

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	Instrumentación
Carrera:	Ingeniería Eléctrica Ingeniería Electrónica Ingeniería Mecatrónica Ingeniería Petrolera Ingeniería en Energías Renovables
Clave de la asignatura:	AEF-1038
SATCA ¹	3- 2- 5

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil del egresado de las carreras de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Mecatrónica, Petrolera, Energías Renovables , las competencias que utilizará en la selección, aplicación, operación, mantenimiento y calibración de instrumentos para el control automático y la medición de variables analógicas existentes en las instalaciones de procesos industriales.

El programa de instrumentación surge del análisis de las competencias a desarrollar por los ingenieros, que permite el desarrollo de aplicaciones para facilitar la operación de los sistemas industriales a cualquier escala.

Debido a su espíritu integrador, en la asignatura se analizan los componentes de un sistema de instrumentación, el cual se compone del sistema de medida y sistemas de control. Se consideran los conceptos generales incluyendo los estándares que norman la aplicación de instrumentos en la industria. Además, se fundamenta el comportamiento de sensores, acondicionadores de señal, actuadores y controladores para su aplicación en sistemas en la automatización. En la parte final del programa se revisan los elementos que conforman el control asistido por computadora.

Puesto que esta asignatura dará soporte a otras, más directamente vinculadas con desempeños profesionales, se inserta en la recta final de la trayectoria escolar; antes de cursar aquéllas a las que da soporte, como las materias de especialidad en las cuales se desarrollan aplicaciones para la solución de problemas en la industria, que requieren el diseño y construcción de sistemas de instrumentación.

Intención didáctica.

Se organiza el temario, en cinco unidades, aborda en la primera unidad los conceptos básicos de la instrumentación , su terminología y simbología, en la segunda unidad se examinan las variables de proceso como presión, temperatura, caudal, nivel y otras variables, en la unidad tres seleccionará los actuadores finales de control de la variable que

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

se trate, en la cuarta unidad aplicará los diferentes modos de control y comprenderá el desenvolvimiento de los mismos en la aplicación en la instrumentación y en la última unidad se analizarán los elementos que intervienen en un sistema de control asistido por computadora.

Por ser una materia integradora, su contenido es muy práctico, idónea para su desarrollo en el formato curricular por competencias.

En la primera unidad, se abordan los conceptos generales que fundamentan el uso y desarrollo de instrumentos industriales, así como, los estándares que norman su aplicación en la industria en el plano nacional e internacional; entre ellas se citan la Norma ISA y SAMA. Se busca comprender los fundamentos básicos de la instrumentación, así como la interpretación e identificación de símbolos y normas utilizadas en la industria.

Posteriormente, se abordan los elementos de un sistema de instrumentación analógica, en primera instancia, se analiza la clasificación de sensores y su funcionamiento. Con esto se pretende caracterizar los diferentes tipos de sensores para las variables manejadas en los procesos industriales.

Con base en las características de la señal obtenida, se revisan los circuitos acondicionadores de señal, incluyendo los transmisores; En este sentido, se propone caracterizar las funciones de los acondicionadores de señal y los transmisores para el monitoreo y manipulación de las señales medidas a partir de las variables físicas de los procesos analizados a nivel laboratorio.

Los sensores y acondicionadores de señal son elementos básicos del sistema de medida de la instrumentación. Éste se completa con el sistema de control, cuyos elementos básicos son la unidad de control y el accionamiento o actuador final. En el programa, primero se revisan los conceptos básicos y la aplicación de los actuadores finales de control, con esto, se pretende manipular las variables del proceso, utilizando elementos como válvulas, motores diversos, entre otros dispositivos.

Un instrumento tiene su corazón en la unidad de control, quien tiene la función de tomar decisiones con base en valores de las variables deseados por el usuario. En la instrumentación analógica existen diversos modos de control, que entregan una respuesta diferente al comportamiento del proceso industrial que se pretende manipular; por lo cual es importante seleccionar el modo de control que se requiere aplicar.

Al final del temario se revisan los conceptos generales asociados con el control asistido por computadora, donde se potencializa el uso de las herramientas computacionales para desarrollar instrumentos de medición y control digitales, mediante la comprensión del funcionamiento de las tarjetas de adquisición de datos, el uso del software de aplicación y algunas interfaces para el monitoreo de señales.

