****

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**

**Diseño Instruccional de la EE:**

**TRANSFORMADORES Y SUBESTACIONES**

**Plan de estudios de la carrera de**

**Ingeniería Mecánica Eléctrica**

**Facultad de Ingeniería, Veracruz**

**Realizado por:**

**Josué Domínguez Márquez.**

**Asesorado por:**

**Adrián Vidal Santo**

Boca del Río, Ver., 02 de Febrero de 2012

MTRO. JOSUE DOMINGUEZ MARQUEZ. FACULTAD DE INGENIERIA, VERACRUZ.

**Diseño de una Experiencia Educativa con base en tareas/**

**Proyectos de aprendizaje**

**TRANSFORMADORES Y SUBESTACIONES**

**PASO UNO: contexto de la EE, unidad de competencia y subcompetencias.**

**CONTEXTO DE LA EE.**

CIRCUITOS C.D

CIRCUITOS DE CA

ELECTROMAGNETISMO

El conocer esta EE es de gran utilidad, pues es base para los estudio de líneas de transmisión y corto circuito, adicionalmente será en un futuro base para algún postgrado en sistemas potencia o similar.

Esta EE proporciona al estudiante lo conocimientos sobre los tipos de transformadores y su aplicación en la industria, lo cual le será de gran utilidad y que esta máquina es el corazón de cualquier empresa.

TRANSFORMADORES Y SUBESTACIONES

PROTECCION A SISTEMAS DE POTENCIA

CORTO CIRCUITO Y FLUJO DE CARGA

INSTALACIONES DE MEDIA Y BAJA TENSION

LINEAS DE TRANSMISION

Perfil del egresado:

El Ingeniero Mecánico Electricista, empleara sus conocimientos científicos, teóricos y prácticos para beneficio de la sociedad, sector público y privado, mediante análisis e investigación, para el diseño, modificación, fabricación, operación y rehabilitación o mantenimiento de sistemas mecánicos y eléctricos, además administrara con calidad todos los recursos humanos materiales y económicos, sin menoscabo de la seguridad de la personas, medio ambiente y equipos, aunado con ambiente de responsabilidad, respeto, valores, sustentabilidad y ética.

2. Describa brevemente cómo aporta esta EE al logro del perfil del egresado y su relación con otras EE del plan de estudios.

Esta experiencia educativa aporta los conocimientos teóricos prácticos indispensables relacionados con las áreas de la transformación de la energía en los sistemas eléctricos.

Este curso de Transformadores permite al estudiante aplicar las leyes eléctricas y magnéticas estudiadas en las EE anteriores a ésta, analizando primeramente cómo se logra la inducción magnética que provoquen la acción transformadora, es decir, el incremento o la disminución del voltaje, para luego analizar detalladamente las características de cada uno de los componentes del transformador.

Esta experiencia se relaciona con Electromagnetismo, circuitos de CA, Circuitos de CD, Cortocircuito y flujo de carga, Plantas Generadoras, Líneas de transmisión e instalaciones, empleando las leyes de la Física y el Magnetismo, para conocer su comportamiento esto aplicado porque el corazón de cualquier industria es el transformador, y aun para el estudio más a fondo para el estudio de una maestria en sistemas de potencia o similar.

3. Reformule el propósito de la EE en términos de competencia o Unidad de competencia.

El alumno tendrá la capacidad de analizar y de entender el comportamiento de los sistemas eléctricos con el fin de implementar el uso de los diferentes tipos de transformadores y subestaciones eléctricas usadas en el medio industrial, además se apoyará en conocer su características, tanto de operación como en su aplicación apegado al uso de las normas vigentes mediante la investigación, equipos técnicos y herramientas computacionales referentes.

4. Identificar las subcompetencias que se requieren para lograr la Unidad de competencia de la

Experiencia Educativa

1.- El alumno tiene la capacidad de identificar, analizar y encontrar los diferentes tipos de transformadores a fin de identificar sus partes.

2.- El alumno al conocer las principales pruebas tiene la capacidad de interpretar los resultados de que le arrojen estas a fin de toar decisiones en cuanto al mantenimiento de estas máquinas.

3.-El alumno aplica sus conocimientos para el diseño de una subestación eléctrica afín de que sea la opción más económica, segura y confiable, donde los servicios de ella sean requeridos apegado a la normatividad nacional e internacional vigente.

**Producto del paso uno:**

1. Enunciado del perfil de egreso

<http://www.uv.mx/proyecto-aula/>

regtistrar sus proyectos aula

[www.acet-latinoamerica.net/aula\_taller/](http://www.acet-latinoamerica.net/aula_taller/)

correo: [nuriadealva@gmail.com](mailto:nuriadealva@gmail.com)

En esta experiencia educativa los alumnos estudian e investigan diferentes tipos de transformadores y subestaciones de corriente alterna. Obtienen conclusiones que les permiten conocer, analizar, comprender y aplicar el conocimiento en la interpretación de los resultados.

