


ASIGNATURA DE CALIDAD DE LA ENERGÍA

1. Competencias	Dirigir proyectos de ahorro y calidad de energía eléctrica, con base en un diagnóstico energético del sistema, para contribuir al desarrollo sustentable (medio ambiente, impacto ambiental, cambio climático, contaminación) a través del uso racional y eficiente de la energía.
2. Cuatrimestre	Quinto
3. Horas Teóricas	25
4. Horas Prácticas	65
5. Horas Totales	90
6. Horas Totales por Semana Cuatrimestre	6
7. Objetivo de aprendizaje	El alumno evaluará los efectos nocivos de las corrientes armónicas en los sistemas eléctricos mediante la utilización de estrategias de diagnóstico especializada, con base las normas y estándares aplicables, para minimizar su impacto económico y contribuir a la rentabilidad de la organización.

Unidades de Aprendizaje	Horas		
	Teóricas	Prácticas	Totales
I. Disturbios en el sistema eléctrico	4	8	12
II. Armónicos	8	22	30
III. Métodos de corrección en el índice de distorsión armónica	8	22	30
IV. Factor de potencia	5	13	18
Totales	25	65	90

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Energías Renovables	REVISÓ:		
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2014	

CALIDAD DE LA ENERGÍA


UNIDADES DE APRENDIZAJE

1. Unidad de aprendizaje	I. Disturbios en el sistema eléctrico
2. Horas Teóricas	4
3. Horas Prácticas	8
4. Horas Totales	12
5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje	El alumno determinará los disturbios que se generan en un sistema eléctrico industrial para evaluar los efectos que producen en el mismo.

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Introducción a los problemas de calidad de la energía eléctrica	<p>Describir los conceptos de: transitorios de impulso y transitorios oscilatorios, variaciones de voltaje de larga y de corta duración, desbalanceo en el voltaje, distorsión de la forma de onda y variaciones de la frecuencia.</p> <p>Explicar el procedimiento de evaluación de la calidad de la energía eléctrica.</p> <p>Identificar las normas y estándares nacionales e internacionales aplicables a la calidad de energía eléctrica: IEEE-519, NMX-J-ANCE-549, NOM-001-SEDE, NOM-029-STPS.</p>		<p>Capacidad de observación</p> <p>Responsabilidad</p> <p>Puntualidad</p> <p>Honestidad</p>
Interrupciones y depresiones del voltaje	Identificar las fuentes generadoras de depresiones e interrupciones de voltaje.	Estimar el comportamiento de las depresiones de voltaje.	<p>Capacidad de observación</p> <p>Responsabilidad</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Energías Renovables	REVISÓ:		
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2014	


Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Sobrevoltajes transitorios	<p>Identificar las fuentes de sobrevoltajes transitorios: switcheo de capacitores, descargas atmosféricas, ferrosresonancia.</p> <p>Identificar los dispositivos de protección contra sobrevoltajes: apartarayos, supresores de picos, transformadores de aislamiento, filtros pasabajas, acondicionadores de potencia de baja impedancia.</p>	Determinar las fuentes generadoras de sobrevoltajes transitorios en un sistema eléctrico.	Capacidad de observación Responsabilidad
Alambrado y puesta a tierra	<p>Definir el concepto de puesta a tierra.</p> <p>Identificar los componentes del sistema de puesta a tierra.</p> <p>Identificar los problemas comunes de alambrado y puesta a tierra.</p>	Proponer soluciones a problemas de los sistemas de alambrado y puesta a tierra.	Capacidad de observación Responsabilidad
Medición de la calidad de la energía eléctrica	<p>Reconocer los principios de operación de los instrumentos de medición eléctrica: Multímetros, osciloscopios, analizadores de armónicos, registradores de eventos transitorios, resistencia a tierra.</p>	Interpretar el reporte de las mediciones de calidad de la energía.	Capacidad de observación Responsabilidad Puntualidad

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Energías Renovables	REVISÓ:		
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2014	