Se sugiere una actividad integradora, que permita aplicar los conceptos estudiados en la instrumentación analógica. Se propone desarrollar un proyecto final donde se sintetice el conocimiento previo y los adquiridos en esta asignatura para el monitoreo y control supervisorio de un proceso industrial. Esto permite concluir la materia mostrándola como útil por sí misma en el desempeño profesional, independientemente de la utilidad que representa en el tratamiento de temas en materias posteriores.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque a sus alumnos para que ellos caractericen las variables a registrar, y posteriormente, a controlar.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas, se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización.

La resolución de problemas se hará después de este proceso diseñando y realizando prácticas de laboratorio y efectuando visitas industriales. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los procesos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula; es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean contruidos, artificiales, virtuales o naturales. Al final, con la propuesta del proyecto final, deben aprender a planificar, que apliquen su creatividad, que el profesor no planifique todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de innovación.

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p>Desarrollar las competencias necesarias para seleccionar, aplicar, calibrar, operar los instrumentos de medición y control empleados en los procesos industriales, así mismo las habilidades para la sintonización de los controladores PID.</p>	<p>Competencias genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis.• Capacidad de organizar y planificar.• Conocimientos básicos de la carrera• Comunicación oral y escrita.• Habilidades para el manejo de la computadora.• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.• Solución de problemas.• Toma de decisiones. <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad crítica y autocrítica• Trabajo en equipo• Habilidades interpersonales <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.• Habilidades de investigación.• Capacidad de aprender.• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).• Habilidad para trabajar en forma autónoma.• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos.• Iniciativa y espíritu emprendedor.• Preocupación por la calidad.• Búsqueda de logro.
--	--

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

ELECTRICA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Irapuato, Guanajuato, 24 al 28 de agosto de 2009.	Tecnológicos participantes	Reunión de Diseño curricular de la carrera de Ingeniería eléctrica del Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica.
Institutos Tecnológicos de: Saltillo La Laguna Mexicali 01 de Septiembre de 2009 al 22 de Enero de 2010	Representantes de la Academia de Ingeniería Eléctrica.	Análisis, enriquecimiento y elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería Eléctrica.
Mexicali, Baja California Norte, 25 al 29 de Enero de 2010	Representantes de los Institutos Tecnológicos participantes en el diseño de la carrera de Ingeniería Eléctrica	Reunión nacional de consolidación de la carrera de ingeniería en

ELECTRONICA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 24 al 28 de Agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Culiacán, Cd. Guzmán y Mérida.	Reunión nacional de Diseño e innovación curricular de la carrera de Ingeniería en Electrónica
Instituto Tecnológico de Culiacán, Apizaco, Cd. Guzmán, Ensenada, La Laguna, Matamoros, Minatitlán, Reynosa, Superior de Chapala, Superior de Cosamaloapan, Superior de Lerdo, Toluca	Academia de Ing. Electrónica	Análisis, enriquecimiento y elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de Ing. Electrónica
Instituto Tecnológico de fecha	Representantes de los Institutos Tecnológicos participantes en el diseño de la carrera de Ingeniería Electrónica	Reunión nacional de consolidación de la carrera de Ingeniería en Electrónica

MECATRONICA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de: Estudios Superiores de Jilotepec, Hermosillo, Pabellón de Arteaga, Reynosa, San Luis Potosí, Superior de Irapuato y Superior del Oriente del Estado de Hidalgo. Septiembre 2009 a Noviembre de 2009.		

5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)

Desarrollar las competencias necesarias para seleccionar, aplicar, calibrar, operar los instrumentos de medición empleados en los procesos industriales, así mismo las habilidades para la sintonización de los controladores PID.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

Aplicar los conceptos básicos de las leyes y principios fundamentales como son ley de Coulomb, Ley de ampere, Ley de Ohm, Ley de Faraday, desarrollando habilidades para la resolución de problemas.

- Aplicar los conocimientos básicos de las diferentes variables físicas como calor, flujo, presión y temperatura y para la selección y aplicación en sistemas de procesos industriales.
- Establecer la función de transferencia y analogías entre sistemas físicos de diferentes áreas.
- Identificar elementos de entrada y salida de sistemas de control en el dominio del tiempo.
- Utilizar apropiadamente los instrumentos de medición y prueba, para el monitoreo e interpretación de variables físicas en los diferentes sistemas.
- Aplicar los modos de control y sus combinaciones en los procesos industriales, así como la selección de los mismos.
- Utilizar técnicas de sintonización y optimización de controladores.