**Tarea**: El alumno debe encontrar, analizar e identificar los diferentes tipos de transformadores así como la construcción de estos, aplicando las leyes eléctricas, e interpretación de resultados.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tareas Dificultad 1 | Tareas Dificultad 2 | Tareas Dificultad 3 |
| Diseñar y construir un transformador para analizar, identificar y encontrar sus parámetros eléctricos.  Complejidad: Seleccionar un conjunto de conductores, núcleo y numero de vueltas para la resolución de problemas.  Investigación: Buscar información teórica referente a circuitos eléctricos además de informarse de las características de los elementos o dispositivos empleados en su elaboración y diseño.  Tecnología: Utilizar los sistemas de información: Word, Power Point, además de software especializado o de simulación por computadora Aurover, Industronic. | Encontrar, describir y explicar las diferentes pruebas que se les realizan a los transformadores, desde las pruebas de aceptación hasta las de puesta en marcha y aun las pruebas predictivas.  Complejidad: Buscar la información en fuentes no comunes es decir en talleres o industrias que utilicen estas pruebas.  Investigación: Buscar información teórica referente al equipo en cuestión, además de sus elementos para llevarlas a cabo.  Tecnología: Utilizar los sistemas de información: Word, Power Point, además de software especializado, para observar el comportamiento por simulación en computadora e identificar los resultados. | Diseño de una subestación eléctrica, debiendo explicar cada una de las partes, y la justificación del tamaño de todo el sistema.  Complejidad: Seleccionar el Equipos necesarios que constituyen una subestación eléctrica además de presentarlo en software de diseño.  Investigación: Buscar información teórica referente a las subestaciones demás de la utilización de software especializado.    Tecnología: Utilizar los sistemas de información: Word, Power Point, además de software especializado como Autocad , civilcad, para observar la distribución en computadora. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Experiencia Educativa:** | **TRANSFORMADORES Y SUBESTACIONES** |
| Perfil de egreso del PE: | El Ingeniero Mecánico Electricista, empleara sus conocimientos científicos, teóricos y prácticos para beneficio de la sociedad, sector público y privado, mediante análisis e investigación, para el diseño, modificación, fabricación, operación y rehabilitación o mantenimiento de sistemas mecánicos y eléctricos, además administrara con calidad todos los recursos humanos materiales y económicos, sin menoscabo de la seguridad de la personas, medio ambiente y equipos, aunado con ambiente de responsabilidad, respeto, valores, sustentabilidad y ética |
| Relación de la EE con el perfil de egreso. | Esta EE da al estudiante los conocimientos relacionados con el área eléctrica y principalmente en la parte de transformación de la energía eléctrica aportando conocimientos teóricos y prácticos. Comprenderá también los conceptos para la 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. |
| Unidad de competencia de la EE: | El alumno comprenderá los conceptos básicos de la electricidad como una formación integral para el análisis y diseño de transformadores de potencia, distribución, medición y control; que permita al alumno su selección o desarrollo de la metodología de diseño, los procedimientos de pruebas requeridas para su aceptación en fábrica, puesta en servicio y operación del equipo. |
| Subcompetencias: | 1 .-El alumno conocerá las principales pruebas de aceptación y puesta en operación de los transformadores |
| 2.- El alumno conocerá lo diferentes tipos de transformadores a fin de tener el conocimiento para la correcta selección y la puesta en operación de estos equipos. |
| 3.- El alumno conocerá los diferentes tipos de subestaciones así como el diseño y la aplicación de estas en la industria. |

**Tabla 1.1 Tareas de aprendizaje, clases de tareas y objetivos de desempeño para las sub-competencia.**

|  |  |
| --- | --- |
| **Diseño de tareas complejas** | **EE: Transformadores y subestaciones** |
| **Tarea** | **Tareas complejas**  **Dificultad 1, clase 1** | **Tareas complejas**  **Dificultad 2, clase 2** | **Tareas complejas**  **Dificultad 3, clase 3** |
| El alumno conocerá los transformadores, sus partes, las principales pruebas de aceptación y puesta en operación de los transformadores además de las subestaciones eléctricas. | Diseñar y construir un transformador para analizar, identificar y encontrar sus parámetros eléctricos.    Entregar la investigación redactada a mano, digitalizada y agregada a la plataforma Eminus.  **Complejidad**: requiere hacer una búsqueda bibliográfica en libros e Internet.  **Investigación:** básica ya que el estudiante tendrá que hacer una investigación delos transformadores y sus características sin realizar cálculos y diseños.  **Tecnología**: computadora, con Internet, multifuncional y cámara fotográfica. | Encontrar, describir y explicar las diferentes pruebas que se les realizan a los transformadores, desde las pruebas de aceptación hasta las de puesta en marcha y aun las pruebas predictivas.  Entregar la investigación redactada a mano, digitalizada y agregada a la plataforma Eminus.  **Complejidad:** requiere hacer una búsqueda bibliográfica en fuentes no comunes como seria en plantas generadoras o talleres especializados.  I**nvestigación**: el estudiante hace una investigación bibliográfica y de campo para cubrir la falta de información no disponible en la biblioteca o en la red.  **Tecnología**: computadora, con Internet, multifuncional y cámara fotográfica | Diseño de una subestación eléctrica, debiendo explicar cada una de las partes, y la justificación del tamaño de todo el sistema.  Entregar la investigación en un trabajo escrito, donde se especifique la fuente del análisis realizado (laboratorio o empresa). En esta etapa se deberá recopilar las tareas anteriores y deberá presentarla ante el grupo usando Power Point (equipos de 3 alumnos)  **Complejidad:** se requiere hacer un trabajo de campo para recolectar la información necesaria además del uso de software especializado.  **Investigación**: el estudiante aplicará la metodología de investigación bibliográfica y de campo para realizar su trabajo y esperando que esta actividad lo motive para desarrollar un trabajo formal de fin de carrera.    **Tecnología:** computadora, con Internet, multifuncional y software AutoCAD  El estudiante hará uso de buscadores de información digital, de programas de edición de textos y diapositivas. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Clase de tarea** | **Objetivos de desempeño en términos de complejidad** |
| Clase 1 (fácil)  Diseñar y construir un transformador para analizar, identificar y encontrar sus parámetros eléctricos.    Entregar la investigación en un trabajo escrito, donde se especifique la fuente del análisis realizado (laboratorio o empresa). | **Objetivo de desempeño 1**  El alumno deberá investigar en forma literaria, a través de la información disponible en la red o participando en foros informáticos cual es el mejor diseño de los transformadores debiendo entregar un prototipo**(Los resultados de esta investigación se deberá incluir en un apartado del reporte final)** |
| **Objetivo de desempeño 2**  El alumno deberá investigar cuales son las partes principales que cuenta un transformador a fin de crear un prototipo al cual deberá obtener sus parámetros eléctricos. **(Los resultados de esta investigación se deberá incluir en un apartado del reporte final)** |
| **Objetivo de desempeño 3**  El alumno comprobara que su prototipo es funcional eléctricamente, debiendo incluir por lo menos las pruebas que e le realizaron en el laboratorio de la FIME  **(Los resultados de esta investigación se deberá incluir en un apartado del reporte final)** |

