

Guía de Trabajo

# Diseño de Estaciones Transformadoras de Media y Alta Tensión

Boris Ernesto D'Angles Woolcott



Guía de Trabajo *Diseño de Estaciones Transformadoras de Media y Alta Tensión*  
Boris Ernesto D'Angles Woolcott

Código: ASUC01637  
Plan de Estudios 2018  
Material publicado con fines de estudio

Huancayo, 2023

De esta edición

© Universidad Continental, Oficina de Gestión Curricular  
Av. San Carlos 1795, Huancayo-Perú  
Teléfono: (51 64) 481-430 anexo 7361  
Correo electrónico: [recursosucvirtual@continental.edu.pe](mailto:recursosucvirtual@continental.edu.pe)  
<http://www.continental.edu.pe/>

Corrección de textos  
Roy Vega Jácome

Diseño y diagramación  
Edson Quilca Romero

Cuidado de edición  
Fondo Editorial y Gestión Curricular

Todos los derechos reservados.

La *Guía de Trabajo*, recurso educativo editado por la Oficina de Gestión Curricular, puede ser impresa para fines de estudio.

# Contenido

---

Presentación	5
<b>Primera Unidad</b>	<b>7</b>
Semana 1: Sesión 1 Elementos de la red eléctrica	8
Semana 2: Sesión 2 Subestaciones eléctricas	11
Semana 3: Sesión 3 Transformadores en subestaciones eléctricas	13
Semana 4: Sesión 4 Equipos de maniobra y protección en subestaciones eléctricas	14
<b>Segunda Unidad</b>	<b>17</b>
Semana 5: Sesión 5 Diseño de interruptores y seccionadores	18
Semana 6: Sesión 6 Coordinación de aislamiento	19
Semana 7: Sesión 7 Montaje y ejecución de obra	21
Semana 8: Sesión 8 Pruebas de puesta en servicio	22
<b>Tercera Unidad</b>	<b>23</b>
Semana 9: Sesión 9 Procedimientos de operación	24
Semana 10: Sesión 10 Pruebas en subestaciones	25
Semana 11: Sesión 11 Pruebas en conductores y otros equipos	26

Semana 12: Sesión 12 Pruebas en interruptores	27
<b>Cuarta Unidad</b>	<b>29</b>
Semana 13: Sesión 13 Tipos de mantenimiento	30
Semana 14: Sesión 14 Actividades de operación y mantenimiento	31
Semana 15: Sesión 15 Normas para pruebas de mantenimiento	32
Semana 16: Sesión 16 Plan de mantenimiento	33
Referencias	34

# Presentación

---

Esta guía ha sido diseñada para otorgar al estudiante los conocimientos básicos en los temas relacionados con el desarrollo de la asignatura. Contiene lecturas y actividades que le brindarán una perspectiva general sobre las consideraciones necesarias en el diseño de estaciones transformadoras de media y alta tensión.

Los contenidos han sido distribuidos en cuatro unidades, teniendo en cuenta el sílabo de la asignatura. La primera unidad contiene cuatro guías de trabajo relacionadas con el diseño de subestaciones de potencia. La segunda unidad incluye cuatro guías de trabajo relacionadas con el montaje de subestaciones de potencia. Por su parte, la tercera unidad aborda temas con guías de trabajo relativas a la operación de las subestaciones de potencia. Finalmente, la cuarta unidad contiene cuatro guías de trabajo relacionadas con el mantenimiento en subestaciones de potencia.

Al finalizar la asignatura, el estudiante será capaz de realizar el diseño de subestaciones de potencia desde su concepción hasta su puesta en marcha, con lo cual satisfará necesidades deseadas dentro de restricciones realistas.

Para un buen uso de la guía de estudio, se recomienda al alumno la lectura secuencial de los materiales de lectura complementarios propuestos en cada guía de trabajo. Asimismo, se le sugiere revisar las referencias y los materiales de consulta propuestos en el sílabo para una mejor comprensión de cada tema.

*El autor*



Primera **Unidad**



## Semana 1: Sesión 1

### Elementos de la red eléctrica

---

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos  
Docente: ..... Unidad: 1  
Nombres y apellidos: .....

---

#### Instrucciones

Utilizando el material de lectura correspondiente a la semana 1 como complemento, realice la actividad propuesta en esta guía de práctica.

#### Material de lectura complementario

Sachi, J., y Rifaldi, A. (2015). *Técnica de la alta tensión*. <https://acortar.link/77kVaX>

#### I. Propósito

El estudiante será capaz de describir los elementos de la red eléctrica de alta tensión.

