



## DISEÑO MODELO DE EE

### NOMBRE DE LA EXPERIENCIA EDUCATIVA:

**TRANSFORMADORES Y SUBESTACIONES**

### 1 CONTRIBUCIÓN DE LA EE AL PERFIL DE EGRESO

La experiencia educativa de transformadores y subestaciones contribuye con las competencias genéricas de: analizar, seleccionar, operar y mantener Subestaciones Eléctricas tanto de distribución como de potencia; ya que en esta experiencia educativa se analiza la transformación, transmisión y distribución de la energía eléctrica a usuarios en general de la electricidad, preservando el medio ambiente, siguiendo normas de seguridad industrial y normas eléctricas vigentes aplicables.

**NOTA:** El perfil de egreso no cuenta con competencias genéricas, por lo que se recomienda realizar una revisión del plan de estudios. Recomendarlo en documento anexo por academia.

### 2 RELACIÓN DE LA EE CON LAS OTRAS EE DEL PLAN DE ESTUDIO: ÁMBITO, ALCANCE y NEXOS

Esta EE tiene un valor crediticio de 8 créditos con 3 horas teóricas y 2 horas prácticas. Pertenece al área de formación disciplinaria de la licenciatura de Ingeniería Eléctrica. Se imparte en aula y laboratorio en modalidad de curso-taller.

El egresado de la EE de transformadores y subestaciones eléctricas aborda los conceptos para el diseño, instalación inspección y mantenimiento de los transformadores y subestaciones, atendiendo además la normatividad tanto nacional (NOM) como internacional (ANSI) vigente de fabricación, construcción y diseño; y cuidado al medio ambiente.

Los Pre-requisitos de esta EE son: Electromagnetismo y Circuitos eléctricos; y es fundamental en el desarrollo de las EE posteriores de Instalaciones eléctricas de media y alta tensión y máquinas de CA, y otras del área eléctrica.



### 3 UNIDAD DE COMPETENCIA

El estudiante analiza y selecciona subestaciones eléctricas utilizadas en la transformación y distribución de energía, así como la elaboración de programas de mantenimiento a transformadores, tomando como base los conceptos de electricidad, metodología de cálculos y conocimiento de pruebas eléctricas; mediante una actitud de responsabilidad, participación, creatividad, y cuidado al medio ambiente.

### 4 SUBCOMPETENCIA *(repetible, una caja de texto para cada subcompetencia identificada)*

#### Subcompetencia 1

El estudiante conoce los principios básicos del electromagnetismo y el comportamiento de los elementos que integran un circuito de CA.

En esta EE

Previa

#### Subcompetencia 1

El estudiante analiza y selecciona Subestaciones Eléctricas, tomando como base los, procedimientos de prueba requeridos para su puesta en servicio y operación; así como la demanda del usuario y las normas eléctricas vigentes aplicables; mediante una actitud de responsabilidad, participación, creatividad y cuidado al medio ambiente.

En esta EE

Previa

#### Subcompetencia 2

El estudiante diseña un programa de mantenimiento a Transformadores de potencia, con base a inspecciones, pruebas y posibles reparaciones del mismo así como normas eléctricas y normas ambientales aplicables; mediante una actitud de responsabilidad, participación, creatividad y cuidado al medio ambiente.

En esta EE

Previa

.....



## **5 SITUACIONES REALES/ PROFESIONALES PARA LA UNIDAD DE COMPETENCIA** *(repetible, una caja de texto por cada situación)*

### **Situación 1**

Se desea seleccionar una subestación de Distribución trifásica que alimentará una carga habitacional. La conexión del transformador será delta – estrella, sólidamente aterrizado. El transformador deberá cumplir con las normas de seguridad y especificaciones técnicas para su buen funcionamiento y un uso seguro, continuo y adecuado de la energía eléctrica, preservando el medio ambiente; para la confiabilidad, rentabilidad y satisfacción del usuario.

### **Situación 2**

Se desea diseñar un programa de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo a transformadores de potencia ; para asegurar su buen funcionamiento, disminuir los costos por reparaciones, evitar que salgan de operación, alargar su vida útil y dar continuidad al servicio de la energía eléctrica de una manera responsable y sustentable.

## **6 DESEMPEÑOS PARA LAS SITUACIONES REALES/ PROFESIONALES** *(vincular con cada situación descrita) (repetible, una caja de texto por cada desempeño)*

### **Situación 1**

#### **Desempeño 1.1**

El alumno analiza los principios fundamentales del transformador y relaciones fasoriales de voltajes.

#### **Desempeño 1.2**

El alumno interpreta las características, partes, accesorios y tipos de transformadores que existen.