|  |  |
| --- | --- |
| **Clase de tarea** | **Objetivos de desempeño en términos de complejidad** |
| Clase 2 (media)  Encontrar, describir y explicar las diferentes pruebas que se les realizan a los transformadores, desde las pruebas de aceptación hasta las de puesta en marcha y aun las pruebas predictivas.    Entregar la investigación en un trabajo escrito, donde se especifique la fuente del análisis realizado (laboratorio o empresa). | **Objetivo de desempeño 1**  El alumno deberá investigar en forma literaria, a través de la información disponible en la red o textos especializados o manuales las diferentes pruebas que se le pueden realizar a los trasformadores **(Los resultados de esta investigación se deberá incluir en un apartado del reporte final)** |
| **Objetivo de desempeño 2**  El alumno deberá investigar cuales son las pruebas que se realizan en el laboratorio de máquinas eléctricas de la facultad además de investigar que otras pruebas se pueden realizar.**(Los resultados de esta investigación se deberá incluir en un apartado del reporte final)** |
| **Objetivo de desempeño 3**  El alumno visitará talleres o plantas industriales de la región (CFE u otras) las pruebas que realizan a los transformadores y sus resultados demás de investigar cómo se interpretan a fin de realizar un reporte final.  **(Los resultados de esta investigación se deberá incluir en un apartado del reporte final)** |

|  |  |
| --- | --- |
| **Clase de tarea** | **Objetivos de desempeño en términos de complejidad** |
| Clase 3 (Difícil)  Diseño de una subestación eléctrica, debiendo explicar cada una de las partes, y la justificación del tamaño de todo el sistema.  Entregar la investigación en un trabajo escrito, donde se especifique la fuente del análisis realizado (laboratorio o empresa). | **Objetivo de desempeño 1**  El alumno deberá investigar en forma literaria, a través de la información disponible en la red o textos especializados o manuales las configuraciones existentes dependiendo del tipo de subestación que se requiera para cada uso u operación. **(Los resultados de esta investigación se deberá incluir en un apartado del reporte final)** |
| **Objetivo de desempeño 2**  El alumno deberá investigar que dispositivos son lo empleados en la subestación eléctrica que le haya asignado dependiendo de su uso.**(Los resultados de esta investigación se deberá incluir en un apartado del reporte final)** |
| **Objetivo de desempeño 3**  El alumno visitar plantas industriales de la región (CFE u otras) a fin de obtener el mejor diseño además de plasmarlo en un proyecto en el cual deberá entregar una memoria técnico descriptiva con todos los cálculos de las partes en software de diseño ( AutoCAD o similar)  **(Los resultados de esta investigación se deberá incluir en un apartado del reporte final)** |