#### II. Descripción de la actividad a realizar

Utilizando la infografía de la Figura 1 (en la siguiente página), describa cuáles son los elementos que conforman la red eléctrica de alta tensión.

---

---

---

---

---

---

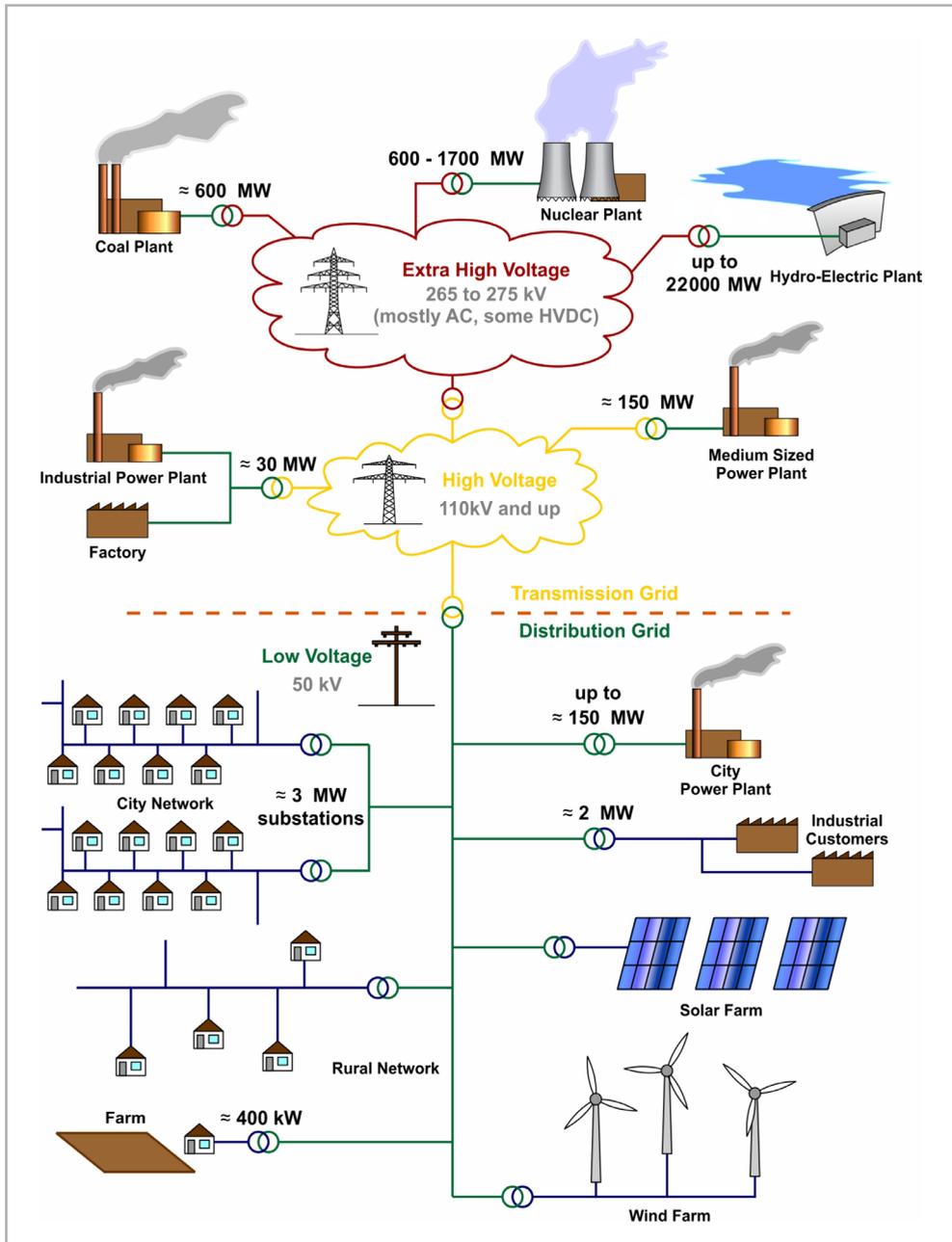
---

---

---

---

**Figura 1**  
Esquema de la red eléctrica



Nota. Figura tomada de "Distribución de energía eléctrica", por Sector Electricidad, 2014 (<https://acortar.link/uPnrUy>).

