



## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Instrumentación
<b>Clave de la asignatura:</b>	AEF-1038
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-2-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Petrolera, Ingeniería en Energías Renovables e Ingeniería en Semiconductores.

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del egresado de las carreras de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Mecatrónica, Petrolera, Energías Renovables e Ingeniería en Semiconductores, los siguientes atributos: analiza instrumentos de medición para el control automático y monitoreo de variables existentes en los procesos industriales.

El programa de instrumentación surge del análisis de los atributos que debe tener el ingeniero, para diseñar, analizar y construir aplicaciones utilizando dispositivos semiconductores que mejoren la operación de los procesos industriales y productivos, a cualquier escala.

En la asignatura se analizan los componentes de un sistema de instrumentación: medición, acondicionamiento, adquisición y control. Se consideran los conceptos generales y 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 automatizados, considerando la importancia de éstos para contribuir al cumplimiento de las normas de calidad y ambientales que rigen los procesos industriales.

Permite fortalecer en el estudiante la competencia de la comprensión de textos en lengua extranjera, para interpretar la información sobre instalación y operación de instrumentos.

En la parte final del programa se revisan los elementos que conforman el control asistido por computadora, proporcionando las bases de la instrumentación virtual con la aplicación de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC's), donde la interfaz hombre-máquina determina la interacción óptima con el proceso.

Esta asignatura se relaciona con mediciones eléctricas o metrología y las correspondientes a electrónica analógica, proporcionando al estudiante competencias como manejo de equipo de medición y prueba de variables eléctricas y mecánicas, comprensión de sistemas de acondicionamiento de señal y diseño de sistemas electrónicos.

La asignatura soporta a otras directamente vinculadas con desempeños profesionales, en las cuales se desarrollan aplicaciones de la ingeniería para la solución de problemas en la industria, que requieren el diseño y construcción de sistemas de instrumentación y automatización.

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



### Intención didáctica

La asignatura de instrumentación comprende 5 temas, cuyos contenidos fueron seleccionados para desarrollarse de lo general a lo particular. En la primera parte se estudian los conceptos básicos de la instrumentación, la terminología y simbología, incluyendo la normatividad de 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.

En el segundo tema se examinan las variables de proceso como: presión, temperatura, caudal, nivel, etc., así como los instrumentos utilizados en la detección de las mismas, analizando su funcionamiento y clasificación, para seleccionarlos, calibrarlos y emplearlos en los diferentes procesos industriales.

Con base en las características de la señal obtenida, se revisan los circuitos acondicionadores de señal para sensores y transmisores empleados en el monitoreo y manipulación de las señales medidas, a partir de las variables físicas de los procesos analizados.

En el tema tres se integran los temas correspondientes a actuadores eléctricos, neumáticos e hidráulicos y los tipos de válvulas utilizados en los procesos industriales. Se sugiere que el docente aborde los tipos de actuadores referidos a la aplicación de su área, incluyendo por ejemplo los diversos tipos de motores utilizados como actuadores en sistemas integrados de instrumentación.

En el cuarto tema se analiza la función de los diferentes modos de control para adecuar las variables físicas que integran los procesos productivos.

En el quinto tema se revisan los conceptos generales asociados con el control asistido por computadora, donde se utilizan herramientas computacionales para implementar instrumentos de medición y control digitales. Se sugiere emplear tarjetas de adquisición de datos, software de aplicación específica e interfaces para el monitoreo de señales. Se sugiere una actividad integradora, que permita aplicar los conceptos estudiados en la instrumentación. Se propone desarrollar un proyecto final donde se apliquen las competencias previas y las adquiridas en esta asignatura para el monitoreo y control supervisorio de un proceso industrial.

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.



La solución de problemas, la realización de prácticas de laboratorio y las visitas industriales desarrollan habilidades en el estudiante para reconocer los procesos físicos en su entorno. En el proyecto final se integran las competencias genéricas y específicas.

Es importante que el docente asocie en cada tema con aplicaciones del entorno industrial, para desarrollar en el estudiante la competencia de proponer soluciones a problemas del contexto, analizando la respuesta de los modos de control. También, aborda los contenidos generales para desarrollar la competencia de la asignatura reforzando o fortaleciendo las competencias genéricas. El profesor debe abordar los conceptos teóricos que sean la base para las actividades prácticas de laboratorio, guiando a los estudiantes a implementar circuitos y aplicaciones para la resolución de problemas reales del sector industrial y comercial.

