



**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

## Conexión a tierra del neutro en sistemas eléctricos industriales

**Créditos: 3**  
**24 horas**

### Objetivo

Al finalizar el curso, los participantes comprenderán la importancia que tiene la conexión a tierra del neutro. Conocerán las fallas en cascada, que se generan cuando un sistema de media tensión, se queda “flotado”, alimentando una falla a tierra. Comprenderán el problema que implica la conexión a tierra de los neutros, en sistemas que tienen múltiples fuentes de potencia. Finalmente, conocerán algunos esquemas que se pueden implantar, para garantizar la conexión a tierra de todos los neutros, en todos los escenarios de operación.

Para lograr los objetivos, se discutirá la relación de la conexión a tierra del neutro, con las fallas a tierra y con los esquemas de protección contra fallas a tierra. Se revisarán los métodos de conexión a tierra del neutro, en baja, media y alta tensión, de acuerdo con la norma ANSI/IEEE Std-142-2007 (neutro flotado, conexión con alta impedancia, con baja resistencia o conectado directamente a tierra). Se analizarán los fenómenos que se presentan durante una falla a tierra en un sistema flotado, mediante fallas reportadas en la literatura especializada.

Finalmente, se presentarán algunos esquemas que permiten la conexión a tierra de todos los neutros, utilizando transformadores de potencia y transformadores de puesta a tierra, para formar islas conectadas a tierra

### Dirigido

El curso está diseñado para ingenieros que participan en el diseño, operación, mantenimiento y análisis de fallas, en sistemas industriales que tienen múltiples fuentes de potencia, tales como las plantas petroquímicas, los complejos acereros, las plantas papeleras y la industria cervecera.

El curso fue preparado, con el estándar de competencias ECO-217 del CONOCER “Impartición de cursos de formación de capital humano presencial grupal” y ha sido adaptado a la modalidad de “presencial a distancia”. Se utilizarán técnicas instruccionales como la técnica expositiva y el diálogo o debate, para impactar los dominios de aprendizaje cognitivo y afectivo.

Por los temas que serán analizados, el curso no incluye una sesión práctica, en donde se manipulen sistemas de media tensión, con neutros flotados. Tampoco se realizarán simulaciones, las cuales implicarían el aprendizaje de un software especializado, en transitorios electromagnéticos.

En este caso, para impactar en el dominio psicomotor de los participantes, se llevará a cabo el análisis de fallas en cascada, de casos reales, reportados en la literatura especializada, en sistemas flotados. Se analizará la forma de onda registrada por los relevadores de protección durante fallas en cascada y las evidencias de falla.



## Temario

### Tema 1. Encuadre

1. Objetivos generales del curso
2. Descripción general del curso
3. Aspectos prácticos del curso
4. Presentación del instructor y Presentación del grupo
5. Descripción de las instalaciones
6. Reglas de operación del curso
7. Evaluación diagnóstica

### Tema 2. Fundamentos teóricos de la conexión a tierra del neutro, en sistemas eléctricos de media tensión

1. Introducción
2. Conceptos básicos
3. Métodos de conexión a tierra del neutro de acuerdo con ANSI/IEEE Std-142-2007
4. Neutro conectado directamente a tierra
5. Neutro conectado a tierra a través de una impedancia
6. Neutro eléctricamente "flotado"
7. Fallas en cascada asociadas con neutros flotados
8. Conexión a tierra del neutro en redes de baja tensión
9. Conexión a tierra del neutro en redes de media tensión
10. Conexión a tierra del neutro en redes de alta tensión
11. Resumen

### Tema 3. Nivel de aislamiento y conexión a tierra del neutro de los principales equipos de un sistema de media tensión

1. Introducción
2. Conexión a tierra del neutro de generadores

3. Conexión a tierra del neutro de los transformadores
4. Detección y liberación de fallas a tierra en generadores de media tensión
5. Detección y liberación de fallas a tierra en los transformadores de potencia
6. Transformadores de enlace
7. Interruptor de unidad
8. Conexión del neutro de bancos de capacitores de media tensión
9. Conexión del neutro en motores de media tensión
10. Conexión a tierra de la pantalla de cables de potencia
11. Conexión a tierra de los transformadores de potencial
12. Resumen

### Tema 4. Fallas en cascadas, asociadas con neutros flotados

1. Introducción
2. Caso A. Disparo de protecciones por corriente circulante, ocasionada por asimetrías magnéticas
3. Caso B. Falla en el neutro de generadores de media tensión
4. Caso C. Pérdida de la conexión a tierra del neutro
5. Caso D. Fallas consecutivas por incremento en la tensión de fase a tierra y por resonancia, en las fases no falladas
6. Caso E. Fallas en cascada, ocasionadas por fallas intermitentes
7. Caso F. Fallas simultáneas en un generador ocasionadas por una falla intermitente

### Tema 5. Conexión a tierra de los neutros en sistemas de media tensión con múltiples fuentes de potencia



**SENER**  
SECRETARÍA DE ENERGÍA



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



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

1. Introducción
2. Criterios de diseño de sistemas con múltiples fuentes de potencia
3. Sistemas con Acometida
4. Sistema aislado con dos generadores
5. Sistema aislado con más de dos generadores
6. Sistema con un generador y una Acometida
7. Sistema con más de dos generadores y una Acometida
8. Sistema con un generador, una Acometida y flujo de potencia en ambos sentidos
9. Sistema con generación múltiple y una Acometida
10. Sistema con múltiples fuentes de potencia
11. Conexión híbrida a tierra
12. TP´s en delta abierta y la protección 59G
13. Neutro artificial con un transformador de puesta a tierra
14. Sistema con generación múltiple y conexión híbrida a tierra
15. Sistema con generación múltiple y un neutro artificial con un transformador de puesta a tierra
16. Superación de la capacidad de corto circuito y conexión a tierra del neutro
17. Superación de la capacidad de corto circuito y el interruptor rápido
18. Superación de la capacidad de corto circuito y la subdivisión del sistema
19. Superación de la capacidad de corto circuito, la conexión a tierra de los neutros y los transformadores relación 1:1
20. Superación de la capacidad de corto circuito, la conexión a tierra

de los neutros y el incremento en el nivel de tensión

#### Parte 6. Cierre del curso

1. Conclusiones
2. Logro de objetivos
3. Evaluación final
4. Cierre del curso a cargo del personal del Centro de Posgrado

#### Instructor



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

Maestro en Ingeniería Eléctrica con mención honorífica por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos e Ingeniero Electromecánico (Honores) por el Instituto Tecnológico de Cerro Azul. Desde el 2007 es investigador de la Gerencia de Equipos Eléctricos del Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL), su especialidad es analista de sistemas eléctricos de potencia en media y alta tensión. Ha colaborado y dirigido diferentes proyectos del área eléctrica de PEMEX y CFE, tiene dominio en la operación y especificación de equipos eléctricos de subestaciones eléctricas de media y alta tensión. En el ámbito de dominio de software especializado



**SENER**  
SECRETARÍA DE ENERGÍA



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



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

maneja ATP/EMTP-RV, Power Tools de SKM, Enterprise Solution ETAP, EasyPower y Paladín EDSA para análisis de sistemas eléctricos de potencia en estado transitorio, dinámico y estable. Ha participado como ponente en diferentes congresos nacionales e internacionales relacionados con su área de investigación. A la fecha ha sido autor de 17 artículos publicados y de divulgación, y 3 derechos de autor en la categoría de software. Adicionalmente, ha sido instructor del uso y aplicación de softwares para análisis de sistemas eléctricos de potencia en estado estable.