase a fase y de fase a tierra (59 y 27)
  - 18.2.3 Falla bifásica (protecciones 50/51F y 87L)
- 19. Motor de media tensión
  - 19.1 Componentes principales
    - 19.1.1 Estator y sistema aislante
    - 19.1.2 Proceso de arranque
  - 19.2 Fallas más relevantes, sus esquemas de protección y discusión de los factores o filosofías de operación que pueden afectar su detección y liberación
    - 19.2.1 Falla monofásica, secuencia de fases equivocada y sobre carga (protecciones 50/51 N, 27, 49, 60V, 47, 66 y 50G)
    - 19.2.2 Falla bifásica y trifásica (protecciones 50/51F, 87M)
    - 19.2.3 Desbalance de corrientes (protección 46)
    - 19.2.4 Perdida de excitación (protección 40)
- 20. Banco de capacitores de media tensión
  - 20.1 Componentes principales
    - 20.1.1 Capacitor
    - 20.1.2 Proceso de energización, reactor limitador de la corriente de inrush y energización sincronizada
  - 20.2 Fallas más relevantes, sus esquemas de protección y discusión de los factores o filosofías de operación que pueden afectar su detección y liberación
- 20.2.1 Falla monofásica (protecciones 50/51 N, 27 y 59)
- 20.2.2 Falla bifásica y trifásica (protecciones 50/51 F)
- 21. Acometida con línea aérea
  - 21.1 Componentes principales
  - 21.2 Fallas más relevantes, sus esquemas de protección y discusión de los factores o filosofías de operación que pueden afectar su detección y liberación
    - 21.2.1 Falla monofásica (50/51 N, 27, 59, 67, 87L, 21)
    - 21.2.2 Falla bifásica y trifásica (50/51F, 67, 87L, 21)
- 22. Integración global de los esquemas de protección eléctrica en el sistema de potencia de acuerdo con las experiencias adquiridas
- 23. Conclusiones
- 24. Evaluación final de los participantes



**SENER**  
SECRETARÍA DE ENERGÍA



**INEEL**  
INSTITUTO NACIONAL  
DE ELECTRICIDAD Y  
ENERGÍAS LIMPIAS



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

## Instructor



**M.C. Néstor Alexis  
Hernández Muñoz**

Ingeniero Electromecánico egresado del Instituto Tecnológico de Cerro Azul, Tuxpan.

Desde 2007 es Investigador del INEEL en la gerencia de Equipos Eléctricos, en el ámbito de dominio de software especializado maneja, Power Tools de SKM, Enterprise Solution ETAP, EasyPower y Paladín EDSA para análisis de sistemas eléctricos de potencia en estado estable y dinámico. Ha colaborado y dirigido diferentes proyectos del área eléctrica de PEMEX Refinación, Gas, Petroquímica y Exploración y Producción y de CFE.

Es miembro de la IEEE desde 2009.