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Introducción a la Instrumentación	1.1 Definiciones y conceptos 1.2 Clasificación de los instrumentos 1.3 Simbología, Normas y Sistema de Unidades(SAMA, ISA etc) 1.4 Principios generales para la selección de la instrumentación 1.5 Propagación del error
2	Sensores y transmisores.	2.1 Medición de Presión 2.2 Medición de Nivel y densidad 2.3 Medición de flujo 2.4 Medición de temperatura 2.5 Medición de otras variables 2.6 Procedimiento para la calibración 2.7 Criterios de selección 2.8 Acondicionamiento de señal
3	Actuadores	3.1 Actuadores eléctricos 3.2 Actuadores neumáticos 3.3 Actuadores hidráulicos 3.4 Tipos de válvulas 3.5 Otros tipos de actuadores 3.6 Criterios de seleccion

4	Controladores	<ul style="list-style-type: none"> 4.1 Aplicaciones de Sistemas de Lazo Abierto y Lazo Cerrado 4.2 Modos de Control aplicados en instrumentación: <ul style="list-style-type: none"> 4.2.1 On-Off. On-Off con histeresis 4.2.2 Proporcional 4.2.3 Proporcional + Integral 4.2.4 Prporcional + Derivativo 4.2.5 Proporcional + Integral + derivativo 4.3 Criterios para la Selección de un controlador 4.4 Sintonización de Controladores
5	Control asistido por computadora	<ul style="list-style-type: none"> 5.1 Adquisición de datos 5.2 Control supervisorio 5.3 Control digital 5.4 Control distribuido 5.5 Instrumentación virtual 5.6 Proyecto final.

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

El profesor debe:

Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes.

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información de los temas del curso, tales como, el catalogo de la norma mexicana para el usos de instrumentos, hoja de especificaciones e información técnica sobre sensores comerciales, actuadores y controladores, en distintas fuentes, como libros, revistas catálogos y páginas Web.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes. Ejemplo: al socializar los resultados de las consultas y las experiencias prácticas solicitadas como trabajo extra clase.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional. Ejemplos: el proyecto que se realizará en la unidad 5.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante. Ejemplos: aplicación de procesos industriales automatizados.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral. Ejemplos: trabajar las actividades prácticas a través de redactar reportes e informes de las actividades de experimentación.
- Facilitar el contacto directo con materiales e instrumentos, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental como: identificación manejo y control de variables en procesos industriales.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis y síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Cuando los temas lo requieran, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Promover visitas industriales para observar aplicaciones de los sistemas de Instrumentación industrial para evaluar el funcionamiento de los equipos empleados en maquiladoras o naves de invernaderos, entre otros.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:
 - Reportes escritos de las prácticas desarrolladas, con base al formato establecido.
 - Reporte escrito de las investigaciones documentales solicitadas.
 - Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
 - Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.
 - Reportes de simulaciones y conclusiones obtenidas en aplicaciones virtuales.
 - Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos.
 - Participación en clase considerando las actividades de trabajo en equipo y la exposición de temas, así como presentación de proyectos.
 - Integrar el portafolio de evidencias.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Introducción a la instrumentación

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Interpretar las definiciones dadas por SAMA así como la nomenclatura definida por ISA identificando los criterios para la selección de instrumentos de medición. Interpretar Diagramas de Tubería e Instrumentación	<ul style="list-style-type: none">• Interpretar los conceptos básicos de la instrumentación y sus objetivos.• Investigar el comportamiento de las variables físicas presentes en los procesos industriales y analizar los parámetros que propician su medición.• Investigar la clasificación de instrumentos.• Investigar las normas utilizadas en instrumentación.• Identificar en diagramas de tuberías e instrumentos (DTI) las normas utilizadas en instrumentación.• Realizar visitas industriales y realizar una mesa de diálogo sobre los procesos observados, con su respectivo informe.

