

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Control Supervisorio
<b>Clave de la asignatura:</b>	PLi-1703
<b>SATCA<sup>1</sup></b>	3-4-7
<b>Carrera:</b>	Profesional Asociado en Energía Eléctrica

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

La asignatura Control Supervisorio tiene el propósito de aportar al estudiante las herramientas necesarias para configurar, programar y operar los equipos de control involucrados en la supervisión y operación tanto local como remota involucrados en los procesos de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica. Así como la capacidad de elaborar la base de datos (de los equipos de control, medición, protección y equipo eléctrico primario) que cumpla con los requerimientos mínimos para la adecuada supervisión y operación de los procesos mencionados anteriormente.

Proporciona los conocimientos básicos para proponer el enlace comunicación adecuado para la obtención y transmisión de los datos requeridos para la supervisión y operación.

Control Supervisorio aporta al estudiante habilidades para configurar y programar las señales requeridas por los equipos de control provenientes de los equipos de medición y protección, haciendo énfasis en obtener mediciones que proporcionen parámetros de Calidad de Energía. El estudiante conoce la normatividad aplicable al proceso de control.

La importancia de esta asignatura es que el estudiante aprende a interactuar con todos los procesos lo cual le permite desarrollarse en diversos ámbitos y es motivado al estudio de nuevas tecnologías de adquisición y procesamiento de datos y comunicación para aplicarlas en su entorno laboral.

Control Supervisorio se relaciona con las asignaturas de Circuitos Eléctricos, Legislación en Materia Eléctrica, Transformadores, Electrónica para Supervisión Control y Protección, Calidad y uso Eficiente de la Energía Eléctrica, Subestaciones Eléctricas de Potencia, Instalaciones Eléctricas Industriales y Protecciones Eléctricas.

### Intención didáctica

La asignatura está diseñada para que se aborden los contenidos de manera concreta y clara de manera que facilite que al estudiante la adquisición de las competencias genéricas y específicas.

La asignatura debe ser tratada en su mayor parte con un enfoque práctico. La extensión y la profundidad de los temas 1, 2 y 8 promueven la conceptualización y en el resto de los temas se utilizarán ejemplos, videos, fotografías, tareas, empleo de simuladores, demostraciones con actividades prácticas, y con equipo de control, de medición, de

protecciones y de comunicación.

El contenido de los temas contempla también proporcionar los conocimientos necesarios para la toma de decisiones.

En el primer tema, Introducción a los Sistemas de Control, se adquieren los conceptos básicos y se menciona la terminología aplicable a los sistemas de control y comunicación.

En el segundo tema se mencionan los principales estándares, normas y especificaciones de equipo de control, de comunicaciones, protecciones, medición y equipo eléctrico primario.

En el tercer tema se recuerdan los principios básicos de la adquisición y acondicionamiento de las señales, y realiza un ejercicio para obtener la tensión (kilo volts) de la fase b de un alimentador a partir de una salida del sensor V/I en mili amperes ma) y se realizan prácticas con conexión de equipo de medición mediante interfaces 485 / 232.

El cuarto tema proporciona el conocimiento de los protocolos de comunicación y el estudiante lo aplica al realizar un ejercicio en donde debe interpretar un mensaje en protocolo DNP3.0., en este tema se comenta también IEC61850 estándar para la automatización de las subestaciones.

El quinto tema, Sistemas SCADA, ha sido estructurado de tal manera que se transmita al estudiante el conocimiento de la arquitectura, funcionamiento y componentes de un sistema de adquisición de datos, se elaboran diagramas a bloques del así mismo se ejecuta la realización de bases de datos y se ejercita la configuración y programación de los dispositivos de medición y protección.

El sexto tema, Sistema de Seccionamiento automático de la Red de Distribución, se elaboró de manera similar al quinto tema, cuidando la adecuada continuidad al tema anterior, en este tema se involucra al equipo eléctrico correspondiente y se realiza elaboración de bases de datos y prácticas ejercitando los conocimientos adquiridos, integrando bases de datos, el estudiante debe ser capaz de visualizar el costo operativo de no contar con un enlace de comunicación en un sistema de supervisión control y adquisición de datos.