**Información de apoyo, procedimental y práctica de parte de las tareas**

**Tabla 2.1: tarea de aprendizaje, clases de tareas y objetivos de desempeño para las Sub-competencias.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Clase de tarea** | **Objetivos de desempeño en términos de complejidad, investigación, tecnología y TIC** | **Clasificación** |
| Clase 1 (fácil)  Diseñar y construir un transformador para analizar, identificar y encontrar sus parámetros eléctricos.  Entregar la investigación en un trabajo escrito, donde se especifique la fuente del análisis realizado (laboratorio o empresa). | **Objetivo de desempeño 1**  Con base en la bibliografía disponible en libros y medios electrónicos describir el diseño de este prototipo de transformador así como la obtención de sus parámetros eléctricos.  Solicitar al departamento de vinculación de la facultad de ingeniería una visita técnica a la planta de Teixa para reforzar la investigación teórica con la investigación de campo.  Nota: esta institución se encuentra a no más de 100 km de la Facultad de Ingeniería. | **Recurrente**  La búsqueda bibliográfica en medios impresos  **Recurrente automatizable**  La búsqueda bibliográfica en medios electrónicos  **No recurrente**  Realización de prototipo dependiendo de los parámetros calculados |
| **Objetivo de desempeño 2**  El alumno deberá investigar en literatura especializada, en foros académicos u otras fuentes de información los tipos de transformadores o los materiales adecuados. | **Recurrente**  La búsqueda bibliográfica en medios impresos  **Recurrente automatizable**  La búsqueda bibliográfica en medios electrónicos  **No recurrente**  La investigación de campo y el desarrollo del tema además de la creación de este prototipo. |
| **Objetivo de desempeño 3**  El alumno comprobara que su prototipo es funcional eléctricamente, debiendo incluir por lo menos las pruebas que se le realizaron en el laboratorio de la FIME | **Recurrente**  N/A  **Recurrente automatizable**  N/a  **No recurrente**  La investigación e interpretación de los resultados de la creación de este prototipo. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Clase de tarea** | **Objetivos de desempeño en términos de complejidad, investigación, tecnología y TIC** | **Clasificación** |
| Clase 2 (mediana)  Encontrar, describir y explicar las diferentes pruebas que se les realizan a los transformadores, desde las pruebas de aceptación hasta las de puesta en marcha y aun las pruebas predictivas.  Entregar la investigación en un trabajo escrito, donde se especifique la fuente del análisis realizado (laboratorio o empresa). | **Objetivo de desempeño 1**  El alumno deberá investigar en forma literaria, a través de la información disponible en la red o textos especializados o manuales las diferentes pruebas que se le pueden realizar a los trasformadores. | **Recurrente**  La búsqueda bibliográfica en medios impresos  **Recurrente automatizable**  La búsqueda bibliográfica en medios electrónicos  **No recurrente**  La investigación de campo y el desarrollo del tema (resúmenes, reportes, encuestas a ingenieros de plantas termoeléctricas, etc.) |
| **Objetivo de desempeño 2**  El alumno deberá investigar cuales son las pruebas que se realizan en el laboratorio de máquinas eléctricas de la facultad además de investigar que otras pruebas se pueden realizar. | **Recurrente**  La búsqueda bibliográfica en medios impresos  **Recurrente automatizable**  La búsqueda bibliográfica en medios electrónicos  **No recurrente**  La investigación de campo y el desarrollo del tema (resúmenes, reportes, encuestas a ingenieros de los laboratorios, etc.) |
| **Objetivo de desempeño 3**  El alumno visitar talleres o plantas industriales de la región (CFE u otras) las pruebas que realizan a los transformadores y sus resultados como se interpretan a fin de realizar un reporte final. | **Recurrente**  Búsqueda de información en textos o manuales de operación  **Recurrente automatizable**  Consulta en foros académicos  **No recurrente**  La investigación de campo y el desarrollo del tema (resúmenes, reportes, encuestas a ingenieros de plantas termoeléctricas, etc.), la presentación del trabajo frente al grupo. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Clase de tarea** | **Objetivos de desempeño en términos de complejidad, investigación, tecnología y TIC** | **Clasificación** |
| Clase 3 (difícil)  Diseño de una subestación eléctrica, debiendo explicar cada una de las partes, y la justificación del tamaño de todo el sistema.  Entregar la investigación en un trabajo escrito, donde se especifique la fuente del análisis realizado (laboratorio o empresa). En esta etapa se deberá recopilar las tareas anteriores y deberá presentarla ante el grupo usando Power Point (equipos de 3 alumnos) | **Objetivo de desempeño 1**  El alumno deberá investigar en forma literaria, a través de la información disponible en la red o textos especializados o manuales las configuraciones existentes dependiendo del tipo de subestación que se requiera para cada uso u operación. | **Recurrente**  La búsqueda bibliográfica en medios impresos  **Recurrente automatizable**  La búsqueda bibliográfica en medios electrónicos  **No recurrente**  La investigación de campo y el desarrollo del tema (resúmenes, reportes, encuestas a ingenieros de plantas eléctricas, etc.) |
| **Objetivo de desempeño 2**  El alumno deberá investigar que dispositivos son lo empleados en la subestación eléctrica que le haya asignado dependiendo de su uso. | **Recurrente**  La búsqueda bibliográfica en medios impresos  **Recurrente automatizable**  La búsqueda bibliográfica en medios electrónicos  **No recurrente**  La investigación de campo y el desarrollo del tema (resúmenes, reportes, encuestas a ingenieros de plantas eléctricas, etc.) |
| **Objetivo de desempeño 3**  El alumno visitar plantas industriales de la región (CFE u otras) a fin de obtener el mejor diseño además de plasmarlo en un proyecto en el cual deberá entregar una memoria técnico descriptiva con todos los cálculos de las partes en software de diseño ( AutoCAD o similar) | **Recurrente**  N/A  **Recurrente automatizable**  Consulta en foros académicos  **No recurrente**  La investigación de campo y el desarrollo del tema (resúmenes, reportes, encuestas a ingenieros de plantas termoeléctricas, etc.), la presentación del trabajo frente al grupo. |

**Andamiaje de las tareas/proyectos de aprendizaje**

En la Tabla 3.1, se presentan las tareas/proyectos de aprendizaje específicos que se desarrollarán a lo largo del curso para el logro de la unidad de competencia; además se indican los apoyos que acompañan a cada una de las tareas.

**Tabla 3.1. Tareas de aprendizaje específicas y los apoyos que favorecerán la consecución satisfactoria de las mismas para el logro de la Sub-competencia.**