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Aguascalientes del 15 al 18 de junio de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica, Acapulco, Aguascalientes, Apizaco, Boca Río, Celaya, Chetumal, Chihuahua, Chilpancingo, Chiná, Cd. Cuauhtémoc, Cd. Juárez, Cd. Madero, Cd. Victoria, Colima, Comitán, Cautla, Durango, El Llano de Aguascalientes, Huixquilucan, Valle Bravo, Guaymas, Huatabampo, Huejutla, Iguala, La Laguna, La Paz, La Zona Maya, León, Lerma, Linares, Los Mochis, Matamoros, Mazatlán, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Puebla, Querétaro, Reynosa, Roque, Salina Cruz, Saltillo, San Luis Potosí, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tlaxiaco, Toluca, Torreón, Tuxtepec, Valle de Oaxaca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas, Zacatepec, Altiplano de Tlaxcala, Coatzacoalcos, Cuautitlán Izcalli, Fresnillo, Irapuato, La Sierra Norte Puebla, Macuspana, Naranjos, Pátzcuaro, Poza Rica,	Elaboración del programa de estudio equivalente en la Reunión Nacional de Implementación Curricular y Fortalecimiento Curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST.



	Progreso, Puerto Vallarta, Tacámbaro, Tamazula Gordiano, Tlaxco, Venustiano Carranza, Zacapoaxtla, Zongólica y Oriente del Estado Hidalgo.	
Instituto Tecnológico de Morelia del 10 al 13 de septiembre de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, CRODE Celaya, Cerro Azul, Chihuahua, Cd. Cuauhtémoc, Cd. Hidalgo, Cd. Juárez, Cd. Madero, Cd. Valles, Coacalco, Colima, Iguala, La Laguna, Lerdo, Los Cabos, Matamoros, Mérida, Morelia, Motúl, Múzquiz, Nuevo Laredo, Nuevo León, Oriente del Estado de México, Orizaba, Pachuca, Progreso, Purhepechá, Salvatierra, San Juan del Río, Santiago Papasquiari, Tantoyuca, Tepic, Tlatlauquitepec, Valle de Morelia, Venustiano Carranza, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las signaturas Equivalentes del SNIT.
Tecnológico Nacional de México, del 24 al 28 de abril de 2023.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes: Cajeme, Chihuahua, Ciudad Madero, Colima, Hermosillo, Irapuato, Matamoros, Mérida, Ocotlán, Querétaro, Tijuana, Torreón.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Semiconductores.

#### 4. Logro formativo a desarrollar en la asignatura

Saberes, habilidades y destrezas de la asignatura
<p>Identifica y clasifica los diferentes tipos de sensores disponibles en el mercado para construir o escoger la etapa de acondicionamiento adecuada para el sensor a utilizar.</p> <p>Selecciona, diseña y aplica sistemas de adquisición para interpretar, monitorear y controlar el comportamiento de sistemas físicos mediante el uso de instrumentos de medición y actuadores.</p> <p>Diseña y construye sistemas digitales para la automatización de procesos industriales, mediante la configuración y programación adecuada de los mismos.</p>



### 5. Saberes, habilidades y destrezas previas

- Aplica los conceptos básicos de las leyes y principios fundamentales como son ley de Coulomb, Ley de ampere, Ley de Ohm, Ley de Faraday, para comprender sistemas sustentados en estas Leyes.
- Aplica los conocimientos básicos de las diferentes variables físicas como calor, flujo, presión y temperatura para identificar los efectos en los procesos.
- Establece la función de transferencia y analogías entre sistemas físicos para analizar la respuesta del sistema
- Utiliza apropiadamente los instrumentos de medición y prueba, para el análisis de señales
- Aplica los fundamentos de la programación visual, para interactuar con el software apropiado.