CALIDAD DE LA ENERGÍA

PROCESO DE EVALUACIÓN

Resultado de aprendizaje	Secuencia de aprendizaje	Instrumentos y tipos de reactivos
Elabora, a partir de un caso práctico, un reporte que incluya: - Los disturbios eléctricos generados en el sistema, con la explicación de sus causas, y los efectos que producen en los componentes del sistema, basado en la norma y/o estándar aplicable	1.- Comprender los conceptos de disturbios eléctricos 2.- Interpretar la normatividad nacional e internacional aplicable en proyectos de calidad de la energía eléctrica 3.- Identificar los disturbios eléctricos 4.- Comprender las causas de los disturbios eléctricos 5.- Establecer los efectos de los disturbios eléctricos en el sistema eléctrico y en cada uno de los componentes	Caso práctico Lista de cotejo

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Energías Renovables	REVISÓ:		
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2014	


CALIDAD DE LA ENERGÍA

PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos
Equipos colaborativos Análisis de casos Tareas de investigación	Medios audiovisuales Internet software de simulación (como: Multisim o PSIM) Equipos de laboratorio (multímetro, osciloscopio, analizador de la calidad de energía, generador de funciones, fuentes de alimentación) Pintarrón Proyector de videos Equipos de cómputo

ESPACIO FORMATIVO

Aula	Laboratorio / Taller	Empresa
	X	


ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Energías Renovables	REVISÓ:		
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2014	

CALIDAD DE LA ENERGÍA

UNIDADES DE APRENDIZAJE

1. Unidad de aprendizaje	II. Armónicos
2. Horas Teóricas	8
3. Horas Prácticas	22
4. Horas Totales	30
5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje	El alumno determinará los índices de distorsión armónica y las fuentes de ellos para diagnosticar la afectación que está sucediendo en el sistema eléctrico.


Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Distorsión armónica	Definir los conceptos de: distorsión armónica en voltaje y corriente, condiciones no sinusoidales; Potencia de distorsión; Factor de potencia (de desplazamiento y real); Secuencias armónicas de fase (positiva, negativa y cero).	Calcular las potencias de un sistema eléctrico: real, aparente, reactiva y de desplazamiento. Diagnosticar la operación de un sistema eléctrico.	Trabajo en equipo Capacidad de observación
Índices de distorsión armónica	Definir los conceptos de: Distorsión armónica total (THD); Distorsión de demanda total (TDD); Distorsión armónica Individual (IHD) en base a la normatividad vigente sobre armónicas.	Medir la afectación armónica de un sistema eléctrico, en base a los índices de distorsión armónica total e individual. Determinar el cumplimiento de normas y estándares del sistema eléctrico.	Trabajo en equipo Capacidad de observación
Fuentes de armónicas	Definir las fuentes de armónicas: cargas comerciales, cargas industriales.	Diagnosticar las cargas eléctricas que proporcionan armónicas al sistema eléctrico, en base al censo de cargas, de acuerdo a los parámetros establecidos en normas y estándares.	Trabajo en equipo Capacidad de observación

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Energías Renovables	REVISÓ:		
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2014	

CALIDAD DE LA ENERGÍA

PROCESO DE EVALUACIÓN

Resultado de aprendizaje	Secuencia de aprendizaje	Instrumentos y tipos de reactivos
Elabora a partir de un caso práctico, un reporte que incluya: - Índices de distorsión armónica de la instalación - Comparación de los índices de distorsión armónica contra las normatividades y estándares aplicables - Determinación de las fuentes de generación de las armónicas en el sistema	1.- Comprender los conceptos de potencia real, aparente, reactiva y de desplazamiento 2.- Comprender los conceptos de las distorsiones individual, total y de demanda 3.- Analizar los índices de distorsión armónica 4.- Interpretar la normatividad y estándares en distorsión armónica 5.- Determinar las fuentes de distorsión armónica	Caso práctico Lista de cotejo

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Energías Renovables	REVISÓ:		
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2014	


CALIDAD DE LA ENERGÍA

PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos
Equipos colaborativos Análisis de casos Tareas de investigación	Medios audiovisuales Internet Software de simulación (como: Multisim o PSIM) Equipos de laboratorio (multímetro, osciloscopio, analizador de la calidad de energía, generador de funciones, fuentes de alimentación) Pintarrón Proyector de videos Equipos de cómputo