#### **Desempeño 1.3**

El alumno analiza las diversas conexiones de transformadores monofásicos y trifásicos, así como el efecto de conexiones erróneas.

#### **Desempeño 1.4**

El alumno analiza la clasificación de subestaciones eléctricas, sus partes y componentes, la ubicación, el arreglo de barras, la capacidad de la subestación y su sistema de tierras.



## Situación 2

### Desempeño 2.1

El alumno analiza las pruebas eléctricas que se realizan a transformadores en base a normas eléctricas y normas ambientales aplicables.

### Desempeño 2.2

El alumno analiza el embarque, manejo y almacenamiento de transformadores de potencia y equipo eléctrico primario.

### Desempeño 2.3

El alumno diseña un programa de mantenimiento, que contenga inspecciones y pruebas eléctricas, en base a normas eléctricas y normas ambientales vigentes.

## 6.2 Información por cada desempeño *(vincular con cada desempeño descrito)*

### Desempeño 1.1

Aspectos/temas teóricos, heurísticos, axiológicos que aplican al desempeño	BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA <i>(Referir la parte específica)</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Acción transformadora</li> </ul>	MAQUINAS ELECTRICAS Y TRANSFORMADORES. GURU, BHAG S. HIZIROGLU, HUSEYIN R.3 ed. Pag 203
<ul style="list-style-type: none"> <li>Transformador ideal</li> </ul>	MAQUINAS ELECTRICAS Y TRANSFORMADORES. GURU, BHAG S. HIZIROGLU, HUSEYIN R.3 ed. Pag 205
<ul style="list-style-type: none"> <li>Relación de transformación</li> </ul>	Maquinas Electr (Hispan) Kosow. 2da Ed. Pag. 586
<ul style="list-style-type: none"> <li>Transferencia de potencia</li> </ul>	Maquinas Electr (Hispan) Kosow. 2da Ed. Pag.556
<ul style="list-style-type: none"> <li>Relaciones fasoriales de voltaje en el secundario.</li> </ul>	Maquinas Electr (Hispan) Kosow. 2da Ed. Pag. 606

Procedimental: procedimientos, guías, instrucciones, lineamientos, normas...	BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA <i>(Referir la parte específica)</i>
Conceptos de electromagnetismo para analizar el principio de operación del transformador.	MAQUINAS ELECTRICAS Y TRANSFORMADORES. GURU, BHAG S. Pag. 83



Análisis de la relación de transformación para el conocimiento de las relaciones fasoriales de voltajes en el secundario.	MAQUINAS ELECTRICAS Y TRANSFORMADORES. GURU, BHAG S. HIZIROGLU, HUSEYIN R.3 ed. Pag 225

<b>Prácticas: recomendación de prácticas</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA</b> <i>(Referir la parte específica)</i>
Prácticas para comprobar la acción transformadora, en diferentes niveles de tensión.	Manual de prácticas. Archivo PDF
Prácticas para comprobar la relación de transformación.	Manual de prácticas. Archivo PDF
Prácticas para comprobar la polaridad del transformador.	Manual de prácticas. Archivo PDF

### Desempeño 1.2

<b>Aspectos/temas teóricos, heurísticos, axiológicos que aplican al desempeño</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA</b> <i>(Referir la parte específica)</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción y Partes principales (internas y externas).</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refrigeración y selección</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El autotransformador</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformadores de medida</li> </ul>	

<b>Procedimental: procedimientos, guías, instrucciones, lineamientos, normas...</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA</b> <i>(Referir la parte específica)</i>
Conocimiento de las diferentes clasificaciones de un transformador.	
Conocimiento de la construcción, partes principales y accesorios de un transformador.	
Concepto y aplicación de autotransformadores.	
Concepto, aplicación y tipos de transformadores de medida.	



<b>Prácticas: recomendación de prácticas</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA</b> <i>(Referir la parte específica)</i>
Visita a una subestación eléctrica para el conocimiento de los tipos, partes, accesorios y construcción de transformadores.	
Visita a una subestación de potencia, para el conocimiento de los tipos de transformadores de medida, su aplicación y funcionamiento.	