### 6. Temario

No .	Temas	Subtemas
1	Introducción a la Instrumentación	1.1. Definiciones y conceptos 1.2. Clasificación y características de los Instrumentos 1.3. Simbología, Normas (SAMA, ISA) y Sistema de Unidades 1.4. Principios generales para la selección de la instrumentación 1.5. Propagación del error
2	Sensores, transductores 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 <ul style="list-style-type: none"> <li>2.6.1 Consideraciones previas para la calibración.</li> <li>2.6.2 Error</li> <li>2.6.3 Incertidumbre</li> </ul> 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 Criterios de selección 3.7 Señales de mando para actuadores
4	Controladores	4.1 Lazo Cerrado



		<p>4.2 Modos de Control aplicados en instrumentación:</p> <p>4.2.1 On-Off.</p> <p>4.2.2 Proporcional</p> <p>4.2.3 Proporcional + Integral</p> <p>4.2.4 Proporcional + Derivativo</p> <p>4.2.5 Proporcional + Integral + Derivativo</p> <p>4.3 Criterios para la Selección de un controlador</p> <p>4.4 Sintonización de Controladores</p> <p>4.5 Comunicación del controlador con otros instrumentos</p>
5	Control Asistido por Computadora	<p>5.1 Adquisición de datos</p> <p>5.2 Control supervisorio</p> <p>5.3 Control digital</p> <p>5.4 Control distribuido</p> <p>5.5 Instrumentación virtual</p> <p>5.6 Pantallas Táctiles (Touchscreen)</p> <p>5.6 Proyecto final</p>

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción a la instrumentación	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Aplica las Normas SAMA e ISA para desarrollar un DTI (Diagrama de Tuberías e Instrumentos).</p> <p>Identifica y aplica los criterios para selección de instrumentos,</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 para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar los conceptos básicos de la instrumentación.</li> <li>• Investigar la importancia de las variables físicas en los procesos industriales.</li> <li>• Analizar los parámetros de desempeño de un instrumento de medición.</li> <li>• Investigar los criterios para la clasificación de Instrumentos.</li> <li>• Investigar otras normas utilizadas en instrumentación.</li> <li>• Generar DTI's utilizando herramientas computacionales.</li> <li>• Realizar visitas industriales y aportar comentarios (y mejoras) sobre los procesos observados, en forma oral y escrita.</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Preocupación por la calidad.</li> </ul>	
<b>2. Sensores, transductores y transmisores</b>	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Identifica y comprende los principios de funcionamiento de los sensores para seleccionarlos adecuadamente a la aplicación</p> <p>Conoce las técnicas de calibración de sensores para garantizar la operación correcta de estos instrumentos</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 para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas}</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Preocupación por la calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar sobre el funcionamiento de sensores y transmisores.</li> <li>• Identificar cómo se define el modelo de un instrumento en los catálogos de los fabricantes.</li> <li>• Relacionar las características comerciales de sensores y transmisores de diferentes marcas, analizando los manuales de fabricantes.</li> </ul>
<b>3. Actuadores</b>	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Clasifica y selecciona los tipos de actuadores en base a sus características para utilizarlos en los procesos industriales. Selecciona una válvula de control para modificar o controlar variables</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar tipos de actuadores y sus características, así como su aplicación en la instrumentación de procesos.</li> <li>• Exponer principios de operación de actuadores, tales como válvulas, motores, pistones, etc.</li> </ul>