|  |
| --- |
| Clase de tarea: Diseñar y construir un transformador para analizar, identificar y encontrar sus parámetros eléctricos.  Entregar la investigación en un trabajo escrito, donde se especifique la fuente del análisis realizado (laboratorio o empresa). |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Objetivo de desempeño en términos de complejidad, investigación y tecnología y TIC | Clasificación | Información de apoyo/ procedimental/ tema/ descripción | (R) Información procedimental  Nombre del procedimiento o algoritmo y datos bibliográficos para su recuperación.  (RA) Parte de la tarea en la que se requiere practicar  (NR) Información de apoyo  Fuente impresa o electrónica: Autor, título, datos bibliográficos. |
| Con base en la bibliografía disponible en libros y medios electrónicos describir el diseño de este prototipo de transformador así como la obtención de sus parámetros eléctricos. | **Recurrente**  La búsqueda bibliográfica en medios impresos  **Recurrente automatizable**  La búsqueda bibliográfica en medios electrónicos  **No recurrente**  La investigación de campo, el desarrollo del trabajo escrito y de la presentación del prototipo. | **Necesidad de información**  Libros, información disponible en medios electrónicos, encuestas propias  **Procedimental**  Lineamientos para la búsqueda de la información en libros y/o artículos de revistas especializadas. | Búsqueda en catálogos bibliográficos  Chapman, S. J., *Máquinas Eléctricas,* McGraw - Hill, México 2005, 4ª. Edición  Fitzgerald, A. E., *Máquinas Eléctricas*, McGraw-Hill, México 2004. 6ª. Edición  **TK2181 F57 2004**  Garik, M. L., Whipple, E. E. y Clyde, C. (1992, c1970). *Máquinas de Corriente Alterna.* CECSA. México.  **TK2712 L58**  Kosow, I. L. (1992). *Máquinas Eléctricas y Transformadores, (Traducción de Electrical Machinery and Transformers)*. Barcelona; México: Reverté, 1992.  **TK2181 K67** |
| **Objetivo de desempeño 2**  El alumno deberá investigar en literatura especializada, en foros académicos u otras fuentes de información los tipos de transformadores o los materiales adecuados. | **Recurrente**  La búsqueda bibliográfica en medios impresos  **Recurrente automatizable**  La búsqueda bibliográfica en medios electrónicos  **No recurrente**  La investigación de campo, el desarrollo del trabajo escrito y de la presentación | **Necesidad de información**  Libros, información disponible en medios electrónicos, encuestas propias  **Procedimental**  Lineamientos para la búsqueda de la información en libros y/o artículos de revistas especializadas. | Búsqueda en catálogos bibliográficos  Chapman, S. J., *Máquinas Eléctricas,* McGraw - Hill, México 2005, 4ª. Edición  Fitzgerald, A. E., *Máquinas Eléctricas*, McGraw-Hill, México 2004. 6ª. Edición  **TK2181 F57 2004**  Garik, M. L., Whipple, E. E. y Clyde, C. (1992, c1970). *Máquinas de Corriente Alterna.* CECSA. México.  **TK2712 L58**  Kosow, I. L. (1992). *Máquinas Eléctricas y Transformadores, (Traducción de Electrical Machinery and Transformers)*. Barcelona; México: Reverté, 1992.  **TK2181 K67** |
| **Objetivo de desempeño 3**  El alumno comprobara que su prototipo es funcional eléctricamente, debiendo incluir por lo menos las pruebas que se le realizaron en el laboratorio de la FIME | **Recurrente**  La búsqueda bibliográfica en medios impresos  **Recurrente automatizable**  La búsqueda bibliográfica en medios electrónicos  **No recurrente**  La investigación de campo, el desarrollo del trabajo escrito y de la presentación | **Necesidad de información**  Libros, información disponible en medios electrónicos, encuestas propias  **Procedimental**  Lineamientos para la búsqueda de la información en libros y/o artículos de revistas especializadas. | Búsqueda en catálogos bibliográficos  Chapman, S. J., *Máquinas Eléctricas,* McGraw - Hill, México 2005, 4ª. Edición  Fitzgerald, A. E., *Máquinas Eléctricas*, McGraw-Hill, México 2004. 6ª. Edición  **TK2181 F57 2004**  Garik, M. L., Whipple, E. E. y Clyde, C. (1992, c1970). *Máquinas de Corriente Alterna.* CECSA. México.  **TK2712 L58**  Kosow, I. L. (1992). *Máquinas Eléctricas y Transformadores, (Traducción de Electrical Machinery and Transformers)*. Barcelona; México: Reverté, 1992.  **TK2181 K67** |

|  |
| --- |
| Clase de tarea: Encontrar, describir y explicar las diferentes pruebas que se les realizan a los transformadores, desde las pruebas de aceptación hasta las de puesta en marcha y las pruebas predictivas.  Entregar la investigación en un trabajo escrito, donde se especifique la fuente del análisis realizado (laboratorio o empresa). |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Objetivo de desempeño en términos de complejidad, investigación y tecnología y TIC | Clasificación | Información de apoyo/ procedimental/ tema/ descripción | (R) Información procedimental  Nombre del procedimiento o algoritmo y datos bibliográficos para su recuperación.  (RA) Parte de la tarea en la que se requiere practicar  (NR) Información de apoyo  Fuente impresa o electrónica: Autor, título, datos bibliográficos. |
| **Objetivo de desempeño 1**  El alumno deberá investigar en forma literaria, a través de la información disponible en la red o textos especializados o manuales las diferentes pruebas que se le pueden realizar a los trasformadores. | **Recurrente**  La búsqueda bibliográfica en medios impresos  **Recurrente automatizable**  La búsqueda bibliográfica en medios electrónicos  **No recurrente**  La investigación de campo, el desarrollo del trabajo escrito y de la presentación | **Necesidad de información**  Libros, información disponible en medios electrónicos, encuestas propias  **Procedimental**  Lineamientos para la búsqueda de la información en libros y/o artículos de revistas especializadas. | Búsqueda en catálogos bibliográficos  Chapman, S. J., *Máquinas Eléctricas,* McGraw - Hill, México 2005, 4ª. Edición  Fitzgerald, A. E., *Máquinas Eléctricas*, McGraw-Hill, México 2004. 6ª. Edición  **TK2181 F57 2004**  Garik, M. L., Whipple, E. E. y Clyde, C. (1992, c1970). *Máquinas de Corriente Alterna.* CECSA. México.  **TK2712 L58**  Kosow, I. L. (1992). *Máquinas Eléctricas y Transformadores, (Traducción de Electrical Machinery and Transformers)*. Barcelona; México: Reverté, 1992.  **TK2181 K67** |
| **Objetivo de desempeño 2**  El alumno deberá investigar cuales son las pruebas que se realizan en el laboratorio de máquinas eléctricas de la facultad además de investigar que otras pruebas se pueden realizar. | **Recurrente**  La búsqueda bibliográfica en medios impresos  **Recurrente automatizable**  La búsqueda bibliográfica en medios electrónicos  **No recurrente**  La investigación de campo, el desarrollo del trabajo escrito y de la presentación | **Necesidad de información**  Libros, información disponible en medios electrónicos, encuestas propias  **Procedimental**  Lineamientos para la búsqueda de la información en libros y/o artículos de revistas especializadas. | Búsqueda en catálogos bibliográficos  Chapman, S. J., *Máquinas Eléctricas,* McGraw - Hill, México 2005, 4ª. Edición  Fitzgerald, A. E., *Máquinas Eléctricas*, McGraw-Hill, México 2004. 6ª. Edición  **TK2181 F57 2004**  Garik, M. L., Whipple, E. E. y Clyde, C. (1992, c1970). *Máquinas de Corriente Alterna.* CECSA. México.  **TK2712 L58**  Kosow, I. L. (1992). *Máquinas Eléctricas y Transformadores, (Traducción de Electrical Machinery and Transformers)*. Barcelona; México: Reverté, 1992.  **TK2181 K67** |
| **Objetivo de desempeño 3**  El alumno visitar talleres o plantas industriales de la región (CFE u otras) las pruebas que realizan a los transformadores y sus resultados como se interpretan a fin de realizar un reporte final. | **Recurrente**  La búsqueda bibliográfica en medios impresos  **Recurrente automatizable**  La búsqueda bibliográfica en medios electrónicos  **No recurrente**  La investigación de campo, el desarrollo del trabajo escrito y de la presentación | **Necesidad de información**  Libros, información disponible en medios electrónicos, encuestas propias  **Procedimental**  Lineamientos para la búsqueda de la información en libros y/o artículos de revistas especializadas. | Búsqueda en catálogos bibliográficos  Chapman, S. J., *Máquinas Eléctricas,* McGraw - Hill, México 2005, 4ª. Edición  Fitzgerald, A. E., *Máquinas Eléctricas*, McGraw-Hill, México 2004. 6ª. Edición  **TK2181 F57 2004**  Garik, M. L., Whipple, E. E. y Clyde, C. (1992, c1970). *Máquinas de Corriente Alterna.* CECSA. México.  **TK2712 L58**  Kosow, I. L. (1992). *Máquinas Eléctricas y Transformadores, (Traducción de Electrical Machinery and Transformers)*. Barcelona; México: Reverté, 1992.  **TK2181 K67** |