### Desempeño 1.3

<b>Aspectos/temas teóricos, heurísticos, axiológicos que aplican al desempeño</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA</b> <i>(Referir la parte específica)</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión serie y paralelo de los devanados.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamiento de transformadores en paralelo.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión trifásicas de transformadores: Conexiones <math>\Delta</math>-<math>\Delta</math>, Y-Y, Y-<math>\Delta</math>, <math>\Delta</math>-Y, V-V.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efecto en los transformadores de una mala conexión en el secundario.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformadores en paralelo: Ventajas, desventajas, requisitos y cálculo.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consideración para sistemas de conexión radial y en anillo.</li> </ul>	

<b>Procedimental: procedimientos, guías, instrucciones, lineamientos, normas...</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA</b> <i>(Referir la parte específica)</i>
Conocimiento de las diversas conexiones de transformadores monofásicos y trifásicos, seguridad que se debe de tener para las conexiones y los criterios que se deben de seguir para evitar conexiones erróneas. Mediante el análisis de diagramas.	
Análisis de las Conexión de transformadores en paralelo, sus ventajas y desventajas.	

<b>Prácticas: recomendación de prácticas</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA</b>
--	---------------------------------



	<b><i>(Referir la parte específica)</i></b>
Realización de Prácticas para el análisis de conexiones de transformadores trifásicos.	
Realización de prácticas para el análisis de conexión de transformadores en paralelo	

### Desempeño 1.4

<b>Aspectos/temas teóricos, heurísticos, axiológicos que aplican al desempeño</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA <i>(Referir la parte específica)</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación de subestaciones</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción de las partes y componentes de una subestación.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arreglo de barras.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de la subestación.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación de las subestaciones.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de tierras.</li> </ul>	

<b>Procedimental: procedimientos, guías, instrucciones, lineamientos, normas...</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA <i>(Referir la parte específica)</i></b>
Conceptos Para el análisis de la clasificación, tipos y componentes de subestaciones eléctricas.	
Análisis para el cálculo de la capacidad de una subestación eléctrica y su sistema de tierras.	

<b>Prácticas: recomendación de prácticas</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA <i>(Referir la parte específica)</i></b>
Visita a una subestación eléctrica de potencia.	
Visita a la subestación de la universidad veracruzana.	



### 6.3 Evaluación por evidencias de cada desempeño (vincular a cada desempeño descrito)

#### Desempeño 1.1

Evidencia	Criterio de calidad nivel suficiente
Exposición sobre relaciones fasoriales de voltaje.	
Trabajo impreso sobre el principio de operación de transformadores.	
Ejercicios de cálculo sobre relación de transformación.	

#### Desempeño 1.2

Evidencia	Criterio de calidad nivel suficiente
Exposición clasificación de transformadores, construcción y partes principales.	
Exposición refrigeración y selección.	
Exposición Transformadores de instrumentos.	
Trabajo de investigación, aplicación y conceptos de autotransformadores.	

#### Desempeño 1.3

Evidencia	Criterio de calidad nivel suficiente
Trabajo de investigación sobre las diversas conexiones de transformadores.	
Trabajo de investigación sobre	





transformadores en paralelo, usos, ventajas y desventajas, diagramas de conexión.	

### Desempeño 1.4

Evidencia	Criterio de calidad nivel suficiente
Trabajo de investigación para el análisis de, los diferentes tipos, partes, componentes, clasificación y ubicación de subestaciones eléctricas.	
Problemario para el cálculo de la capacidad de subestaciones.	
Problemario para el cálculo de sistemas de tierras.	

### 6.4 Información por cada desempeño *(vincular con cada desempeño descrito)*

#### Desempeño 2.1

Aspectos/temas teóricos, heurísticos, axiológicos que aplican al desempeño	BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA <i>(Referir la parte específica)</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipos de medición para realizar pruebas eléctricas.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pruebas eléctricas la aceite aislante.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pruebas eléctricas al aislamiento.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pruebas eléctricas al devanado.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pruebas eléctricas a boquillas.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Cromatografía de gases.</li> </ul>	

Procedimental: procedimientos, guías, instrucciones, lineamientos, normas...	BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA <i>(Referir la parte específica)</i>
Mediante el análisis de las pruebas eléctricas, conocimiento de los equipos de medición y la conexión de los mismos a transformadores, se enseñaran las diversas pruebas eléctricas.	
Mediante conceptos de cromatografía de	



gases, y análisis de las pruebas se enseñara dichas pruebas.	
Procedimiento para realizar pruebas mediante a la norma NOM 002 – SEDE 2012. NORMA. CFE K0000-06	

<b>Prácticas: recomendación de prácticas</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA</b> <i>(Referir la parte específica)</i>
Visita a una subestación, donde el alumno pueda analizar las pruebas eléctricas y operar los equipos de prueba.	
Visita a un laboratorio donde el alumno pueda analizar las pruebas de cromatografía de gases.	