Monitoreo de la Calidad de la Energía Eléctrica es el tema 7, en este tema se pone en práctica el conocimiento adquirido en la asignatura Calidad y Uso Eficiente de la Energía Eléctrica y se le muestra al estudiante como seleccionar el equipo de medición para optimizar el uso de los recursos económicos.

El tema 8 se refiere a Redes Inteligentes, en el cual se le proporcionan al estudiante los conceptos básicos y se le fomenta al estudio de nuevas tecnologías de adquisición, procesamiento de datos y comunicación.

Se deben resaltar en la asignatura actividades como visitas a empresas y realización de

prácticas para el desarrollo de las competencias genéricas.

El docente debe desempeñar un papel que promueva en todo momento la realización de ejercicios y ejemplos haciendo hincapié en el desarrollo de prácticas con equipo. Cuidando en todo momento que el estudiante alcance el nivel correcto de conocimientos y habilidades correspondientes a cada tema, teniendo especial cuidado en transmitir al estudiante la importancia de la interrelación de la asignatura Control Supervisorio con el resto de los procesos, lo cual se observa con las asignaturas con que se relaciona Control Supervisorio, muy especialmente con Protecciones Eléctricas, Circuitos Eléctricos, Calidad y uso eficiente de la Energía Eléctrica y Subestaciones Eléctricas de Potencia. Por lo cual el docente debe fomentar y estimular en el estudiante el trabajo en equipo así como motivar su inquietud a mantenerse actualizado y con una actitud proactiva en todo momento.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Aguascalientes en mayo de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Culiacán, Durango, La Laguna y Morelia.	Reunión de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de los Programas Educativos de Profesional Asociado en Energías Renovables y Profesional Asociado en Energía Eléctrica.
Instituto Tecnológico de La Laguna en junio de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Culiacán, Durango, La Laguna y Morelia.	Reunión de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de los Programas Educativos de Profesional Asociado en Energías Renovables y Profesional Asociado en Energía Eléctrica.
Instituto Tecnológico de La Laguna en septiembre de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Durango y La Laguna.	Reunión de Consolidación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de los Programas Educativos de Profesional Asociado en Energías Renovables y Profesional Asociado en Energía Eléctrica.

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquiere los conceptos básicos y conoce la terminología aplicable a los sistemas de control y comunicación.</li> <li>• Conoce y revisa los principales estándares, normas y especificaciones de equipo de control, de comunicaciones, protecciones, medición y equipo eléctrico primario.</li> <li>• Recuerda los principios básicos de la adquisición y acondicionamiento de las señales y los aplica en un ejercicio y conecta equipo de medición mediante interfaces 485 / 232.</li> <li>• Adquiere conocimiento de los protocolos de comunicación y lo aplica al realizar un ejercicio en donde debe interpretar un mensaje en protocolo DNP3.0.</li> <li>• Conoce lo referente a</li> <li>• Obtiene el conocimiento de los Sistemas de supervisión control y adquisición de datos, elabora diagramas a bloques, realiza bases de datos y ejercita la configuración y programación de los dispositivos de medición y protección.</li> <li>• Elabora bases de datos de equipos de control y elabora un diagrama unifilar.</li> <li>• Analiza el costo operativo de no contar con un enlace de comunicación en un sistema de supervisión control y adquisición de datos y discute alternativas.</li> <li>• Practica el conocimiento adquirido en la asignatura Calidad y Uso Eficiente de la Energía Eléctrica así como en los temas de esta asignatura y detecta de manera práctica equipos de medición y protección que no proporcionan parámetros de calidad de la energía eléctrica, Selecciona el Dispositivo de medición según el punto en donde se instalará de tal manera que se haga el mejor uso de los recursos.</li> <li>• Conoce los conceptos básicos de Redes Inteligentes y reafirma la necesidad del estudio de nuevas tecnologías de adquisición, procesamiento de datos y comunicación.</li> </ul>