Ingrese a la página web del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin) y descargue el documento denominado “Supervisión de contratos de proyectos de generación y transmisión de energía eléctrica en operación” (2021) en el siguiente *link*: <https://acortar.link/H4hXCy>

Busque lo siguiente en Sistemas en Operación-Informes-2021:

1. ¿Cuáles son las centrales eólicas de generación con que cuenta el sistema eléctrico peruano?

---

---

---

2. ¿Cuáles son las centrales solares de generación con que cuenta el sistema eléctrico peruano?

---

---

---

3. ¿Cuál fue la producción de energía eléctrica del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) en el año 2020?

---

---

---

4. ¿Qué características tiene la subestación Carapongo 500/220 kV (600 MVA)-primera etapa?

---

---

---

## Semana 2: Sesión 2

### Subestaciones eléctricas

---

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos  
Docente: ..... Unidad: 1  
Nombres y apellidos: .....

---

#### Instrucciones

Utilizando el material de lectura correspondiente a la semana 2 como complemento, realice la actividad propuesta en esta guía de práctica.

#### Material de lectura complementario

- Revise las páginas 1-68 de Moxa. (2011). *Substation technical guide book (IEC 61850-3 and IEEE 1588 in smart substations)*. <https://acortar.link/iw2Hka>
- Revise las páginas 1-36 de Trashorras, J. (2015). *Subestaciones eléctricas*. Parainfo. <https://acortar.link/YjMlo9>

#### I. Propósito

El estudiante será capaz de describir los elementos que componen una subestación eléctrica.

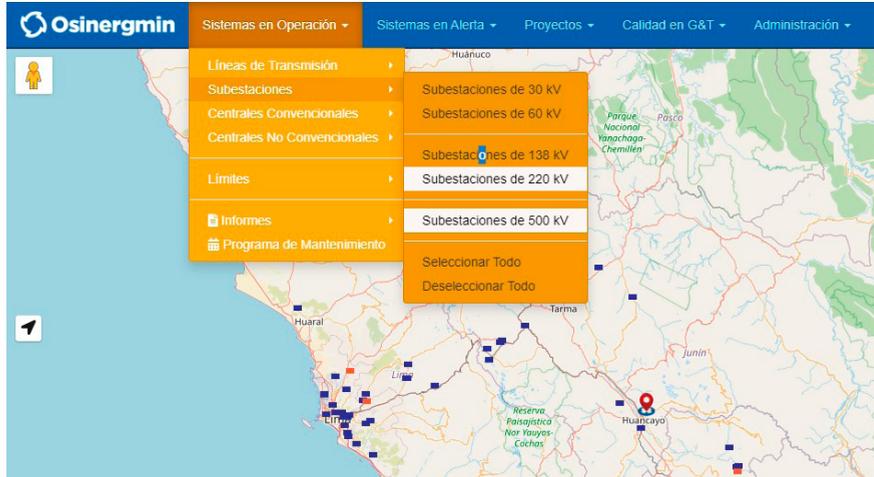
#### II. Descripción de la actividad a realizar

1. Utilice el material de lectura complementario y elabore un mapa conceptual para identificar y describir las partes de las subestaciones eléctricas, así como las funciones que tiene cada elemento.
2. Comente sobre la importancia del estándar IEC 61850 y su relevancia en las subestaciones de potencia.
3. Utilizando el material de lectura, efectúe una clasificación de las subestaciones eléctricas.
4. Abra el siguiente enlace de la página web de Osinergmin:  
<https://acortar.link/H4hXCy>
  - Busque en Sistemas en Operación-Informes-2021.

- En la aplicación de Osinergmin, identifique cuántas subestaciones en nivel de 60 kV, 138 kV y 500 kV existen en su región.

## Figura 2

Captura de pantalla de la aplicación de Osinergmin



Nota. Imagen tomada de “Supervisión de contratos de proyectos de generación y transmisión de energía eléctrica en operación”, por Osinergmin, 2021 (<https://acortar.link/H4hXCy>).

## Semana 3: Sesión 3

### Transformadores en subestaciones eléctricas

---

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos

Docente: ..... Unidad: 1

Nombres y apellidos: .....

---

#### Instrucciones

Utilizando el material de lectura correspondiente a la semana 3, realice la actividad propuesta en esta guía de práctica.

#### Material de lectura complementario

- Fraile, J. (2008). *Máquinas eléctricas* (6.ª ed.). McGraw-Hill.  
<https://acortar.link/sqghs7>
- Trashorras, J. (2015). *Subestaciones eléctricas*. Paraninfo.  
<https://acortar.link/YjMlo9>

#### I. Propósito

El estudiante será capaz de describir los elementos constructivos de los transformadores en subestaciones eléctricas.

