

## 1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	<b>Control</b>
Clave de la asignatura:	<b>SAF-1306</b>
SATCA <sup>1</sup> :	<b>2-3-5</b>
Carrera:	<b>Ingeniería en Sistemas Automotrices</b>

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

El aporte al perfil por parte de esta asignatura al Ingeniero en Sistemas Automotrices se centra en la capacidad de análisis e implementación de los sistemas de control presentes en la industria automotriz.

Esta asignatura tiene como propósito desarrollar las competencias de análisis de sistemas de control automático, creación de modelos matemáticos básicos que describen a los sistemas de control en procesos automotrices; y por último, la competencia de realizar integración para implementar sistemas de control administrados desde la computadora. Se debe entender que el enfoque mayor de la asignatura es sobre los sistemas de control presentes en la fabricación del automóvil y no sobre los sistemas propios que componen al mismo. Lo anterior no impide que puedan darse bases sobre el comportamiento de los sistemas propios del automóvil.

Esta asignatura tiene la gran ventaja de explotar las competencias específicas de asignaturas tales como Instrumentación, Electrónica de Potencia, Programación Básica y Programación Aplicada. Con respecto al área de ciencias básicas; las asignaturas de Ecuaciones Diferenciales y Dinámica tienen relación estrecha con esta asignatura. Los proyectos integradores tienen grandes frutos al incidir las competencias de las asignaturas mencionadas con esta.

Como nota aclaratoria, debe considerarse que la profundidad de los temas de esta asignatura no debe ser como los de asignaturas similares para otras ingenierías, tales como Electrónica y Mecatrónica.

### Intención didáctica

En el Tema 1 se puede partir de ejemplos de sistemas de control elementales, la creación de diagramas a bloques funcionales, los sistemas de lazo abierto y lazo cerrado. La aplicación del álgebra de bloques y el uso de la terminología empleada en ingeniería de control.

En cuanto al Tema 2 el docente trata el concepto de función de transferencia, sus respectivas propiedades y la obtención de la misma en sistemas muy básicos. Además, los conceptos de: polo, cero, grado de sistema, parámetros de desempeño de sistemas

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

de primer y segundo orden y estabilidad deben ser abordados desde el simulador. La interpretación de respuestas de sistemas de control y el desempeño de sistemas en el dominio del tiempo, la frecuencia.

Para el Tema 3 se define el concepto de controlador y sus diferentes tipos: P, PI, PD y PID. Posteriormente, se presenta una clasificación de controladores. Se abordan las técnicas de sintonización de controladores mediante Ziegler and Nichols.

Para el Tema 4, el enfoque propuesto es integrar las competencias adquiridas en el desarrollo de los tres temas anteriores y desarrollar las competencias de proponer y construir prototipos de sistemas de control monitoreados y controlados virtualmente.

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 13 al 16 de noviembre de 2012.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Matamoros, Querétaro, Reynosa, Saltillo, San Juan del Río, San Luis Potosí, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tláhuac, Tláhuac II, Tlalnepantla, Superior de Lerdo, Superior de Libres, Superior del Sur de Guanajuato y Superior de Irapuato.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 19 de noviembre de 2012 al 1 de marzo de 2013.	Academias de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices de los Institutos Tecnológicos de: Tehuacán, Tláhuac, Superior de Irapuato y Superior del Sur de Guanajuato.	Elaboración del Programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices.
Instituto Tecnológico de Tláhuac, del 4 al 7 de marzo de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Matamoros, Querétaro, Reynosa, Saltillo, San Juan del Río, San Luis Potosí, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tláhuac, Tláhuac II,	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices.

	Tlalnepantla, Superior de Lerdo, Superior de Libres y Superior de Irapuato.	
--	---	--

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

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Implementa sistemas de control mediante la instrumentación electrónica y conceptos de control para su adecuado funcionamiento.

#### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrolla programas de pseudocódigo y diagrama de flujo para el análisis y solución de problemas de ingeniería utilizando software de programación.</li> <li>• Conoce y utiliza los sensores y actuadores para la instrumentación de sistemas automotrices.</li> <li>• Conoce, describe, selecciona y aplica los conceptos de semiconductores de potencia en aplicaciones de electrónica y control automatizado.</li> </ul>
---

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción al control.	1.1 Terminología de control. 1.2 Diagramas a bloques.
2	Tópicos selectos de control.	2.1 Conceptos de polo, cero, función de transferencia y estabilidad absoluta. 2.2 Modelado matemático de sistemas. 2.3 Respuesta en el tiempo. 2.4 Respuesta en frecuencia.
3	Desarrollo de controladores.	3.1 Tipos de controladores. 3.2 Algoritmos de control. 3.3 Sintonización de controladores.
4	Implementación de un sistema de control de lazo cerrado.	4.1 Elaboración de propuesta de sistema de control. 4.2 Implementación y pruebas de sistemas de control. 4.3 Documentación del sistema de control.