|  |
| --- |
| Clase de tarea: Diseño de una subestación eléctrica, debiendo explicar cada una de las partes, y la justificación del tamaño de todo el sistema.  Entregar la investigación en un trabajo escrito, donde se especifique la fuente del análisis realizado (laboratorio o empresa). |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Objetivo de desempeño en términos de complejidad, investigación y tecnología y TIC | Clasificación | Información de apoyo/ procedimental/ tema/ descripción | (R) Información procedimental  Nombre del procedimiento o algoritmo y datos bibliográficos para su recuperación.  (RA) Parte de la tarea en la que se requiere practicar  (NR) Información de apoyo  Fuente impresa o electrónica: Autor, título, datos bibliográficos. |
| **Objetivo de desempeño 1**  El alumno deberá investigar en forma literaria, a través de la información disponible en la red o textos especializados o manuales las configuraciones existentes dependiendo del tipo de subestación que se requiera para cada uso u operación. | **Recurrente**  La búsqueda bibliográfica en medios impresos  **Recurrente automatizable**  La búsqueda bibliográfica en medios electrónicos  **No recurrente**  La investigación de campo, el desarrollo del trabajo escrito y de la presentación así como visitas técnicas | **Necesidad de información**  Libros, información disponible en medios electrónicos, encuestas propias  **Procedimental**  Lineamientos para la búsqueda de la información en libros y/o artículos de revistas especializadas. | Búsqueda en catálogos bibliográficos  Chapman, S. J., *Máquinas Eléctricas,* McGraw - Hill, México 2005, 4ª. Edición  Fitzgerald, A. E., *Máquinas Eléctricas*, McGraw-Hill, México 2004. 6ª. Edición  **TK2181 F57 2004**  Garik, M. L., Whipple, E. E. y Clyde, C. (1992, c1970). *Máquinas de Corriente Alterna.* CECSA. México.  **TK2712 L58**  Kosow, I. L. (1992). *Máquinas Eléctricas y Transformadores, (Traducción de Electrical Machinery and Transformers)*. Barcelona; México: Reverté, 1992.  **TK2181 K67** |
| **Objetivo d**e **desempeño 2**  El alumno deberá investigar que dispositivos son lo empleados en la subestación eléctrica que le haya asignado dependiendo de su uso. | **Recurrente**  La búsqueda bibliográfica en medios impresos  **Recurrente automatizable**  La búsqueda bibliográfica en medios electrónicos  **No recurrente**  La investigación de campo, el desarrollo del trabajo escrito y de la presentación | **Necesidad de información**  Libros, información disponible en medios electrónicos, encuestas propias  **Procedimental**  Lineamientos para la búsqueda de la información en libros y/o artículos de revistas especializadas. | Búsqueda en catálogos bibliográficos  Chapman, S. J., *Máquinas Eléctricas,* McGraw - Hill, México 2005, 4ª. Edición  Fitzgerald, A. E., *Máquinas Eléctricas*, McGraw-Hill, México 2004. 6ª. Edición  **TK2181 F57 2004**  Garik, M. L., Whipple, E. E. y Clyde, C. (1992, c1970). *Máquinas de Corriente Alterna.* CECSA. México.  **TK2712 L58**  Kosow, I. L. (1992). *Máquinas Eléctricas y Transformadores, (Traducción de Electrical Machinery and Transformers)*. Barcelona; México: Reverté, 1992.  **TK2181 K67** |
| **Objetivo de desempeño 3**  El alumno visitar plantas industriales de la región (CFE u otras) a fin de obtener el mejor diseño además de plasmarlo en un proyecto en el cual deberá entregar una memoria técnico descriptiva con todos los cálculos de las partes en software de diseño ( AutoCAD o similar) | **Recurrente**  La búsqueda bibliográfica en medios impresos  **Recurrente automatizable**  La búsqueda bibliográfica en medios electrónicos  **No recurrente**  La investigación de campo, el desarrollo del trabajo escrito y de la presentación | **Necesidad de información**  Libros, información disponible en medios electrónicos, encuestas propias visitas a subestaciones existentes.  **Procedimental**  Lineamientos para la búsqueda de la información en libros y/o artículos de revistas especializadas. | Búsqueda en catálogos bibliográficos  Chapman, S. J., *Máquinas Eléctricas,* McGraw - Hill, México 2005, 4ª. Edición  Fitzgerald, A. E., *Máquinas Eléctricas*, McGraw-Hill, México 2004. 6ª. Edición  **TK2181 F57 2004**  Garik, M. L., Whipple, E. E. y Clyde, C. (1992, c1970). *Máquinas de Corriente Alterna.* CECSA. México.  **TK2712 L58**  Kosow, I. L. (1992). *Máquinas Eléctricas y Transformadores, (Traducción de Electrical Machinery and Transformers)*. Barcelona; México: Reverté, 1992.  **TK2181 K67** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Clase de tareas**  **Nivel 1. (sencilla)**  Diseñar y construir un transformador para analizar, identificar y encontrar sus parámetros eléctricos. | | | |
| **Actividad** | **Productos solicitados** | **Fechas** | **Información/motivación/andamiaje** |
| **Actividad 1.**  El facilitador explica algunos ejemplos básicos y prácticos de los Elementos básicos de los transformadores. | Que el alumno realice sus propios argumentos, comprensión, síntesis y evalúe de los ejemplos en clase el circuito eléctrico que se construirá. | Segunda o tercera semana del curso, del 20 de febrero al 02 de marzo del 2012. | Ejemplos de clase con pintarrón, presentación multimedia con imágenes de las partes principales que constituyen un transformador. |
| **Actividad 2.**  El alumno deberá investigar en literatura especializada, en foros académicos u otras fuentes de información los tipos de transformadores o los materiales adecuados. | Entrega de trabajos de investigación y presentación en clase por Equipos de trabajo. | Del 27 de Febrero al 09 de Marzo del 2012 | Uso del Office para elaborar su investigación así aclaración de dudas por parte del facilitador de manera presencial en clase y por medio de eminus. |
| **Actividad 3.**  Los estudiantes utilizan la plataforma eminus y presencial en clase para descargar material de apoyo, entregar tareas y preguntar dudas al profesor, etc. | Lectura del material de apoyo y realizar preguntas en la página de eminus una vez repasado lo visto en clase. | En forma recurrente durante todo el curso, ya sea en clase o por medio de eminus. | Responder a las preguntas de los estudiantes en eminus mediante una página donde se publiquen las preguntas más frecuentes sobre la EE. (Foro de DUDAS). |