#### II. Descripción de la actividad a realizar

1. Elabore un mapa conceptual relacionado con los elementos constructivos del transformador.
2. Grafique y explique el modelo matemático del transformador reducido al primario.

## Semana 4: Sesión 4

# Equipos de maniobra y protección en subestaciones eléctricas

---

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos  
Docente: ..... Unidad: 1  
Nombres y apellidos: .....

---

### Instrucciones

Utilizando el material de lectura correspondiente a la semana 4, realice la actividad propuesta en esta guía de práctica.

### Material de lectura complementario

- Revise las páginas 50-79 (capítulo 4: “Equipos de maniobra”) de McDonald, J. D. (2007). *Electric power substations engineering* (2.ª ed.). CRC Press. <https://acortar.link/Owvlyt>
- Revise las páginas 199-189 (capítulo 3: “Transformadores”) de Fraile, J. (2008). *Máquinas eléctricas* (6.ª ed.). McGraw-Hill. <https://acortar.link/sqghs7>

### I. Propósito

El estudiante será capaz de reconocer los equipos de maniobra y protección en subestaciones eléctricas.

### II. Descripción de la actividad a realizar

Responda las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son los dispositivos de protección utilizados en las subestaciones de potencia? Describa sus características y funcionalidades.

---

---

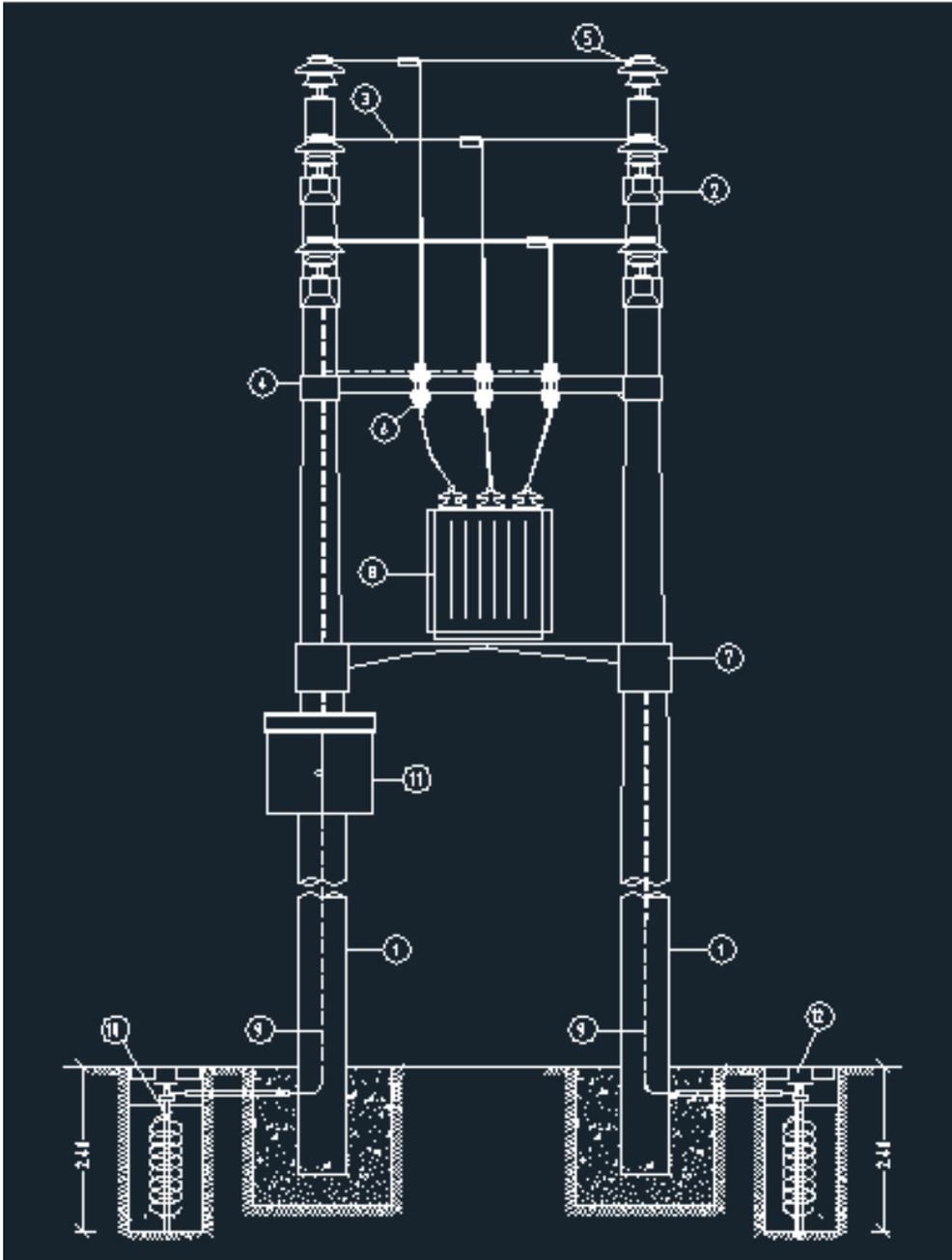
---

---



**Figura 3**

Subestación de distribución



Nota. Imagen tomada de "Planos de subestación aérea biposte, en Tendidos electricidad-Infraestructura", por Planospara, s. f. (<https://n9.cl/qbfkzm>).

# Segunda Unidad



## Diseño de interruptores y seccionadores

---

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos

Docente: ..... Unidad: 2

Nombres y apellidos: .....

---

### Instrucciones

Desarrolle el caso propuesto, en el que se pide determinar las corrientes de cortocircuito como paso previo a la selección de dispositivos de protección. Utilice las fórmulas y ecuaciones proporcionadas por el docente.

#### I. Propósito

El estudiante será capaz de realizar cálculos para el diseño de interruptores y seccionadores en sistemas de protección de media y alta tensión.

#### II. Descripción de la actividad a realizar

En un punto de alimentación de la red de MT, la tensión nominal es de 20 kV y la potencia de corto circuito  $S_{cc}$  suministrada por la empresa concesionaria es de 500 MVA. Sabiendo que se cuenta con una subestación de distribución de 2.5 MVA con una relación de transformación de 20/0.38 kV, calcule lo siguiente:

1. Intensidad de cortocircuito en el punto de conexión.
2. Reactancia de la línea de alimentación hasta el punto de conexión considerando la resistencia despreciable.