ESPACIO FORMATIVO

Aula	Laboratorio / Taller	Empresa
	X	


ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Energías Renovables	REVISÓ:		
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2014	

CALIDAD DE LA ENERGÍA

UNIDADES DE APRENDIZAJE

1. Unidad de aprendizaje	III. Métodos de corrección en el índice de distorsión armónica
2. Horas Teóricas	8
3. Horas Prácticas	22
4. Horas Totales	30
5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje	El alumno modificará el efecto que la distorsión armónica tiene en el sistema eléctrico para lograr una adecuada calidad de la energía eléctrica.


Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Filtros	Definir los principios para controlar armónicas mediante la conexión de filtros pasivos, activos e híbridos.	Modificar la respuesta en frecuencia de un sistema con armónicas.	Responsabilidad Puntualidad Honestidad
Conexión de transformadores y transformadores con Factor K	Describir las conexiones de transformadores en zig-zag y el factor K en transformadores especiales.	Realizar la conexión de transformadores en zig-zag.	Responsabilidad Puntualidad Honestidad
Sobredimensionamiento del conductor neutro	Definir el concepto de armónicas triples.	Calcular el neutro de un sistema.	Responsabilidad Puntualidad Honestidad

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Energías Renovables	REVISÓ:		
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2014	

CALIDAD DE LA ENERGÍA

PROCESO DE EVALUACIÓN

Resultado de aprendizaje	Secuencia de aprendizaje	Instrumentos y tipos de reactivos
<p>Elabora un reporte técnico a partir de un proyecto que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none">- La solución al problema de distorsión armónica ya determinado en una instalación eléctrica- Especificaciones de los componentes seleccionados- Diagramas de conexión	<ol style="list-style-type: none">1.- Identificar los filtros empleados en la atenuación de la distorsión armónica, pasivos y activos2.- Identificar las especificaciones de los transformadores en zig-zag y con diseño de Factor K3.- Evaluar el equipo de atenuación de la distorsión armónica4.- Calcular el calibre del conductor neutro para evitar el sobrecalentamiento del mismo debido a la presencia de armónicos en el sistema	<p>Proyecto Lista de cotejo</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Energías Renovables	REVISÓ:		
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2014	


CALIDAD DE LA ENERGÍA

PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos
Equipos colaborativos Análisis de casos Tareas de investigación	Medios audiovisuales Internet Software de simulación (como: Multisim o PSIM) Equipos de laboratorio (multímetro, osciloscopio, analizador de la calidad de energía, generador de funciones, fuentes de alimentación) Pintarrón Proyector de videos Equipos de cómputo

ESPACIO FORMATIVO

Aula	Laboratorio / Taller	Empresa
	X	


ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Energías Renovables	REVISÓ:		
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2014	

CALIDAD DE LA ENERGÍA

UNIDADES DE APRENDIZAJE

1. Unidad de aprendizaje	IV. Factor de potencia
2. Horas Teóricas	5
3. Horas Prácticas	13
4. Horas Totales	18
5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje	El alumno evaluará la relación costo-beneficio de un proyecto de corrección de factor de potencia para evaluar el impacto económico y técnico de su modificación


Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Bancos de capacitores fijos	Explicar el comportamiento del factor de demanda a través de un periodo de tiempo al conectar un banco de capacitores fijos.	Calcular el costo de instalación de un banco de capacitores fijo, así como la modificación resultante en el costo total del suministro eléctrico.	Trabajo en equipo Responsabilidad Puntualidad Disciplina
Bancos de capacitores automáticos	Definir el comportamiento del factor de demanda a través de un periodo de tiempo al conectar un banco de capacitores automático.	Calcular el costo de instalación de un banco de capacitores automático, así como la modificación resultante en el costo total del suministro eléctrico.	Trabajo en equipo Responsabilidad Puntualidad Disciplina

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Energías Renovables	REVISÓ:		
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2014	