#### 5. Competencias Previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica la destreza adquirida en la asignatura Circuitos Eléctricos en el manejo de instrumentos especiales de medición en la obtención e interpretación de variables eléctricas.</li> <li>• Aplica el conocimiento referente a circuitos eléctricos en corriente directa, mediante las leyes de Ohm y Kirchhoff, de nodos y de mallas adquirido en la asignatura de Electricidad y Magnetismo.</li> <li>• Maneja software matemático para graficar funciones, calcular límites y derivadas, lo cual adquirió en la asignatura Matemáticas Aplicadas II.</li> <li>• Conoce las partes del transformador adquirido en la asignatura Transformadores y lo aplica en la elaboración de base de datos.</li> <li>• Identifica las protecciones del transformador conocimiento adquirido en la asignatura Transformadores, y lo aplica en la elaboración de las bases de datos.</li> <li>• Aplica los conocimientos básicos adquiridos en la asignatura Calidad y Uso Eficiente de la Energía Eléctrica y lo utiliza en la configuración de medidores.</li> </ul>
---

- Aplicar los conocimientos adquiridos en la asignatura Electrónica para Control supervisión y protección y lo aplica para comprender el funcionamiento de los equipos de control comunicación protección y medición, así mismo para realizar las prácticas concernientes a esos equipos.
- Conoce el equipo eléctrico primario de una subestación eléctrica de potencia conocimiento adquirido en la asignatura Subestaciones Eléctricas de Potencia, lo cual aplica específicamente en los temas 5 y 6 de esta asignatura lo cual es base fundamental para la toma de decisiones.
- Realiza prácticas en campo cumpliendo con las normas de seguridad establecidas, las cuales adquirió en la asignación Higiene y Seguridad Industrial.

## 6. Temario

Unidad	Temas	Subtemas
1	Introducción a los Sistemas de Control	1.1 Control supervisorio. 1.1.1 Evolución de los sistemas de control 1.1.2 Controlador lógico Programable PLC 1.1.3 Sistema de Control Distribuido DSC 1.1.4 Control Supervisorio y Adquisición de Datos SCADA 1.2 Terminología 1.2.1 Estación Maestra/Remota 1.2.2 Unidad Terminal Remota UTR 1.2.3 Mapeo 1.2.4 Nivel de Implementación 1.2.5 Protocolo 1.2.6 SCADA 1.2.7 Sistema Abierto 1.2.8 DEI's 1.2.9 Módulos Distribuidos 1.2.10 Tiempo Real 1.2.11 Estampa de tiempo 1.2.12 Interface Hombre Máquina HMI
2	Normas que aplican	2.1 Normatividad principal aplicada a equipos de control supervisión y adquisición de datos. 2.2 Normatividad principal aplicada a medidores. 2.3 Normatividad principal aplicada a equipo de Comunicaciones. Normatividad principal aplicada a equipos de seccionamiento (interruptor, restaurador).
3	Manejo de datos.	3.1 Principios de Instrumentación virtual. 3.2 Acondicionamiento de las Señales 3.3 Sensores 3.4 Transductores 3.5 Adquisición de señales 3.6 Módulo de Alarmas