3. Intensidad de cortocircuito a 200 m del punto de alimentación, si la línea está formada por un cable de aluminio y tiene una resistencia máxima de 0.324 ohm/km y una reactancia de 0.109 ohm/km.
4. Con los resultados obtenidos, determine cuál será el tipo de fusibles a utilizar en el punto de alimentación. Proponga un tipo de fusible utilizando alguna ficha técnica de fabricante.
5. ¿Qué características debería tener el interruptor (tipo *recloser*) a utilizarse en esta subestación? Proponga un interruptor utilizando alguna ficha técnica de fabricante.

## Semana 6: Sesión 6

### Coordinación de aislamiento

---

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos  
Docente: ..... Unidad: 2  
Nombres y apellidos: .....

---

#### Instrucciones

Desarrolle el caso propuesto, en el que se pide determinar los niveles de aislamiento para una subestación de potencia. Puede consultar los materiales complementarios que se muestran a continuación.

#### Material de lectura complementario

Centro de Formación Schneider. (2001). *El aislamiento del equipo eléctrico de media tensión*. <https://acortar.link/xjX2Zm>

#### I. Propósito

El estudiante será capaz de calcular niveles de aislamiento para subestaciones eléctricas.

#### II. Descripción de la actividad a realizar

Un hospital en Huancayo está implementando una nueva subestación de 1.25 MVA para brindar un mejor servicio a los asegurados, la cual tiene un transformador con una relación de transformación de 22.9/0.38 kV, que se ubica a una altura de 3250 msnm. Considerando los siguientes datos y utilizando las tablas, determine lo siguiente:

- Tensiones de corta duración y de frente rápido.
- Determinación de las sobretensiones de soportabilidad requeridas.
- Selección del nivel de aislamiento asignado.
- Selección de aisladores.

Fundamente sus respuestas.

**Datos:**

- Ubicación: Huancayo.
- Altitud: 3250 msnm.
- Nivel de polución: moderado.
- Tensión nominal del sistema ( $V_r$ ): 22.9 kV en Y.
- Régimen de conexión del neutro: sistema con neutro corrido y con puesta a tierra múltiple con baja resistencia de puesta a tierra.
- Tensión residual al impulso tipo rayo del DPS seleccionado (LPL): 42.9 kV.
- Tensión residual al impulso tipo maniobra del DPS seleccionado (FOW): 41.5 kV.
- Número mínimo de redes de distribución conectadas a la subestación: 1.
- Longitud media del vano ( $L_{sp}$ ): 80 m.
- Tasa de fallas máxima tolerable ( $R_a$ ): 65 fallas-año.
- Tasa de fallas observada  $R_{km}$ : 15 fallas/100 km-año.
- Transformador aislado en aceite.
- Las redes de distribución conectadas a la subestación se soportan en una caseta tipo armario a nivel del suelo.