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

<b>1. Introducción al control</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencia específica:</p> <p>Comprende el funcionamiento general de los sistemas de control mediante representaciones a bloques con el fin de interactuar con ellos.</p> <p>Competencias Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indagar el significado de los términos que definen a las partes que componen a los sistemas de control.</li> <li>• Buscar información sobre los sistemas de control que operan en los procesos de sistemas automotrices.</li> <li>• Elaborar una tabla que relacione términos con su definición y con ejemplos específicos de los elementos.</li> <li>• Elaborar un cuadro comparativo sobre las partes y características que componen a sistemas de control que se presentan en sistemas automotrices. Dicho cuadro puede contener: Sistema, elementos, naturaleza física de las señales, rangos de operación, etc.</li> <li>• En equipos de trabajo, dar respuesta al funcionamiento de sistemas de control, mediante las preguntas guía: Qué, cómo, dónde y por qué.</li> <li>• Elaborar diagramas a bloques funcionales y esquemáticos de sistemas de control realimentados ON-OFF de temperatura o nivel o cualquiera que no implique requerir mucha experiencia.</li> <li>• Simplificar diagramas a bloques con funciones de transferencia simbólicas.</li> </ul>
<b>2. Tópicos selectos de control</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje

<p><b>Competencias Específicas:</b></p> <p>Analiza el desempeño de sistemas de control mediante la interpretación de la respuesta en el tiempo y/o la frecuencia de prototipos para proponer mejoras.</p> <p><b>Competencias Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción.</li> <li>• Capacidad para tomar decisiones.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Trabajo en equipo y compromiso ético.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar la transformada de Laplace a las leyes físicas de los elementos que componen a los sistemas eléctricos, mecánicos, térmicos, etc.</li> <li>• Obtener modelos matemáticos de sistemas eléctricos, mecánicos y térmicos.</li> <li>• Simular modelos matemáticos de sistemas físicos representados en forma de función de transferencia.</li> <li>• Representar en el plano complejo polos, ceros, zona de estabilidad e inestabilidad.</li> <li>• Analizar el comportamiento de la respuesta transitoria de sistemas de primer y segundo orden a partir de la ubicación de polos y ceros.</li> <li>• Interpretar la respuesta en frecuencia de sistemas utilizando como herramienta un programa de simulación.</li> </ul>
--	--

**3. Desarrollo de controladores**

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Competencias específicas:</b></p> <p>Implementa la sintonización de sistemas de control utilizando los métodos de Ziegler y Nichols para ofrecer soluciones de compensación.</p> <p><b>Competencias Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Buscar clasificaciones de controladores.</li> <li>2. Interpretar los resultados de simulación de sistemas que contienen controladores.</li> <li>3. Implementar en el laboratorio al menos un sistema de control con alguna de las acciones de control clásicas: PI, PD y PID.</li> <li>4. Implementar la sintonización de controladores mediante las reglas de Ziegler y Nichols.</li> </ol>

**4. Implementación de un sistema de control de lazo cerrado**

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Competencia Especifica:</b></p> <p>Construye sistemas de control mediante la</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Redactar el anteproyecto para la construcción de un sistema de</li> </ol>

<p>programación de PC para el monitoreo y control de los mismos.</p> <p>Competencias Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para formular proyectos.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Capacidad autocrítica.</li> <li>• Capacidad creativa.</li> </ul>	<p>control en lazo cerrado.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Identificar los elementos que componen al sistema de control a construir.</li> <li>3. Acondicionar las señales para los elementos que componen a los sistemas de control.</li> <li>4. Elaborar la programación virtual en algún software para la adquisición, procesamiento y envío de señales en el sistema de control propuesto.</li> <li>5. Implementar experimentos en el sistema de control monitoreado y controlado mediante la PC.</li> <li>6. Obtener conclusiones sobre los experimentos que se presten a la retroalimentación de conceptos vistos en los temas anteriores.</li> <li>7. Redactar el informe final sobre todas las actividades realizadas, desde sus diagramas a bloques hasta los experimentos que validaron el funcionamiento de dicho sistema de control.</li> </ol>
---	---

### 8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir un sistema de control básico ON-OFF de lazo cerrado de temperatura o posición angular o de aquel cuyos elementos sean de fácil adquisición para los alumnos.</li> <li>• Simular en software sistemas mediante sus funciones de transferencia.</li> <li>• Obtener experimentalmente la respuesta en el tiempo de sistemas.</li> <li>• Obtener experimentalmente la respuesta en frecuencia de sistemas.</li> <li>• Implementar en laboratorio un controlador PD o PI o PID para algún sistema de control.</li> <li>• Realizar la simulación de la sintonización utilizando las reglas de Ziegler y Nichols.</li> <li>• Construir un sistema de control monitoreado y controlado desde la PC.</li> </ul>
---

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé 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 comunitaria, 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

Los medios de evaluación por competencias propuestos son:

Se puede trabajar con las siguientes instrumentos:

Tablas de verificación  
Mapa Mental  
Mapa conceptual  
Proyecto integrador  
Estudio de casos

Apoyarse con las siguientes herramientas de evaluación:

Lista de cotejo  
Portafolio de evidencias  
Reportes

## 11. Fuentes de información

1. Norman S.N. (2006). *Sistemas de Control para ingeniería* (3ra. Ed.). CECSA.
2. John D. (2003). *Sistemas de Control continuos y discretos*. (2da. Ed.) Mc Graw Hill.
3. Richard C.D. & Robert H. B. (2003). *Sistemas de Control Moderno* (4ta. Ed.). PEARSON, Prentice Hall.
4. Alfredo R.C. (2002). *Control de procesos* (2da. Ed.). Alfaomega.
5. Bolton W. (2004). *Mecatrónica sistemas de control electrónico en la ingeniería Mecánica y Eléctrica* (2da. Ed.) Alfaomega.
6. Ogata k. (1999). *Problemas de ingeniería de Control utilizando MATLAB* (3ra. Ed.). Prentice Hall.
7. Benjamín C.K. (2005). *Sistemas de Control automático* (6ta. Ed.) Prentice Hall.