Unidad 2: Sensores y transmisores

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Seleccionar y aplicar técnicas de caracterización de sensores en relación al tipo de proceso en cuestión.	<ul style="list-style-type: none">• Investigar y reflexionar sobre el funcionamiento de sensores y transmisores y el principio de medición de temperatura, presión, nivel, flujo y otras variables físicas.• Investigar en los catálogos de los fabricantes los tipos de sensores y transmisores y las

	<p>características comerciales para las diferentes variables físicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discutir en forma grupal para seleccionar el tipo de sensor y/o transmisor adecuado al proceso industrial a monitorear. • Realizar prácticas de laboratorio donde se apliquen técnicas de caracterización de sensores y transmisores.
--	--

Unidad 3: Actuadores

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Clasificar los tipos actuadores y aplicar técnicas de caracterización para utilizarlos en la instrumentación de los procesos industriales.	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los tipos de actuadores y sus características para ser utilizados en instrumentación. • Exponer los principios de operación de actuadores, tales como válvulas, motores, resistencia eléctrica, entre otros. • Discutir y seleccionar el tipo de actuador con respecto al proceso industrial a monitorear. • Aplicar técnicas de caracterización de actuadores y su implementación en un proceso. • Realizar un cuadro sinóptico para la selección de actuadores neumáticos e hidráulicos.

Unidad 4: Controladores

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Aplicar modos de control y técnicas de sintonización para los controladores utilizados en la instrumentación de los procesos industriales.	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los modos de control utilizados en instrumentación. • Analizar los efectos y contribuciones de los modos de control a un proceso industrial • Seleccionar los modos de control adecuados al tipo de proceso. • Aplicar técnicas de sintonización de controladores y su implementación en un proceso industrial. • Investigar las características de controladores PID

Unidad 5: Introducción al control asistido por computadora

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Analizar y aplicar los elementos que intervienen en un sistema de control asistido por computadora.</p>	<p>Investigar los elementos que intervienen en un sistema asistido por computadora.</p> <p>Analizar las configuraciones más comunes de intervención por computadora: monitoreo, control digital directo y control supervisorio.</p> <p>Aplicar de manera integral los elementos utilizados en la instrumentación del control distribuido para procesos industriales.</p> <p>Aplicar el control asistido por computadora, la adquisición de datos, Control supervisorio remoto, así como el control digital directo.</p> <p>Desarrollar un proyecto final integral de aplicación de instrumentación</p>

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Doebelin, Ernest O., *Measurement Systems*, Ed. Mc. Graw-Hill. 5th edition
2. Holman, J. P., *Diseño experimental para ingenieros*, Ed. Mc. Graw Hill.
3. Pallás Areny, Ramón, *Sensores y acondicionadores de señal*, Ed. Alfaomega Marcombo.
4. Anderson, Norman A., *Instrumentation for process measurement and control*, Ed. Foxboro.
5. Creus, Antonio, *Instrumentación industrial*, Ed. Alfaomega.
6. Coisdine, Douglas M., *Manual de instrumentación aplicada*, Ed. Mc. Graw Hill.
7. Jacob, Michael, *Industrial Control Electronics Applications and Design*, Ed. Prentice Hall.
8. Ogata, Katsuhiko, *Ingeniería de control moderna*, Ed. Prentice Hall.
9. Kuo, Benjamín C., *Sistemas de control automático*, Ed. Prentice Hall.

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS (aquí sólo describen brevemente, queda pendiente la descripción con detalle).

1. Identificación física de elementos de la instrumentación en el laboratorio.
2. Elaborar diagramas de procesos reales usando la simbología normalizada.
3. Medición de variables físicas con los instrumentos del laboratorio.
4. Calibración de instrumentos de medición.
5. Comprobación física de la caracterización de instrumentos.
6. Sintonización de un controlador en un proceso.
7. Simulación de un proceso mediante instrumentación virtual.
8. Diseño de un proceso en el que se aplique los conocimientos adquiridos.
9. Características de la resistencia variable.
10. Efecto de carga.
11. Puente de Wheatstone.
12. Detector de ventana
13. Amplificador de instrumentación.
14. Ambiente de programación y operaciones básicas en LabVIEW.
15. Estructuras de programación en Lab VIEW.
16. Gráficas, trazos, vectores y clusters.
17. Cadenas de caracteres, archivos de entrada/salida, y propiedades de nodos.
18. Adquisición y análisis de datos en LabVIEW.