## Montaje y ejecución de obra

---

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos

Docente: ..... Unidad: 2

Nombres y apellidos: .....

---

### Instrucciones

Realice la actividad propuesta y aporte la mayor cantidad de información posible. Consulte los materiales de lectura propuestos por el docente.

### Material de lectura complementario

Revise las páginas 368-379 de McDonald, J. D. (2007). *Electric power substations engineering* (2.<sup>a</sup> ed.). CRC Press. <https://acortar.link/Owvlyt>

### I. Propósito

El estudiante será capaz de describir las actividades para el montaje y la ejecución de obra en una subestación de potencia.

### II. Descripción de la actividad a realizar

1. Describa las principales actividades que se realizan para la construcción de una subestación de potencia.
2. Elabore un diagrama de Gant en el que se puedan apreciar todas las actividades y subactividades relacionadas con el proceso de construcción de una subestación de potencia. Deberá tener en consideración los tiempos y las actividades consecutivas, así como las actividades que pueden llevarse a cabo en paralelo.

## Pruebas de puesta en servicio

---

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos

Docente: ..... Unidad: 2

Nombres y apellidos: .....

---

### Instrucciones

Realice la actividad propuesta y aporte la mayor cantidad de información posible. Consulte los materiales de lectura propuestos por el docente.

#### I. Propósito

El estudiante será capaz de describir las actividades para el montaje y la ejecución de obra en una subestación de potencia.

#### II. Descripción de la actividad a realizar

1. Elabore un mapa conceptual con las pruebas de puesta en servicio que se tienen que realizar a una subestación de potencia.
2. Elabore el esquema de los procedimientos que deberían considerarse en los protocolos de pruebas.

Tercera **Unidad**



## Procedimientos de operación

---

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos

Docente: ..... Unidad: 3

Nombres y apellidos: .....

---

### Instrucciones

Realice la actividad propuesta y aporte la mayor cantidad de información posible. Consulte los materiales de lectura propuestos por el docente.

### Material de lectura complementario

ISA REP (2014). *Manual unificado para operación y mantenimiento seguro MANO-MAS*. Red de Energía del Perú. <https://acortar.link/oTrWDZ>

#### I. Propósito

El estudiante será capaz de reconocer los procedimientos de operación y los protocolos de pruebas en subestaciones.

#### II. Descripción de la actividad a realizar

Elabore un mapa conceptual con los procedimientos de operación de las subestaciones de potencia. Para ello, utilice el material de consulta y siga las indicaciones del docente.

## Semana 10: Sesión 10

### Pruebas en subestaciones

---

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos

Docente: ..... Unidad: 3

Nombres y apellidos: .....

---

#### Instrucciones

Realice la actividad propuesta y aporte la mayor cantidad de información posible. Consulte los materiales de lectura propuestos por el docente.

#### Material de lectura complementario

- ISA REP (2014). *Manual unificado para operación y mantenimiento seguro MANOMAS*. Red de Energía del Perú. <https://acortar.link/oTrWDZ>
- Rajasthan Transco. (2008). *Operation & maintenance manual for substation equipment and EHV transmission lines*. <https://acortar.link/nsFdnz>

#### I. Propósito

El estudiante será capaz de analizar los protocolos de pruebas en subestaciones.

#### II. Descripción de la actividad a realizar

1. Elabore un mapa conceptual con las actividades de mantenimiento más comunes a realizar en una subestación de potencia, especificando la periodicidad recomendada para estas actividades.
2. Elabore el esquema de los procedimientos que deberían considerarse en los protocolos de pruebas.

## Pruebas en conductores y otros equipos

---

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos

Docente: ..... Unidad: 3

Nombres y apellidos: .....

---

### Instrucciones

Realice la actividad propuesta y aporte la mayor cantidad de información posible. Consulte los materiales de lectura propuestos por el docente.

### Material de lectura complementario

- ISA REP (2014). *Manual unificado para operación y mantenimiento seguro MANOMAS*. Red de Energía del Perú. <https://acortar.link/oTrWDZ>
- Rajasthan Transco. (2008). *Operation & maintenance manual for substation equipment and EHV transmission lines*. <https://acortar.link/nsFdnz>

### I. Propósito

El estudiante será capaz de analizar los protocolos de pruebas en subestaciones.

