TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN MECATRÓNICA ÁREA INSTALACIONES ELÉCTRICAS EFICIENTES
EN COMPETENCIAS PROFESIONALES

# ASIGNATURA DE CALIDAD Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

| | |
|---|---|
| **1. Competencias** | Desarrollar sistemas eléctricos de acuerdo a normas, especificaciones técnicas y de seguridad, con base en las necesidades del proceso, para el ahorro de energía de la empresa. |
| **2. Cuatrimestre** | Quinto |
| **3. Horas Teóricas** | 20 |
| **4. Horas Prácticas** | 40 |
| **5. Horas Totales** | 60 |
| **6. Horas Totales por Semana Cuatrimestre** | 4 |
| **7. Objetivo de aprendizaje** | El alumno propondrá un anteproyecto técnico-económico aplicando el análisis de costos, para mejorar la calidad de la energía eléctrica en un sistema industrial. |

| Unidades de Aprendizaje | | Horas | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **Teóricas** | **Prácticas** | **Totales** |
| **I.** | **Calidad de la energía eléctrica** | 2 | 4 | 6 |
| **II.** | **Fuentes y descripción de las perturbaciones en un sistema eléctrico** | 4 | 10 | 14 |
| **III.** | **Conocimiento y operación de equipos de medición especializados** | 6 | 14 | 20 |
| **IV.** | **Análisis de resultados y diagnóstico de la problemática** | 6 | 8 | 14 |
| **V.** | **Soluciones de mejora** | 2 | 4 | 6 |
| | **Totales** | **20** | **40** | **60** |

# CALIDAD Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

*UNIDADES DE APRENDIZAJE*

| | |
|---|---|
| **1. Unidad de aprendizaje** | **I. Calidad de la energía eléctrica** |
| **2. Horas Teóricas** | 2 |
| **3. Horas Prácticas** | 4 |
| **4. Horas Totales** | 6 |
| **5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje** | El alumno interpretará los conceptos de calidad de energía mediante la identificación de los parámetros eléctricos, para la aplicación efectiva en las instalaciones eléctricas. |

| Temas | Saber | Saber hacer | Ser |
|---|---|---|---|
| Introducción a la calidad de la energía | Describir la situación energética eléctrica histórica de México | | Coherente<br>Trabajo en equipo<br>Proactivo<br>Asertivo |
| Parámetros de la corriente alterna | Definir los parámetros de la corriente alterna:<br>- Voltaje,<br>- Corriente,<br>- Frecuencia,<br>- Amplitud<br>- Forma de onda | Comprobar los parámetros de la corriente alterna | Coherente<br>Trabajo en equipo<br>Proactivo<br>Asertivo |
| Perturbaciones electromagnéticas | Definir las perturbaciones electromagnéticas:<br>- Flicker,<br>- Huecos de voltaje,<br>- Sag,<br>- Swells,<br>- Sobretensiones,<br>- Sobrecorrientes,<br>- Armónicos,<br>- Variaciones de frecuencia | Interpretar las gráficas de las perturbaciones electromagnéticas | Coherente<br>Trabajo en equipo<br>Proactivo<br>Asertivo |

| Temas | Saber | Saber hacer | Ser |
|---|---|---|---|
| Condiciones del suministro eléctrico | Definir la continuidad en el suministro eléctrico y alternativas en caso de interrupción. | Proponer alternativas para la continuidad del suministro eléctrico. | Coherente<br>Trabajo en equipo<br>Proactivo<br>Asertivo |

# CALIDAD Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

*PROCESO DE EVALUACIÓN*

| Resultado de aprendizaje | Secuencia de aprendizaje | Instrumentos y tipos de reactivos |
|---|---|---|
| Realizará un reporte que incluya:<br><br>- Un ensayo de la situación energética eléctrica de México<br>- Un mapa conceptual de los parámetros de la corriente alterna así como las definiciones y gráficos de los mismos<br>- Un informe técnico | 1. Identificar el contexto económico-social de la situación energética eléctrica histórica de México<br><br>2. Analizar los parámetros de voltaje, corriente, frecuencia, amplitud de voltaje, forma de onda, perturbación electromagnética, Flicker, huecos, Sag y Swells<br><br>3. Identificar el concepto de sobretensiones, sobrecorrientes, armónicos y variaciones de frecuencia<br><br>4. Analizar las características de los parámetros eléctricos | Ensayo<br>Lista de cotejo |