**Evaluación de la resolución / ejecución de las tareas / proyectos de aprendizaje**

En la Tabla 4.1, se presentan los criterios de evaluación de la resolución de las tareas/proyecto de aprendizaje en función de los objetivos de desempeño propuestos para alcanzar las sub-competencias y finalmente la unidad de competencia de la EE de *TRANSFORMADORES Y SUBESTACIONES.*

**Tabla 4.1. Criterios de evaluación de las tareas de aprendizaje para el logro de la 1a Sub-competencia de la EE *TRANSFORMADORES Y SUBESTACIONES***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Objetivo de desempeño en términos de complejidad, investigación y tecnología y TIC** | **Evidencias y criterios de evaluación** | **Nivel 1**  **Aceptable** | **Nivel 2**  **Bueno** | **Nivel 3**  **Excelente** |
| **Objetivo de desempeño 1, 2 y 3**  **1**. Encontrar, describir , explicar y construir un transformador para analizar, identificar y encontrar sus parámetros eléctricos    **2**. Encontrar, describir y explicar las diferentes pruebas que se les realizan a los transformadores, desde las pruebas de aceptación hasta las de puesta en marcha y las pruebas predictivas.  **3**. Diseño de una subestación eléctrica, debiendo explicar cada una de las partes, y la justificación del tamaño de todo el sistema.  Entregar la investigación en un trabajo escrito, donde se especifique la fuente del análisis realizado (laboratorio o empresa). En esta etapa se deberá recopilar las tareas anteriores y deberá presentarla ante el grupo usando Power Point (equipos de 3 alumnos) | El reporte deberá estar bien estructurado con base en:  Portada  Índice  Introducción  Desarrollo  Conclusiones  Referencias bibliográficas | El reporte deberá incluir La investigación, realización de prototipo, búsqueda de información, fotografías, incluyendo por lo menos una referencia bibliográfica de las propuestas y direcciones de Internet.  Subir la investigación a la plataforma eminus | El reporte deberá incluir además de lo mencionado para el nivel aceptable la interpretación de las pruebas a los equipos y donde se pueden realizar. | El reporte deberá incluir además de lo mencionado para el nivel aceptable y bueno el resultado de la investigación de campo, así como por lo menos 4 referencias bibliográficas.  Deberá también defender correctamente su investigación frente al grupo. |

**Tabla 5 Evaluación final del desempeño:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Evidencias y criterios de evaluación** | **Criterios de desempeño** | **Campos de aplicación** | **Porcentaje** |
| Exámenes parciales | Responder acertadamente las preguntas y problemas planteados. | Clase y en línea (Eminus) | **1er parcial 10 %** |
| **2° parcial 10 %** |
| Tareas y trabajos de investigación | Redacción adecuada, respaldada con bibliografía, presentación oral fluida y clara. Problemas bien realizados con resultados correctos. | Extramuros | **10 %** |
| Participación en clase | Resolución de problemas en clase, código correcto, se llega al resultado adecuado, de fácil uso, interface gráfica, | Extramuros | **10 %** |
| Proyecto final | Redacción buena, presentación excelente, resultados correctos, comentarios, sugerencias, puntos de vista, Cumple con todos los puntos establecidos. | Extramuros | **30 %** |
| Examen ordinario | Responder acertadamente las preguntas y problemas planteados. | Clase | **30 %** |

El primer examen parcial se aplicará al final del capítulo 2, el segundo examen parcial al final del capítulo 4 y el examen final se aplicará en las fechas establecidas por la Facultad para el examen ordinario abarcará todo restante del curso.

Algunas tareas contemplan la investigación de temas y su exposición en clase incluyendo la solución de problemas prácticos.