### II. Descripción de la actividad a realizar

1. Elabore un mapa conceptual con las actividades de mantenimiento en conductores y otros equipos a realizar en una subestación de potencia, especificando la periodicidad recomendada para estas actividades.
2. Explique paso a paso cómo se llevan a cabo las pruebas VLF en conductores de media tensión.

## Pruebas en interruptores

---

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos

Docente: ..... Unidad: 3

Nombres y apellidos: .....

---

### Instrucciones

Realice la actividad propuesta y aporte la mayor cantidad de información posible. Consulte los materiales de lectura propuestos por el docente.

### Material de lectura complementario

- ISA REP (2014). *Manual unificado para operación y mantenimiento seguro MANOMAS*. Red de Energía del Perú. <https://acortar.link/oTrWDZ>
- Rajasthan Transco. (2008). *Operation & maintenance manual for substation equipment and EHV transmission lines*. <https://acortar.link/nsFdnz>

### I. Propósito

El estudiante será capaz de analizar los protocolos de pruebas en subestaciones.

### II. Descripción de la actividad a realizar

1. Elabore un mapa conceptual con las actividades de mantenimiento en interruptores a realizar en una subestación de potencia, especificando la periodicidad recomendada para estas actividades.
2. Elabore el esquema de los procedimientos que deberían considerarse en los protocolos de pruebas.



**Cuarta Unidad**



## Semana 13: Sesión 13

### Tipos de mantenimiento

---

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos

Docente: ..... Unidad: 4

Nombres y apellidos: .....

---

#### Instrucciones

Realice la actividad propuesta y aporte la mayor cantidad de información posible. Consulte los materiales de lectura propuestos por el docente.

#### Material de lectura complementario

- Predictiva 21. (s. f.). *La administración moderna de mantenimiento*. <https://acortar.link/XDWnYP>
- Rajasthan Transco. (2008). *Operation & maintenance manual for substation equipment and EHV transmission lines*. <https://acortar.link/nsFdnz>

#### I. Propósito

El estudiante será capaz de analizar los tipos de mantenimiento para su aplicación a las subestaciones eléctricas.

#### II. Descripción de la actividad a realizar

1. Elabore un mapa conceptual de la clasificación de los tipos de mantenimiento.
2. Explique de qué manera el mantenimiento basado en la confiabilidad podría aplicarse como una estrategia para favorecer la continuidad del servicio en instalaciones eléctricas de alta tensión.

## Actividades de operación y mantenimiento

---

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos

Docente: ..... Unidad: 4

Nombres y apellidos: .....

---

### Instrucciones

Realice la actividad propuesta y aporte la mayor cantidad de información posible. Consulte los materiales de lectura propuestos por el docente.

### Material de lectura complementario

- Predictiva 21. (s. f.). *La administración moderna de mantenimiento*. <https://acortar.link/XDWnYP>
- Rajasthan Transco. (2008). *Operation & maintenance manual for substation equipment and EHV transmission lines*. <https://acortar.link/nsFdnz>
- Fernández, E., y González, R. (2018). *Gestión de mantenimiento: lean maintenance y TPM* [Trabajo de fin de máster, Universidad de Oviedo]. Repositorio institucional. <https://acortar.link/e1U5ZU>

### I. Propósito

El estudiante será capaz de describir las actividades de operación y mantenimiento a tenerse en cuenta para asegurar y extender el tiempo de vida útil de las instalaciones de alta tensión.

### II. Descripción de la actividad a realizar

1. Elabore una lista con las actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y programado a realizarse en una subestación de potencia.
2. Elabore una lista de las actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y programado a realizarse a las subestaciones de distribución de un alimentador.

## Normas para pruebas de mantenimiento

---

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos

Docente: ..... Unidad: 4

Nombres y apellidos: .....

---

### Instrucciones

Realice la actividad propuesta y aporte la mayor cantidad de información posible. Consulte los materiales de lectura propuestos por el docente.

### Material de lectura complementario

- Diario oficial *El Peruano*. (2013, 9 de enero). *Procedimiento para la supervisión de los planes de contingencias operativos en el sector eléctrico*. <https://acortar.link/T3XnPB>
- Organización Internacional de Normalización. (2018). *Guía de implantación de sistemas de gestión de la energía (ISO 50001)*. <https://acortar.link/x8RKkv>

### I. Propósito

El estudiante será capaz de analizar normas relacionadas con el mantenimiento y la operación de sistemas energéticos.