		3.7 Módulo de Indicaciones 3.8 Módulo de Analógicos 3.9 Módulo de Salidas de Control 3.10 Dispositivos de Medición 3.11 Puntos Calculados 3.12 Adquisición de datos (Labview, entre otros). 3.13 Visualización de parámetros eléctricos. 3.14 Interfaces de datos. 3.15 RS232 3.16 RS485 3.17 Fibra Óptica
4	Protocolos de comunicación	4.1 Introducción a los protocolos de comunicación 4.1.1 Definición 4.1.2 Sincronización 4.1.3 DTE/DCE 4.1.4 Protocolos orientados a bit/byte 4.2 Protocolo DNP3 4.2.1 Introducción 4.2.2 Niveles de implementación 4.2.3 Interoperabilidad 4.2.4 Características 4.2.5 Barrido 4.2.6 Maestro / Esclavo 4.2.7 Interpretación de mensaje 4.3 IEC61850 estándar para la automatización de las subestaciones. 4.3.1 Generalidades 4.3.2 Diagrama simplificado de comunicación. 4.3.3 Mensaje Goose contra cableado convencional.
5	Sistemas SCADA	5.1 Introducción 5.1.1 Generalidades 5.1.2 Características mínimas de un SCADA 5.1.3 Tiempo real 5.1.4 Diagrama a bloques de una subestación 5.2 Arquitectura del sistema SCADA 5.3 Funciones de un sistema SCADA 5.3.1 Adquisición de datos 5.3.2 Supervisión 5.3.2.1 Estampa de tiempo 5.3.2.2 Indicaciones 5.3.2.3 Alarmas

		<ul style="list-style-type: none"> <li>5.3.2.4 Tratamiento y Niveles de alarma</li> <li>5.3.2.5 Cambios de estado</li> <li>5.3.2.6 Mediciones</li> <li>5.3.3 Control: Abrir/Cerrar y recierres.</li> <li>5.3.4 Otras funcionalidades <ul style="list-style-type: none"> <li>5.3.4.1 Base de datos</li> <li>5.3.4.2 Históricos</li> <li>5.3.4.3 Control estadístico</li> </ul> </li> <li>5.4 Toma de decisiones.</li> <li>5.5 Componentes de un sistema SCADA <ul style="list-style-type: none"> <li>5.5.1 Diagrama a bloques SCADA</li> <li>5.5.2 Central Maestra <ul style="list-style-type: none"> <li>5.5.2.1 Arquitectura</li> <li>5.5.2.2 Características</li> <li>5.5.2.3 Software SCADA</li> <li>5.5.2.4 Interfaz Humano Máquina IHM</li> <li>5.5.2.5 Filosofía de operación</li> <li>5.5.2.6 Configuración Base de datos</li> </ul> </li> <li>5.5.3 Unidad Terminal Remota de subestación <ul style="list-style-type: none"> <li>5.5.3.1 Arquitectura</li> <li>5.5.3.2 Características</li> <li>5.5.3.3 Puertos de comunicación / Configuración / diagnóstico</li> <li>5.5.3.4 Configuración base de datos</li> <li>5.5.3.5 Configuración canales de comunicación</li> </ul> </li> <li>5.5.4 Dispositivos Electrónicos Inteligentes DEI's <ul style="list-style-type: none"> <li>5.5.4.1 Solución para las necesidades del sistema eléctrico</li> <li>5.5.4.2 Funcionalidad</li> <li>5.5.4.3 Contexto de aplicación</li> <li>5.5.4.4 DEI's de medición</li> <li>5.5.4.5 DEI's de protección</li> <li>5.5.4.6 Puertos de comunicación / Configuración / diagnóstico</li> <li>5.5.4.7 Configuración base de datos de DEI's</li> <li>5.5.4.8 Conexión DEI's</li> </ul> </li> <li>5.5.5 Señales provenientes de campo <ul style="list-style-type: none"> <li>5.5.5.1 Tablero de control</li> <li>5.5.5.2 Tablero de interposición</li> </ul> </li> <li>5.5.6 Diagrama a bloques de una subestación</li> </ul> </li> </ul>
--	--	---