### Desempeño 2.2

<b>Aspectos/temas teóricos, heurísticos, axiológicos que aplican al desempeño</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA</b> <i>(Referir la parte específica)</i>
• Embarque.	Archivo PDF
• Manejo	Archivo PDF
• almacenamiento	Archivo PDF

<b>Procedimental: procedimientos, guías, instrucciones, lineamientos, normas...</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA</b> <i>(Referir la parte específica)</i>
Mediante el procedimiento que marca la norma NRF – CFE 2001.	Disponible en la plataforma EMINUS

<b>Prácticas: recomendación de prácticas</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA</b> <i>(Referir la parte específica)</i>
Visita a una subestación donde se pueda apreciar el embarque, almacenamiento y puesta en servicio de transformadores.	



**Desempeño 2.3**

<b>Aspectos/temas teóricos, heurísticos, axiológicos que aplican al desempeño</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA <i>(Referir la parte específica)</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de inspección de accesorios y componentes de transformadores.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Recomendación para la inspección y mantenimiento a transformadores de potencia.</li> </ul>	

<b>Procedimental: procedimientos, guías, instrucciones, lineamientos, normas...</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA <i>(Referir la parte específica)</i></b>
Mediante el análisis de los diferentes tipos de mantenimiento, se enseñaran los conceptos y aplicación de los mismos.	
Procedimiento en base a la NOM 002 – SEDE 2012 y la norma. CFE K0000-06	

<b>Prácticas: recomendación de prácticas</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA <i>(Referir la parte específica)</i></b>
Visita a una subestación eléctrica, para la aplicación de los diferentes tipos de mantenimiento.	
Visita a una subestación para la aplicación de un manual de mantenimiento.	

**6.4.1 Evaluación por evidencias de cada desempeño** (vincular a cada desempeño descrito)

**Desempeño 2.1**

<b>Evidencia</b>	<b>Criterio de calidad nivel suficiente</b>
Realización de un manual de pruebas eléctricas a transformadores, en base a diagramas de conexión, descripción de las pruebas y los criterios para la interpretación de resultados.	
Realización de un manual sobre cromatografía	



de gases, en base a la descripción de las pruebas y los criterios para la interpretación de resultados.	
---	--

### Desempeño 2.2

Evidencia	Criterio de calidad nivel suficiente
Trabajo impreso sobre la descripción de las normas que aplican al embarque, almacenamiento y manejo de transformadores.	

### Desempeño 2.3

Evidencia	Criterio de calidad nivel suficiente
Realización de un plan de mantenimiento semanal, mensual anual a transformadores.	
Realización de un manual que describa los diferentes tipos de mantenimiento aplicados a transformadores de potencia.	

## 7 ESTRATEGIAS PARA EL APRENDIZAJE

Realización de problemas en clase, uso de proyector para el apoyo de exposiciones, realización de un manual donde se describan pruebas eléctricas a transformadores y la aplicación de los diferentes tipos de mantenimiento aplicados a los mismos. Visita a subestaciones para obtener un amplio conocimiento sobre transformadores. Prácticas en el laboratorio de electricidad para comprender el principio de operación.

### 7.2 Modalidad presencial con apoyo de TIC

La experiencia educativa es impartida en modalidad curso taller, para lo cual se utiliza como apoyo el uso de cuenta de e-mail proporcionada por la propia universidad, uso de correo electrónico, consulta de páginas en internet, prácticas en el laboratorio de electricidad y visitas a subestaciones eléctricas.



### **7.3 Modalidad semipresencial con apoyo de TIC**

No aplica.

### **7.4 Modalidad virtual**

No aplica.

## **8 RECOMENDACIONES GENERALES**

### **8.1 RECOMENDACIÓN DE CONTEXTOS PROFESIONALES PARA LA EE**

Esta experiencia educativa puede desarrollar sub competencias dentro de empresas donde se genere, transmita y transforme la energía eléctrica. Aplicados a diferentes niveles de tensión.

### **8.2 RECOMENDACIÓN DE COLABORACIÓN CON OTRAS ACADEMIAS, Y CUERPOS ACADÉMICOS/LGAC PARA PROYECTOS DISCIPLINARES E INTERDISCIPLINARES**

Se recomienda la colaboración con la academia de Mecánica, Energía renovables y Civil.

### **8.3 RECOMENDACIÓN DE PONDERACIÓN PARA LA EVALUACIÓN EN CONGRUENCIA CON LOS DESEMPEÑOS, SUS EVIDENCIAS Y LOS CRITERIOS DE CALIDAD ESTABLECIDOS.**

Examen 40%

Diseño modelo 60%



Universidad Veracruzana

## DIRECCION GENERAL DE DESARROLLO ACADÉMICO E INNOVACIÓN EDUCATIVA