Se encargarán tareas para que el alumno practique y refuerce los conocimientos adquiridos en clase. Su realización es fundamental para acreditar los exámenes escritos.

**Acreditación:**

El alumno se evaluará en una escala de 1 al 10, siendo 1 la calificación mínima (insuficiente), y 10 la calificación máxima (excelente). El alumno aprobará el curso si alcanza en la suma de las 5 evidencias de evaluación, al menos una calificación de 6 (60%). Además, deberá tener el 75% de asistencias durante el curso para tener derecho al examen ordinario.

**Temario**

Los temas que se abarcarán durante el curso y las horas requeridas por capítulo son los siguientes:

**Unidad I**.

**Principios fundamentales del transformador**.

1.1 Acción Transformadora.

1.2 Condiciones en Vacío: Ecuación General del Transformador.

1.3 Transformador Ideal: Relación de Transformación.

1.4 Transferencia de Potencia.

1.5 Condiciones prácticas del Transformador.

1.6 Impedancia Referida: Transformación de impedancia.

1.7 Circuitos Equivalentes simplificados.

1.8 Relaciones fasoriales de voltaje en el secundario: Cargas con factor de potencia igual a la unidad, factor de potencia atrasado y factor de potencia adelantado.

**Unidad II.**

**Características y tipos de transformadores.**

2.1 Clasificación.

2.2 Partes Principales.

2.3 Especificaciones.

2.4 Construcción: Partes internas y externas.

2.5 Refrigeración y Selección.

2.6 El Autotransformador.

2.7 Transformadores de Corriente y de Potencial.

**Unidad III.**

**Conexiones del Transformador.**

3.1 Conexión en Serie y Paralelo de los devanados del transformador.

3.2 Funcionamiento de transformadores en paralelo.

3.3 Circuitos Trifásicos de los transformadores: Conexiones Δ-Δ, Y-Y, Y-Δ, Δ-Y, V-V.

3.4 Relación de transformación Scott.

3.5 Efecto en los transformadores de una mala conexión en el secundario.

3.6 Transformadores en paralelo: Ventajas, desventajas, requisitos y cálculo.

3.7 Consideración para sistemas de conexión radial y en anillo.

**Unidad IV.**

Normas y pruebas para transformadores.

4.1 Embarque, Manejo y almacenaje.

4.2 Recomendaciones para la inspección y mantenimiento de transformadores mayores de 300 KVA.

4.3 Programas de inspección de accesorios y prueba de mantenimiento.

4.4 Temperatura ambiente: Altura de operación y efecto de la altitud en la elevación de temperatura y rigidez dieléctrica del aire.

4.5 Pruebas para conocer las características de un transformador.

4.6 Relación de transformación-polaridad.

4.7 Resistencia Óhmica.

4.8 Pruebas de comprobación del estado del transformador: Corriente de excitación.

4.9 Aislamiento, Factor de potencia o envejecimiento.

4.10 Potencial aplicado e inducido.

4.11 Pruebas al aceite aislante del transformador.

4.12 Cromatografía de gases.

**Unidad V.**

**Subestaciones Eléctricas**

5.1 Descripción de las partes componentes de una subestación eléctrica.

5.2 Arreglos de barras en subestaciones de distribución.

5.3 Ubicación de la subestación.

5.4 Capacidad de la subestación.

5.5 Número de alimentadores.

5.6 Área de influencia eléctrica de los alimentadores.

5.7 Poligonal rectangular

5.8 Poligonal hexagonal

5.9 Caso general.

5.10 Ingeniería de puesta a tierra

**Bibliografía:**

**Básica**

Chapman, S. J., *Máquinas Eléctricas,* McGraw - Hill, México 2005, 4ª. Edición

Fitzgerald, A. E., *Máquinas Eléctricas*, McGraw-Hill, México 2004. 6ª. Edición

**TK2181 F57 2004**

Garik, M. L., Whipple, E. E. y Clyde, C. (1992, c1970). *Máquinas de Corriente Alterna.* CECSA. México.

**TK2712 L58**

Kosow, I. L. (1992). *Máquinas Eléctricas y Transformadores, (Traducción de Electrical Machinery and Transformers)*. Barcelona ; México : Reverté, 1992.

**TK2181 K67**

Nassar, S.A. y Unnewehr, L. F. (1982). *Electromecánica y Máquinas Eléctricas*, Limusa, México, 1a. Edición

**TK2000 N37**

Enríquez Harper Gilberto. 1993 Elementos de diseño de subestaciones elèctricas, Limusa, Mèxico. Quinta Edición

**TK1751E57**

**Complementarias**

Chapman, S. J. (1991). *Máquinas Eléctricas.* McGraw-Hill Inc. Colombia, 2a. Edición

**TK2000 C52 M3 1991**

Fitzgerald, A. E. (1992). *Máquinas eléctricas*. McGraw-Hill, México :2a. Edición

Gingrich, H. W. (1980). *Máquinas Eléctricas, Transformadores y Controles.* Prentice Hall, Inc. Colombia.

Hinmarsh, J. (1974). *Máquinas Eléctricas y sus Aplicaciones.* URMO, S.A., España.

Kostenko, M.P. y Piotrovski (1975). *Máquinas Eléctricas* Tomo I y II. Editorial MIR, Moscú.

Langsdorf, A. (1967). *Teoría de las Máquinas de Corriente Alterna.* España. 2a. Edición

**TK2711 L36**

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1994.

**TK3211 N67**

Puchstein, A.F., Lloyd, T.C. and Conrad, A.G. (1964). *Alternating Current Machines*, USA. 3a.Edición

Thaler, G. J. y Wilcox, M. (1979). *Máquinas Eléctricas.* Limusa, México.

José Raúl Martín. 1992. Diseño de Subestaciones Eléctricas., Mc. Graw Hill

**TK1751M3**