		<p>5.5.7 Enlace de comunicación</p> <p>5.5.7.1 Consideraciones</p> <p>5.5.7.2 Tiempos de barrido</p> <p>5.5.7.3 Selección del medio de comunicación</p> <p>5.5.7.4 Criterios de selección</p> <p>5.5.7.5 Tipo de enlace</p> <p>5.5.8 Aterrizamiento de los gabinetes de control/protección y medición.</p> <p>5.6 Topologías Sistemas SCADA</p> <p>5.6.1.1 Definición</p> <p>5.6.1.2 Punto a punto</p> <p>5.6.1.3 Punto a multipunto</p> <p>5.6.1.4 Multipunto a multipunto</p> <p>5.6.1.5 Líneas - Nodos</p> <p>5.7 PLC vs UTR</p> <p>5.8 Seguridad (Sistema maestro, remoto y amenazas)</p> <p>5.9 Aplicaciones en las Subestaciones Eléctricas.</p>
6	Sistema de Seccionamiento automático de la Red de Distribución	<p>6.1 Introducción</p> <p>6.2 Equipo Eléctrico involucrado.</p> <p>6.2.1 Sensores</p> <p>6.2.2 Restauradores</p> <p>6.2.3 Seccionalizadores</p> <p>6.2.4 Apartarrays</p> <p>6.3 Unidad Central Maestra de Distribución</p> <p>6.3.1 Características</p> <p>6.3.2 Base de datos</p> <p>6.3.2.1 Consideraciones</p> <p>6.3.2.2 Líneas nodos</p> <p>6.3.2.3 Mapeo</p> <p>6.3.3 Configuración canales de comunicación</p> <p>6.3.3.1 Tiempos de barrido</p> <p>6.3.3.2 Tipo de barrido</p> <p>6.4 Unidad Terminal Remota de subestación</p> <p>6.4.1 Consideraciones</p> <p>6.4.2 Configuración base de datos</p> <p>6.4.3 Configuración canales de comunicación</p> <p>6.5 Punto de Seccionamiento</p> <p>6.5.1 Definición</p> <p>6.5.2 Función</p> <p>6.5.2.1 Diagrama a bloques</p> <p>6.5.2.2 Equipo de seccionamiento</p>



		6.5.2.3 Sensores Tensión Corriente 6.5.2.4 Esquema 6.5.2.5 Sistema de comunicación 6.5.3 Aterrizamiento de un punto de seccionamiento 6.5.4 Desempeño de un punto de seccionamiento 6.6 Unidad terminal remota 6.6.1.1 Unidad Terminal Remota de poste UTRp 6.6.1.2 Restaurador como UTRp 6.6.1.3 Adquisición y procesamiento de datos 6.6.1.4 Puertos de comunicación y configuración 6.7 Enlace de comunicación 6.7.1 Criterios de eficiencia de comunicaciones 6.7.2 Selección del medio de comunicación 6.7.3 Pruebas de comunicación 6.8 Conceptos de automatismo 6.9 Filosofía de automatismo 6.10 Automatismo en redes de distribución 6.10.1 Automatismo con comunicación 6.10.2 Automatismo sin comunicación
7	Monitoreo de la calidad de la Energía Eléctrica	7.1 Introducción 7.2 Selección, ubicación y Costo del DEI adecuado. 7.2.1 Medidores sin parámetros de calidad de la energía eléctrica 7.2.2 Medidores con parámetros de calidad de la energía eléctrica. 7.3 Configuración de los parámetros de calidad. 7.4 Concentradores de datos 7.5 Monitoreo y control de parámetros de calidad de la Energía. 7.6 Índices de calidad de la energía eléctrica
8	Redes Inteligentes	8.1 Introducción 8.1.1 Redes Eléctricas Inteligentes REI 8.1.2 EMS 8.1.3 MMS 8.1.4 DMS 8.1.5 OMS 8.1.6 AMI 8.2 Empleo de tecnologías de administración y adquisición de datos.