### II. Descripción de la actividad a realizar

1. Elabore un resumen de los conceptos más importantes establecidos en el *Procedimiento para la supervisión de los planes de contingencias operativos en el sector eléctrico*.
2. Elabore un resumen de la *Guía de implantación de sistemas de gestión de la energía*.
3. Elabore un análisis de cómo gestionaría la implantación de la norma ISO 50001 en los procesos de operación y mantenimiento de una subestación de potencia.

## Semana 16: Sesión 16

### Plan de mantenimiento

---

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos

Docente: ..... Unidad: 4

Nombres y apellidos: .....

---

#### Instrucciones

Realice la actividad propuesta y aporte la mayor cantidad de información posible. Consulte los materiales de lectura propuestos por el docente.

#### Material de lectura complementario

- Alvarado, D. F. (2016). *Plan de mantenimiento de subestaciones*. Asistencia Técnica Industrial. <https://acortar.link/JkUQMu>
- Predictiva 21. (s. f.). *La administración moderna de mantenimiento*. <https://acortar.link/XDWnYP>
- Rajasthan Transco. (2008). *Operation & maintenance manual for substation equipment and EHV transmission lines*. <https://acortar.link/nsFdnz>
- Fernández, E., y González, R. (2018). *Gestión de mantenimiento: lean maintenance y TPM* [Trabajo de fin de máster, Universidad de Oviedo]. Repositorio institucional. <https://acortar.link/e1U5ZU>

#### I. Propósito

El estudiante será capaz de elaborar un plan de mantenimiento para subestaciones eléctricas.

#### II. Descripción de la actividad a realizar

Utilizando la información de referencia, elabore el plan de mantenimiento para una subestación eléctrica. Utiliza como referencia los formatos consignados en las referencias bibliográficas.

# Referencias

---

- Alvarado, D. F. (2016). *Plan de mantenimiento de subestaciones*. Asistencia Técnica Industrial. <https://acortar.link/JkUQMu>
- Centro de Formación Schneider. (2001). *El aislamiento del equipo eléctrico de media tensión*. <https://acortar.link/xjX2Zm>
- Diario oficial *El Peruano*. (2013, 9 de enero). *Procedimiento para la supervisión de los planes de contingencias operativos en el sector eléctrico*. <https://acortar.link/T3XnPB>
- Donald, F. (2019). *Standard handbook for electrical engineers*. McGraw-Hill.
- Fernández, E., y González, R. (2018). *Gestión de mantenimiento: lean maintenance y TPM* [Trabajo de fin de máster, Universidad de Oviedo]. Repositorio institucional. <https://acortar.link/e1U5ZU>
- Fraile, J. (2008). *Máquinas eléctricas* (6.ª ed.). McGraw-Hill. <https://acortar.link/sqghs7>
- García, J. (2011). *Instalaciones eléctricas en media y baja tensión* (6.ª ed.). Paraninfo.
- ISA REP (2014). *Manual unificado para operación y mantenimiento seguro MANOMAS*. Red de Energía del Perú. <https://acortar.link/oTrWDZ>
- McDonald, J. D. (2007). *Electric power substations engineering* (2.ª ed.). CRC Press. <https://acortar.link/Owvlyt>
- Merino, F. (2017). *Ética para la función pública. De la indiferencia al reconocimiento* (16.ª ed.). Editorial Fundación Iberoamericana.
- Moxa. (2011). *Substation technical guide book (IEC 61850-3 and IEEE 1588 in smart substations)*. <https://acortar.link/iw2Hka>
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (2021). *Supervisión de contratos de proyectos de generación y transmisión de energía eléctrica en operación*. <https://acortar.link/H4hXCy>
- Organización Internacional de Normalización. (2018). *Guía de implantación de sistemas de gestión de la energía (ISO 50001)*. <https://acortar.link/x8RKkv>

Planospara. (s. f.). *Planos de subestación aerea biposte, en Tendidos electricidad-Infraestructura*. <https://n9.cl/qbfkzm>

Predictiva 21. (s. f.). *La administración moderna de mantenimiento*.  
<https://acortar.link/XDWnYP>

Rajasthan Transco. (2008). *Operation & maintenance manual for substation equipment and EHV transmission lines*. <https://acortar.link/nsFdnz>

Sachi, J., y Rifaldi, A. (2015). *Técnica de la alta tensión*. <https://acortar.link/77kVaX>

Sector Electricidad. (2014, 24 de julio). *Distribución de energía eléctrica*.  
<https://acortar.link/uPnrUy>

Trashorras, J. (2015). *Subestaciones eléctricas*. Paraninfo.  
<https://acortar.link/YjMlo9>