# CALIDAD Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

*PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE*

| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos |
|---|---|
| Equipos colaborativos<br>Solución de problemas<br>Prácticas demostrativas | Pintarrón<br>Proyector de video<br>Equipo de cómputo |

*ESPACIO FORMATIVO*

| Aula | Laboratorio / Taller | Empresa |
|---|---|---|
| | X | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **ELABORÓ:** | Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica | **REVISÓ:** | Dirección Académica | |
| **APROBÓ:** | C. G. U. T. y P. | **FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:** | Septiembre de 2018 | |

# CALIDAD Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

*UNIDADES DE APRENDIZAJE*

| | |
|---|---|
| **1. Unidad de aprendizaje** | **II. Fuentes y descripción de las perturbaciones en un sistema eléctrico** |
| **2. Horas Teóricas** | 4 |
| **3. Horas Prácticas** | 10 |
| **4. Horas Totales** | 14 |
| **5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje** | El alumno interpretará el comportamiento de cargas mediante la identificación de fuentes de perturbaciones, para mejorar el comportamiento en un sistema eléctrico. |

| Temas | Saber | Saber hacer | Ser |
|---|---|---|---|
| Cargas lineales y no lineales | Identificar las cargas lineales y no lineales.<br><br>Identificar el efecto en la corriente de una carga lineal capacitiva e inductiva relacionándola con el factor de potencia.<br><br>Identificar el efecto de una carga no lineal y relacionarla con la distorsión armónica.<br><br>Identificar software de simulación utilizado en el análisis de los efectos de conexión de cargas lineales y no lineales a un suministro eléctrico. | Realizar la simulación de conexión de cargas lineales y no lineales a un suministro eléctrico empleando software dedicado e identificar su efecto en el factor de potencia y en las distorsiones armónicas.<br><br>Conectar en un circuito una carga lineal resistiva, capacitiva e inductiva y medir su desfasamiento.<br><br>Conectar en un circuito una carga no lineal y medir su distorsión. | Coherente<br>Trabajo en equipo<br>Proactivo<br>Asertivo |
| Sobrevoltajes y variaciones de frecuencia | Identificar las causas de un sobre voltaje.<br><br>Identificar las causas de variaciones de frecuencia.<br><br>Seleccionar equipos que protejan cargas de sobre voltaje y variaciones de frecuencia. | Medir variaciones de voltaje y de frecuencia en el suministro eléctrico. | Coherente<br>Trabajo en equipo<br>Proactivo<br>Asertivo |

| Temas | Saber | Saber hacer | Ser |
|---|---|---|---|
| Conexión y desconexión de cargas significativas en el sistema eléctrico | Identificar procedimientos óptimos en la conexión y desconexión de cargas eléctricas. | Realizar procedimientos de maniobras en conexión y desconexión de cargas | Coherente<br>Trabajo en equipo<br>Proactivo<br>Asertivo |

# CALIDAD Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

*PROCESO DE EVALUACIÓN*

| Resultado de aprendizaje | Secuencia de aprendizaje | Instrumentos y tipos de reactivos |
|---|---|---|
| A partir de una práctica realizará un reporte técnico que contenga:<br><br>- Las mediciones de una carga lineal resistiva, inductiva y capacitiva<br>- Las mediciones de cargas no lineales<br>- Conexión y desconexión de cargas<br>- La interpretación de las mediciones realizadas al sistema eléctrico | 1. Identificar el concepto de carga lineal, no lineal, variaciones de voltaje y frecuencia<br><br>2. Analizar las causas de perturbaciones eléctricas<br><br>3. Comprender el proceso para conectar y desconectar cargas<br><br>4. Comprender los procedimientos y maniobras de conexión y desconexión de cargas<br><br>5. Medir las perturbaciones en un sistema eléctrico | Ejercicio prácticos<br>Lista de cotejo |

# CALIDAD Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

*PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE*

| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos |
|---|---|
| Equipos colaborativos<br>Solución de problemas<br>Prácticas demostrativas | Equipos de laboratorio<br>Software especializado<br>Pintarrón<br>Equipo de cómputo |