<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 para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>● Habilidades interpersonales.</li> <li>● Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>● Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>● Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Seleccionar el tipo de actuador con respecto a la aplicación en el contexto industrial.</li> <li>● Realizar un cuadro sinóptico guía para la selección de actuadores neumáticos e hidráulicos.</li> <li>● Realizar una tabla de clasificación y características de válvulas de control incluyendo sus aplicaciones.</li> <li>● Identificar las partes constitutivas de los actuadores y válvulas.</li> <li>● Analizar la información proporcionada por manuales de actuadores y válvulas de diversas marcas.</li> <li>● Seleccionar la válvula adecuada a un proceso del contexto real.</li> </ul>
<b>4. Controladores</b>	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Comprende los modos de control para seleccionar y sintonizar el controlador adecuado al proceso</p> <p>Aplica las técnicas de sintonización de controladores para configurar los parámetros de desempeño del instrumento</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 para identificar, plantear y resolver problemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Los tipos de control utilizados en la instrumentación de procesos.</li> <li>● Analizar los efectos de los modos de control en un proceso industrial.</li> <li>● Seleccionar los modos de control adecuados al tipo de proceso definido por el docente dentro del contexto real.</li> <li>● Aplicar técnicas de sintonización de controladores para analizar el desempeño del instrumento.</li> <li>● Analizar las características de controladores de diversas marcas en los manuales del proveedor.</li> <li>● Configurar y/o programar un controlador para integrar un lazo de control.</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	
<b>5. Control asistido por computadora</b>	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Analiza los elementos que intervienen en un sistema de control para integrar un sistema asistido por computadora. Establece las diferencias entre los sistemas asistidos por computadora utilizados en el control de procesos. Implementa un instrumento virtual para fundamentar la aplicación de los sistemas asistidos por computadora en el control de procesos.</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 para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar la función de los elementos que integran un sistema asistido por computadora.</li> <li>• Analizar las configuraciones y características de los sistemas asistidos por computadora utilizados en el control de procesos como son: control digital directo, control supervisorio y control distribuido.</li> <li>• Analizar la estructura jerárquica de los sistemas de control distribuido utilizados en los procesos industriales.</li> <li>• Desarrollar un lazo de control virtual en el ambiente de programación que el docente considere adecuado</li> <li>• Desarrollar un proyecto final integral de aplicación de la instrumentación.</li> </ul>



## 8. Práctica(s)

- Identificación física de instrumentos en el laboratorio.
- Elaborar diagramas de procesos reales usando la simbología normalizada. (DTI´s)
- Medición de variables físicas con los instrumentos del laboratorio.
- Calibración de instrumentos de medición.
- Comprobación física de la caracterización de los instrumentos.
- Sintonización de un controlador.
- Implementar la función PID a través de un circuito con amplificadores operacionales
- Simulación de un proceso mediante instrumentación virtual.
- Diseño de un lazo de control on-off y/o PID, integrando los instrumentos necesarios
- Interconexión de instrumentos con tarjetas de adquisición de datos

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance del(los) logro(s) formativo(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 los saberes, habilidades y destrezas 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", el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.



## 10. Evaluación de saberes, habilidades y destrezas

Debe aplicarse evaluación:

- Diagnóstica, al inicio del curso, sin que se considere para la evaluación sumativa.
- Formativa, durante el desarrollo de la asignatura, apoyándose en los instrumentos y herramientas que se señalan a continuación.
- Sumativa, al final, para determinar la valoración numérica de la asignatura se debe basar en los niveles de desempeño establecidos en el Lineamiento para la Evaluación y Acreditación de Asignaturas vigente.
- Se recomienda el uso de la coevaluación, autoevaluación y heteroevaluación.
- Todos los productos deben de estar contenidos en el portafolio de evidencias que el alumno integrará durante el desarrollo de la asignatura. El docente tendrá en resguardo dicho portafolio al finalizar el curso. El portafolio de evidencias puede ser electrónico.
- Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

Instrumentos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa conceptual</li> <li>• Problemas del contexto profesional</li> <li>• Examen</li> <li>• Esquemas</li> <li>• Representaciones gráficas o esquemáticas</li> <li>• Mapas mentales</li> <li>• Ensayos</li> <li>• Reportes de prácticas</li> <li>• Resúmenes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rúbrica</li> <li>• Lista de cotejo</li> <li>• Matriz de valoración</li> <li>• Guía de observación</li> </ul>

## 11. Referencias

1. Doebelin, E., (2003). Measurement Systems: Application and Design, (5ª Ed.). Mc Graw-Hill.
2. Pallás A. R., (2005). Sensores y acondicionadores de señal. (4ª Ed.). Marcombo.
3. Anderson, N. A., (1997). Instrumentation for process measurement and control, Foxboro.
4. Dunn, W., (2005). Fundamentals of Industrial Instrumentation and Process Control, (1ª Ed.). New York: McGraw-Hill
5. Creus S. A., (2010). Instrumentación industrial, (8ª Ed.) Marcombo Considine,
6. D. M., (1999). Process/Industrial Instruments and Controls Handbook. (5ª Ed.). Mc.Graw-Hill.
7. Ogata, K., (2011). Modern Control Engineering, (5ª Ed.). Prentice-Hall.
8. Kuo, B., (2009). Automatic Control Systems, (9ª Ed.). Wiley.