		8.2.1	Requerimientos
		8.2.2	Objetivo

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1. Introducción a los Sistemas de Control	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquiere los conceptos básicos y conocer la terminología aplicable a los sistemas de control que le permitan su aplicación en la industria.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita.</li> <li>• Capacidad para organizar y planificar el tiempo.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad de investigación.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información de fuentes diversas.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar al menos dos aplicaciones industriales en donde se empleen controladores lógicos programables.</li> <li>• Investigar un ejemplo de un sistema de control abierto.</li> <li>• Dialogo discusión acerca de la definición de tiempo real.</li> </ul>
Tema 2. Normas que aplican	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce e interpretar las principales normas, estándares y especificaciones de equipo de control, de protecciones, de medición y equipo eléctrico primario.</li> <li>• Comenta la importancia del conocimiento de normas y especificaciones para su aplicación en la adquisición de equipos.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar dos normas ANSI referentes a equipo de control.</li> <li>• Comentar la diferencia entre normas oficiales y especificaciones CFE.</li> <li>• Mesa redonda comentando las normas oficiales mexicanas para la industria de telecomunicaciones.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para organizar y planificar el tiempo.</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación</li> <li>• Capacidad de investigación.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>• Capacidad para tomar decisiones</li> </ul>	
<b>Tema 3. Manejo de datos</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p><b>Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuerde los principios básicos de la adquisición y acondicionamiento de las señales que adquirió en asignatura anterior para comprender y analizar el acondicionamiento de las señales eléctricas para aplicarlas en los sistemas de control.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Capacidad para organizar y planificar el tiempo.</li> <li>• Capacidad de investigación.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad para actuar en nuevas situaciones.</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Compromiso con la calidad.</li> <li>• Capacidad para tomar decisiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar un diagrama a bloques mostrando a la salida la unidad de potencia eléctrica watt.</li> <li>• conexión de equipo de medición mediante interfaces 485 / 232.</li> <li>• Obtener el valor de ingeniería en kilovolts, a partir de una entrada analógica proveniente de un sensor de V/I.</li> </ul>

Tema 4. Protocolos de comunicación	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p><b>Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquiere los conceptos de los protocolos de comunicación para su aplicación en la operación de los sistemas de control.</li> <li>• Comprende la importancia de saber analizar los mensajes de comunicación para aplicarlo en la solución de problemas.</li> <li>• Conoce los conceptos básicos acerca del estándar para la automatización de las subestaciones eléctricas.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Capacidad para organizar y planificar el tiempo.</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación</li> <li>• Capacidad de investigación.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información de fuentes diversas.</li> <li>• Capacidad para actuar en nuevas situaciones.</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>• Capacidad para tomar decisiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corregir un mensaje de comunicación de radio, en donde se observa que el mensaje no es recibido por el equipo remoto.</li> <li>• Ejecutar un mensaje en protocolo DNP3.0, empleando el simulador de protocolos, con estampa de tiempo e identificar las partes que lo integran</li> <li>• Debatar en equipo las ventajas y desventajas del IEC 61850</li> <li>• En base a la observación de un diagrama a bloques simplificado, el docente integrará una mesa redonda en donde se debatirá acerca de las diferencias de emplear Mensaje Goose contra el cableado convencional de protecciones.</li> </ul>

<b>Tema 5. Sistemas SCADA</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p><b>Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtiene el conocimiento de la arquitectura, funcionamiento y componentes de los Sistemas de supervisión control y adquisición de datos.</li> <li>• Elabora diagramas a bloques de un sistema de control</li> <li>• Comprende obtiene y realiza bases de datos del equipo de control a partir de diagramas esquemáticos y diagramas de protecciones.</li> <li>• Ejercita la configuración de la base de datos y programación del protocolo de comunicación de los dispositivos de medición y protección.</li> </ul> <p>Todo lo anterior con el fin de aplicarlos en los sistemas de supervisión control y adquisición de datos del entorno laboral en que se desempeñe.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Capacidad para organizar y planificar el tiempo.</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación</li> <li>• Capacidad de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información de fuentes diversas.</li> <li>• Capacidad para actuar en nuevas situaciones.</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bosquejar un diagrama a bloques de un sistema SCADA con solo un equipo maestro y mínimo 3 subestaciones eléctricas.</li> <li>• Bosquejar un diagrama a bloques de un sistema SCADA en donde se observen al menos una unidad central maestra, dos unidades terminales remotas de subestación eléctricas, indicando a bloques la fuente de donde provienen las señales de campo y de los dispositivos de medición y protección.</li> <li>• Elaborar la base de datos de una unidad terminal remota de subestación, que contenga la información obtenida de al menos un transformador y dos alimentadores, deberá contemplar al menos 12 mediciones eléctricas por alimentador, y la señalización de las protecciones básicas de los elementos anteriores. Así como dos salidas de control para cada alimentador.</li> </ul>