*ESPACIO FORMATIVO*

| Aula | Laboratorio / Taller | Empresa |
|---|---|---|
| | **X** | |

# CALIDAD Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

*UNIDADES DE APRENDIZAJE*

| | |
|---|---|
| **1. Unidad de aprendizaje** | **III. Conocimiento y operación de equipos de medición especializados** |
| **2. Horas Teóricas** | 6 |
| **3. Horas Prácticas** | 14 |
| **4. Horas Totales** | 20 |
| **5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje** | El alumno obtendrá los registros y datos del sistema eléctrico mediante la operación de equipos especializados de adquisición y registro de datos, para la corrección de variaciones en el consumo de energía. |

| Temas | Saber | Saber hacer | Ser |
|---|---|---|---|
| Analizador de armónicos en tiempo real | Identificar la operación de un equipo analizador de armónicos en tiempo real a partir de su manual.<br><br>Relacionar las series de Fourier con el concepto de distorsión armónica. | Monitorear y medir en tiempo real los efectos de conexión de una carga no lineal utilizando el analizador de armónicos, interpretando los resultados (gráficas y tablas de THD).<br><br>Comprobar la distorsión armónica total empleando las series de Fourier. | Coherente<br>Trabajo en equipo<br>Proactivo<br>Asertivo |
| Analizador de redes en tiempo real | Identificar la operación de un equipo analizador de redes en tiempo real a partir de su manual. | Monitorear y medir el factor de potencia de una carga trifásica lineal y no lineal en tiempo real, utilizando el analizador de redes, interpretando los resultados. | Coherente<br>Trabajo en equipo<br>Proactivo<br>Asertivo |
| Registrador de eventos en tiempo real | Identificar la operación de un equipo registrador de eventos en tiempo real a partir de su manual. | Monitorear y medir variaciones de voltaje, frecuencia, micro cortes, en tiempo real empleando el registrador de eventos, obteniendo la gráfica en el tiempo de los registros. | Coherente<br>Trabajo en equipo<br>Proactivo<br>Asertivo |

| Temas | | Saber | Saber hacer | Ser |
|---|---|---|---|---|
| Osciloscopio aislado multicanal | | Identificar software de simulación empleado en realizar mediciones con instrumentos virtuales.<br><br>Identificar la operación de un osciloscopio aislado multicanal a partir de su manual. | Realizar simulación del comportamiento de parámetros eléctricos, y observar la forma de onda de voltaje y corriente en un osciloscopio virtual de una carga lineal inductiva y de una carga no lineal, utilizando software dedicado.<br><br>Medir parámetros eléctricos físicamente, y observar la forma de onda de voltaje y corriente en el osciloscopio de una carga lineal inductiva y de una carga no lineal. | Coherente<br>Trabajo en equipo<br>Proactivo<br>Asertivo |

# CALIDAD Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

*PROCESO DE EVALUACIÓN*

| Resultado de aprendizaje | Secuencia de aprendizaje | Instrumentos y tipos de reactivos |
|---|---|---|
| A partir de una práctica, elaborará un reporte técnico que contenga:<br><br>- Las gráficas y tablas de THD, armónicos, factor de potencia<br><br>- Un informe sobre las posibles causas<br><br>- Un problemario para la comprobación de los armónicos y la sumatoria de Fourier | 1. Identificar las características de operación de los equipos de medición<br><br>2. Comprender el proceso para la operación de los equipos de medición<br><br>3. Interpretar las gráficas de THD, armónicos, factor de potencia<br><br>4. Comprender el proceso para calcular la distorsión total armónica (THD) y factor de potencia<br><br>5. Comprobar la distorsión armónica total empleando las series de Fourier | Ejercicios prácticos<br>Lista de cotejo |

# CALIDAD Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

*PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE*

| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos |
|---|---|
| Equipos colaborativos<br>Solución de problemas<br>Prácticas demostrativas | Equipos de laboratorio<br>Software especializado<br>Pintarrón<br>Equipo de cómputo |

*ESPACIO FORMATIVO*

| Aula | Laboratorio / Taller | Empresa |
|---|---|---|
| | **X** | |

# CALIDAD Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

*UNIDADES DE APRENDIZAJE*

| | |
|---|---|
| **1. Unidad de aprendizaje** | **IV. Análisis de resultados y diagnóstico de la problemática** |
| **2. Horas Teóricas** | 6 |
| **3. Horas Prácticas** | 8 |
| **4. Horas Totales** | 14 |
| **5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje** | El alumno identificará las causas que afectan la calidad de la energía y propondrá soluciones a través del análisis técnico para la corrección del consumo de energía. |