CALIDAD DE LA ENERGÍA

PROCESO DE EVALUACIÓN

Resultado de aprendizaje	Secuencia de aprendizaje	Instrumentos y tipos de reactivos
Elabora, a partir de un caso práctico, un reporte que incluya: - Comparativo de las características técnicas de los bancos de capacitores fijos y automáticos - Costo de instalación del banco de capacitores - Costo total del suministro de energía eléctrica - Cálculo de la tasa de retorno de inversión del proyecto	1.- Definir los conceptos de factor de potencia, banco de capacitores fijo, banco de capacitores automático 2.- Determinar las características técnicas del banco de capacitores 3.- Calcular los costos de la energía eléctrica antes y después de modificar el valor de factor de potencia del sistema eléctrico 4.- Calcular la tasa de retorno de inversión, al modificar el factor de potencia en la instalación eléctrica	Caso práctico Lista de cotejo

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Energías Renovables	REVISÓ:		
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2014	


CALIDAD DE LA ENERGÍA

PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos
Equipos colaborativos Análisis de casos Tareas de investigación	Medios audiovisuales Internet Software de simulación (como: Multisim o PSIM) Equipos de laboratorio (multímetro, osciloscopio, analizador de la calidad de energía, generador de funciones, fuentes de alimentación) Pintarrón Proyector de videos Equipos de cómputo

ESPACIO FORMATIVO


Aula	Laboratorio / Taller	Empresa
	X	

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Energías Renovables	REVISÓ:		
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2014	

CALIDAD DE LA ENERGÍA

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


Capacidad	Criterios de Desempeño
<p>Monitorear la carga y demanda eléctrica instalada mediante el análisis de información técnica de los sistemas eléctricos para generar la estadística del consumo eléctrico total de los sistemas.</p>	<p>Elabora un reporte técnico que contenga la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demanda máxima y por periodo - Características de potencia eléctrica (real, aparente, reactiva y de distorsión) - Índice de distorsión de la señal eléctrica (THD, IHD) - Factor de potencia aparente y de distorsión - Voltajes y corrientes - Transitorios - Diagrama unifilar - Frecuencia - Análisis de protecciones
<p>Determinar la eficiencia eléctrica de los equipos mediante el análisis del reporte técnico de los sistemas comparando con las características del fabricante para cumplir con las políticas de la empresa las normas y estándares establecidos.</p>	<p>Elabora un inventario que contenga la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparativo de los equipos eléctricos por área - Suministro Eléctrico - Sistema de Control y protección Eléctrica - Sistema de Iluminación - Sistema de Fuerza.
<p>Evaluar áreas susceptibles de mejora analizando el reporte de eficiencia eléctrica y funcionalidad del proceso para plantear el alcance del proyecto considerando la normatividad y políticas de la empresa.</p>	<p>Elabora dictamen que integre los resultados del análisis comparativo de monitoreo eléctrico, condiciones de operación del proceso, estadística del consumo, normatividad (legal, ambiental, seguridad, instalaciones, equipo); proponiendo las áreas susceptibles de mejora y el alcance del proyecto.</p>
<p>Proponer acciones para efficientar el proceso considerando los estándares de eficiencia y empleando la metodología de elaboración de proyectos, para cumplir los requerimientos de la empresa.</p>	<p>Elabora propuesta que incluya: especificaciones técnicas de equipo, análisis costo beneficio, retorno de inversión, condiciones de configuración y operación.</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Energías Renovables	REVISÓ:		
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2014	

CALIDAD DE LA ENERGÍA

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Autor	Año	Título del Documento	Ciudad	País	Editorial
Llamas Terrés, A. R., Acevedo Porras, S., Baez Moreno, J. A.	(2004)	<i>Armónicas en sistemas eléctricos industriales</i>	México, D.F.	México	Innovación Editorial Lagares de México
IEEE	(1993)	<i>519-1992 IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems</i>	Oakland	USA	IEEE
Arrillaga, J Watson, N	(2003)	<i>Power System Harmonics</i>	Ney York	USA	Wiley
Enríquez Harper, G.	(2009)	<i>El ABC de la calidad de la energía eléctrica</i>	México D.F	México	LIMUSA

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Energías Renovables	REVISÓ:		
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2014	