<p>resolver problemas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>Capacidad para tomar decisiones.</li> </ul>	
<b>Tema 6. Sistema de Seccionamiento Automático de la Red de Distribución</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Obtiene el conocimiento requerido de los equipos eléctricos involucrados en el control de la red de distribución eléctrica.</li> <li>Diferencia las características de una unidad central maestra de la red de distribución con una unidad central maestra que supervisa subestaciones y líneas de alta tensión.</li> <li>Obtiene y aplica el conocimiento de punto de seccionamiento.</li> <li>Observa las ventajas o desventajas de emplear una unidad terminal remota de poste o un restaurador en el punto de seccionamiento</li> <li>Obtiene los criterios para seleccionar el mejor enlace de comunicación, deducir la importancia de una configuración adecuada de los canales de comunicación y Analizar el costo operativo de no contar con un enlace de comunicación en un sistema de supervisión control y adquisición de datos.</li> <li>Discute alternativas para aplicarlos en los sistemas de supervisión control y adquisición de datos en una red de distribución eléctrica o un entorno similar.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>Capacidad para organizar y planificar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dibujar a bloques un sistema de seccionamiento de una red de distribución en donde se ilustren todos los componentes del sistema.</li> <li>Elaborar la secuencia de operación para detectar una falla, aislar la sección fallada y restablecer la sección no involucrada en la falla, en una red de distribución en donde se cuenta con comunicación, mostrando paso a paso las secuencias, indicando los parámetros de protección, las posibles rutas de restablecimiento y las condiciones requeridas.</li> <li>En equipo planear y plasmar en un documento la configuración de los canales de comunicación de un sistema maestro seleccionando al menos 3 medios de comunicación. cada uno de ellos con 5 subestaciones remotas, de las cuales se dará prioridad de supervisión a 2 de las 5 subestaciones de cada canal</li> <li>Debatir en grupo las diferencias de un sistema de restablecimiento de falla en donde se cuenta con comunicación con un sistema de restablecimiento de falla en donde no se cuenta con comunicación.</li> </ul>

<p>el tiempo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación</li> <li>• Capacidad de investigación</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información de fuentes diversas.</li> <li>• Capacidad para actuar en nuevas situaciones.</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>• Capacidad para tomar decisiones.</li> </ul>	
<b>Tema 7. Monitoreo de la Calidad de la Energía Eléctrica</b>	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Practica el conocimiento adquirido en la asignatura Calidad y Uso Eficiente de la Energía Eléctrica, así como en los temas de esta asignatura y distinguir los equipos de medición y protección que proporcionan parámetros de calidad de la energía eléctrica.</li> <li>• Visualiza en donde es factible emplear equipos de control con parámetros de calidad, con el fin de que argumente los motivos para que estos equipos sean instalados en puntos específicos con el fin de optimizar los recursos económicos del entorno laboral en que se desempeñe.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configurar equipos de medición que proporcionen al menos 4 parámetros de calidad de la energía.</li> <li>• Mesa redonda acerca del Monitoreo y control de parámetros de calidad de la Energía.</li> <li>• Discutir y proponer la mejora de los índices de calidad mostrados por el docente.</li> </ul>



<p>escrita.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>• Compromiso con la calidad.</li> <li>• Capacidad para tomar decisiones.</li> </ul>	
<b>Tema 8. Redes Inteligentes</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce los conceptos básicos de Redes Inteligentes y opinar sobre la importancia del estudio de nuevas tecnologías de adquisición, procesamiento de datos y comunicación para aplicarlos en su área laboral</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación</li> <li>• Capacidad de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Compromiso con la calidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar aplicaciones empleando medidores inteligentes</li> <li>• Discutir la importancia de las redes eléctricas inteligentes en los procesos.</li> </ul>