| Temas | Saber | Saber hacer | Ser |
|---|---|---|---|
| Filtros. | Distinguir las características operativas de los filtros. | Instalar un filtro en el sistema eléctrico y valora los resultados. | Coherente<br>Trabajo en equipo<br>Proactivo<br>Asertivo |
| Redes de tierras | Distinguir las características operativas de una red de tierras. | Medir el sistema de tierras y valora los resultados para la reducción de armónicos. | Coherente<br>Trabajo en equipo<br>Proactivo<br>Asertivo |
| Supresores de picos | Distinguir las características operativas de supresores de picos. | Instalar supresor de picos en el sistema eléctrico y valora los resultados. | Coherente<br>Trabajo en equipo<br>Proactivo<br>Asertivo |
| Compensadores de reactivos | Distinguir las características operativas de los compensadores de reactivos. | Instalar compensador de reactivos en el sistema eléctrico y valora los resultados. | Coherente<br>Trabajo en equipo<br>Proactivo<br>Asertivo |
| Causas de la problemática y parámetros a corregir | Identificar las fuentes que originan la distorsión de la forma de onda de señal eléctrica y seleccionar los parámetros a corregir. | Seleccionar el dispositivo requerido para corregir la distorsión en una señal eléctrica. | Coherente<br>Trabajo en equipo<br>Proactivo<br>Asertivo |

# CALIDAD Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

*PROCESO DE EVALUACIÓN*

| Resultado de aprendizaje | Secuencia de aprendizaje | Instrumentos y tipos de reactivos |
|---|---|---|
| A partir de una práctica, elaborará un reporte que incluya:<br><br>- Un estudio técnico donde clasifique las causas de la distorsión armónica, reactivos, sobretensiones<br><br>- El resultado de la aplicación de un filtro o una red de tierras para la compensación de armónicos<br><br>- Resultado de la aplicación de compensadores de reactivos<br><br>- Selección de dispositivo de corrección adecuado a las necesidades del sistema | 1. Identificar las causas de distorsión armónica, factor de potencia y variaciones de voltaje<br><br>2. Analizar los conceptos de filtro activo y pasivo para armónicos, banco de capacitores reactivo y supresores de pico<br><br>3. Distinguir las características operativas de los filtros, red de tierras, supresoras de picos y compensadoras de reactivos<br><br>4. Comprender el proceso para la instalación de filtros, red de tierras, supresora de picos y compensadora de reactivos en un sistema eléctrico<br><br>5. Seleccionar el dispositivo de corrección adecuado a las necesidades del sistema eléctrico | Lista de cotejo<br>Estudio de casos |

# CALIDAD Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

*PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE*

| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos |
|---|---|
| Equipos colaborativos<br>Solución de problemas<br>Prácticas demostrativas | Equipos de laboratorio<br>Software especializado<br>Pintarrón<br>Equipo de cómputo |

*ESPACIO FORMATIVO*

| Aula | Laboratorio / Taller | Empresa |
|---|---|---|
| | **X** | |

# CALIDAD Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

*UNIDADES DE APRENDIZAJE*

| | |
|---|---|
| **1. Unidad de aprendizaje** | **V. Soluciones de mejora** |
| **2. Horas Teóricas** | 2 |
| **3. Horas Prácticas** | 4 |
| **4. Horas Totales** | 6 |
| **5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje** | El alumno realizará un estudio de costo-beneficio mediante el análisis de la demanda para proponer un anteproyecto que mejore la eficiencia del consumo de energía eléctrica. |

| Temas | Saber | Saber hacer | Ser |
|---|---|---|---|
| Administración de la demanda | Definir el concepto de administración de la demanda<br>Identificar el sistema tarifario<br><br>Identificar la operación del esquema eléctrico para colocar controladores de cargas. | Desarrollar una propuesta para la administración de la demanda. | Coherente<br>Trabajo en equipo<br>Proactivo<br>Asertivo |
| Análisis del costo | Determinar precio de equipos y mano de obra. | Realizar el estudio de costo-beneficio del anteproyecto. | Coherente<br>Trabajo en equipo<br>Proactivo<br>Asertivo |

# CALIDAD Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

*PROCESO DE EVALUACIÓN*

| Resultado de aprendizaje | Secuencia de aprendizaje | Instrumentos y tipos de reactivos |
|---|---|---|
| A partir de un caso, elaborará un informe que incluya:<br><br>- Propuesta para la administración de la demanda y para la mejora de la calidad de la energía<br>- Estudio económico que determine la factibilidad del proyecto | 1. Identificar el concepto de administración de la demanda y el sistema tarifario<br><br>2. Analizar la operación de los controladores de carga<br><br>3. Analizar los costos para la implementación de propuestas para determinar la factibilidad del proyecto<br><br>4. Determinar el tiempo de recuperación de la inversión | Lista de cotejo<br>Ejercicios prácticos |