## 8. Prácticas

- 1 Elaborar un diagrama a bloques de un sistema de control distribuido.
- 2 Elaborar una solicitud de compra de una Unidad Central Maestra que controlará un establo empleando la especificación CFE correspondiente.
- 3 Conectar un equipo de medición empleando al menos tres interfaces 485 / 232.
- 4 Analizar un mensaje en protocolo DNP3.0 obtenido en un simulador de protocolos.
- 5 Empleando el simulador de protocolos ejecutar un mensaje DNP3.0 en donde un equipo maestro solicita a un equipo remoto al menos 5 estados digitales y una medición, primeramente, este mensaje deberá ser bosquejado en un documento, en el cual se deberá indicar cada parte que integra el mensaje.
- 6 Elaborar la base de datos de una unidad terminal remota de subestación, que contenga la información obtenida de al menos un transformador y dos alimentadores, deberá contemplar al menos 12 mediciones eléctricas por alimentador, y la señalización de las protecciones básicas de los elementos anteriores. Así como dos salidas de control para cada alimentador.
- 7 Configurar una unidad terminal remota de poste o un restaurador cuya utilización será en un punto de seccionamiento.
- 8 Configurar equipos de medición que proporcionen al menos 4 parámetros de calidad de la energía y obtener la medición.
- 9 Elaborar un diagrama a bloques de una red eléctrica inteligente.
- 10 Visitar una subestación eléctrica que cuente con sistema de supervisión control y adquisición de datos.

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que plantee el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en

los estudiantes.

### 10. Evaluación por competencias

- La evaluación debe ser un proceso continuo, dinámico y flexible enfocado a la generación de conocimientos sobre el aprendizaje, la práctica docente y el programa en sí mismo.
- Debe realizarse una evaluación diagnóstica al inicio del semestre para partir de saberes previos, expectativas e intereses que tengan los estudiantes.
- Durante el desarrollo del curso debe llevarse a cabo una evaluación formativa que permita retroalimentar el proceso de aprendizaje y establecer las estrategias para el logro de los objetivos establecidos.
- Al finalizar el curso debe realizarse una evaluación sumativa que se vincula con aquellas acciones que se orientan a dar cuenta de productos, saberes, desempeños y actitudes que se deben considerar para la calificación.
- Para la evaluación se sugiere utilizar diferentes herramientas tales como: Ejercicios, Reportes de búsqueda de información Portafolio del estudiante, Reporte de proyecto; Presentaciones.

### 11. Fuentes de información

1. Ogata, K., (2011). Modern Control Engineering, (5ª Ed.). Prentice-Hall.
2. Enríquez G. . El Abc de la calidad de la energía eléctrica. México: Limusa.
3. Diario oficial de la federación.
4. REGLAMENTO DE LA LEY DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
5. Normas Guías y Especificaciones vigentes aplicables CFE-LAPEM.
6. Aquilino Rodríguez Penín SISTEMAS SCADA - GUÍA PRÁCTICA
7. Luis Eduardo Chavarría Meza Scada System's & Telemetry
8. Stuart G McCrady Designing SCADA Application Software
9. Ronald L. Krutz Securing SCADA Systems
10. IEEE.- (Red Book).- Applied Recommendations for Industrial Power Systems.
11. King, R. (2012). Introduction to Data Acquisition with LabView. New York: McGraw-Hill
12. [www.cfe.gob.mx](http://www.cfe.gob.mx)
13. [www.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx)
14. [www.sie.energia.gob.mx](http://www.sie.energia.gob.mx)
15. Kuo Benjamín. Sistemas de control digital, Prentice Hall, última edición
16. Petruzella, F.D. Programmable Logic controllers New York: McGraw-Hill Education.
17. Kuo, B., (2009). Automatic Control Systems,(9ª Ed.). Wiley.
18. G. Rusell Mason. El arte y la ciencia de la protección por relevadores.