# CALIDAD Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

*PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE*

| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos |
|---|---|
| Aprendizaje basado por proyectos<br>Equipos colaborativos<br>Estudio de casos | Equipos de laboratorio<br>Software especializado<br>Pintarrón<br>Equipo de cómputo |

*ESPACIO FORMATIVO*

| Aula | Laboratorio / Taller | Empresa |
|---|---|---|
| | **X** | |

# CALIDAD Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

*CAPACIDADES DERIVADAS DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA*

| Capacidad | Criterios de Desempeño |
|---|---|
| Obtener datos técnicos de iluminación, distribución, instalaciones eléctricas y fuerza a través de mediciones y fichas técnicas para verificar las condiciones y requerimientos técnicos de operación. | Elabora un censo de cargas del sistema eléctrico que contenga como mínimo:<br><br>- Potencia, Voltaje, Número de Fases, Tipo de Conexión, Gráfica de Armónicos, Volts-Amperes por $m^2$ para iluminación |
| Probar los elementos de iluminación, distribución, instalaciones eléctricas y fuerza con equipo de pruebas técnicas para registrar la operación de los elementos. | Elabora un reporte de operación de cada elemento del sistema en el que se comparen los parámetros obtenidos contra los datos de fabricante, conteniendo aquellos que apliquen de la siguiente lista:<br><br>- Consumo en kW-h, niveles de iluminación, eficiencia, caída de tensión, balanceo de cargas, factor de potencia, calidad de la energía, aislamiento, entre otros |
| Determinar la operación de los sistemas eléctricos a través de diagramas, planos y disposiciones normativas, para establecer la eficiencia energética. | Realiza un reporte técnico que nos genere el diagnóstico de la eficiencia y calidad de la energía del sistema industrial. |
| Seleccionar los elementos de los sistemas eléctricos de acuerdo a la normatividad, catálogo de fabricantes y especificaciones de nuevas tecnologías, para la eficiente operación de la instalación. | Realiza un anteproyecto que muestre los beneficios técnico económicos al mejorar la eficiencia y calidad de la energía. |
| Determinar costos y beneficios de ahorro de energía eléctrica mediante el cálculo de las condiciones de los sistemas eléctricos empleando software especializado para proponer las mejoras al sistema eléctrico. | Elabora un análisis Costo-Beneficio que incluya el costo de inversión y tiempo de recuperación. |

| Capacidad | Criterios de Desempeño |
|---|---|
| Elaborar el proyecto de sistemas eléctricos con base en los resultados del cálculo y selección, para garantizar el ahorro de energía eléctrica. | Elabora una memoria técnica considerando elementos que proporcionen una mejor eficiencia en la utilización de la energía eléctrica y que contenga los planos eléctricos, cálculo y selección de elementos del sistema eléctrico, presupuesto económico y tiempos de ejecución. |

# CALIDAD Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA

*FUENTES BIBLIOGRÁFICAS*


| Autor | Año | Título del Documento | Ciudad | País | Editorial |
|---|---|---|---|---|---|
| J Schlabbach, D. Blume and T.Stephanblome | (2001) | *Voltage Quality in Electrical Power Systems* | Darmstadt | USA | Institution of Engineering & Technology ISBN: 978-0852969755 |
| Ahmed F Zobaa and Shady Hossam Eldeen Abdel Aleem | (2017) | *Power Quality in Future Electrical Power Systems* | London | UK | Institution of Engineering & Technology ISBN: 978-1785611230 |
| Roger C. Dugan, Mark F. McGranaghan, Surya Santoso, and H. Wayne Beaty | (2012) | *Electrical Power Systems Quality* | New York | USA | McGraw-Hill ISBN: 978-0071761550 |
| Enríquez Harper, Gilberto | (2007) | *El ABC de la calidad de la energía eléctrica.* | Distrito Federal | México | Limusa ISBN-9681857798, 9789681857790 |
| Eric Felice | (2001) | *Perturbaciones armónicas*. | Madrid | España | Paraninfo ISBN-9788428328272 |
| Toledano Gasca, José Carlos | (2000) | *Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas.* | Madrid | España | Paraninfo ISBN-9788428323772 |
| Enríquez Harper, Gilberto | (2006) | *La calidad de la energía en los sistemas eléctricos.* | Distrito Federal | México | Limusa ISBN-968186736X, 9789681867362 |
| De la Vega Ortega, Miguel | (2001) | *Problemas de ingeniería de puesta a tierra.* | Distrito Federal | México | Limusa ISBN-9681857763 |