

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Control
Clave de la asignatura:	SAF-1306
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Sistemas Automotrices

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

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

Esta asignatura es importante ya que ayuda al desarrollo de las competencias de análisis de sistemas de control automático, creación de modelos matemáticos básicos que caracterizan a los sistemas de control en procesos automotrices. 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 se relaciona con 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

La asignatura de Control se divide en cuatro temas, los cuales son descritos a continuación:

En el Tema 1 se puede partir de ejemplos de sistemas de control elementales, la creación y reducción de diagramas a bloques, 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 mecánicos y eléctricos básicos. Además, los conceptos de: polo, cero, grado de sistema, parámetros de desempeño

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

de sistemas de primer y segundo orden deben ser abordados y comprobar mediante el uso de TIC's. Se realiza 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 estabilidad, se presenta una clasificación y definición de controlador y los diferentes tipos: Proporcional, Integral y Derivativo, así como combinaciones de estos. Posteriormente, 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	Evento
<p>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 13 al 16 de noviembre de 2012.</p>	<p>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.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 19 de noviembre de 2012 al 1 de marzo de 2013.</p>	<p>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.</p>	<p>Elaboración del Programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Tláhuac, del 4 al 7 de marzo de 2013.</p>	<p>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,</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices.</p>

	Tlalnepantla, Superior de Lerdo, Superior de Libres y Superior de Irapuato.	
Tecnológico Nacional de México, del 5 al 8 de diciembre de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Superior de Abasolo, Superior de Lerdo, Superior de Irapuato, Superior de Libres y Superior del Oriente del Estado de Hidalgo.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingeniería en Animación Digital y Efectos Visuales, Ingeniería en Sistemas Automotrices y Licenciatura en Turismo.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> • Implementa sistemas de control para el adecuado funcionamiento de los equipos o procesos automotrices.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla sistemas de instrumentación para su aplicación en la industria automotriz con base en la normativa vigente. • Aplica los métodos de solución de ecuaciones diferenciales ordinarias para resolver problemas que involucran sistemas dinámicos que se presentan en la ingeniería.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción al control.	1.1 Terminología de control. 1.2 Algebra de bloques. 1.2.1 Reducción de diagramas de bloques.
2	Modelado de sistemas dinámicos.	2.1 Función de transferencia 2.1.1 Conceptos de polo, cero, función de transferencia. 2.1.2 Sistemas mecánicos 2.1.3 Sistemas Eléctricos 2.2 Sistemas Eléctricos y Mecánicos. 2.2.1 Motores de CD controlados por armadura. 2.3 Espacio de estados. 2.3.1 Relación entre función de transferencia y espacio de estados. 2.4 Respuesta en el tiempo. 2.5 Respuesta en frecuencia.

3	Desarrollo de controladores.	3.1 Concepto de estabilidad 3.1.1 Criterio de Routh-Hurwitz 3.1.2 Lugar geométrico de las raíces. 3.2 Tipos de controladores. 3.3 Algoritmos de control. 3.4 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

Tema 1. Introducción al control	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprende el funcionamiento general de los sistemas de control mediante representaciones a bloques con el fin de interactuar con ellos. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de organizar y planificar. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<ul style="list-style-type: none"> Indagar el significado de los términos que definen a las partes que componen a los sistemas de control. Buscar información sobre los sistemas de control que operan en los procesos de sistemas automotrices. 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. 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. Simplificar diagramas a bloques con funciones de transferencia simbólicas.
Tema 2. Modelado de sistemas dinámicos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Obtiene el modelo matemático de sistemas mecánicos y eléctricos para analizar el desempeño de los sistemas de control mediante la interpretación de la respuesta en el tiempo y/o la frecuencia de prototipos para proponer mejoras. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicar la transformada de Laplace a las leyes físicas de los elementos que componen a los sistemas eléctricos, mecánicos, térmicos, etc. Obtener modelos matemáticos de sistemas eléctricos, mecánicos. Simular modelos matemáticos de sistemas físicos representados en forma

<p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción. • Capacidad para tomar decisiones. • Comunicación oral y escrita. • Trabajo en equipo y compromiso ético. 	<p>de función de transferencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representar en el plano complejo polos, ceros, zona de estabilidad e inestabilidad. • Analizar el comportamiento de la respuesta transitoria de sistemas de primer y segundo orden a partir de la ubicación de polos y ceros. • Interpretar la respuesta en frecuencia de sistemas utilizando como herramienta un programa de simulación.
Tema 3. Desarrollo de controladores	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementa los criterios de estabilidad y la sintonización de sistemas de control utilizando los métodos de Ziegler y Nichols para ofrecer soluciones de compensación. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comunicación oral y escrita. • Capacidad de organizar y planificar. • Trabajo en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Busca información relacionada con los conceptos de estabilidad. • Clasifica los diferentes tipos de controladores. • Interpretar los resultados de simulación de sistemas que contienen controladores. • Implementar mediante simulación al menos un sistema de control con alguna de las acciones de control clásicas: PI, PD y PID. • Implementar la sintonización de controladores mediante las reglas de Ziegler y Nichols.
Tema 4. Implementación de un sistema de control de lazo cerrado	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construye sistemas de control mediante la programación de PC para el monitoreo y control de los mismos. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para formular proyectos. • Comunicación oral y escrita. • Capacidad autocrítica. • Capacidad creativa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redactar el anteproyecto para la construcción de un sistema de control en lazo cerrado. • Identificar los elementos que componen al sistema de control a construir. • Acondicionar las señales para los elementos que componen a los sistemas de control. • Elaborar la programación virtual en algún software para la adquisición, procesamiento y envío de señales en el sistema de control propuesto. • Implementar experimentos en el sistema de control monitoreado y controlado mediante la PC.

	<ul style="list-style-type: none"> • Obtener conclusiones sobre los experimentos que se presten a la retroalimentación de conceptos vistos en los temas anteriores. • 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.
--	---

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • 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. • Simular en software sistemas mediante sus funciones de transferencia. • Obtener experimentalmente la respuesta en el tiempo de sistemas. • Obtener experimentalmente la respuesta en frecuencia de sistemas. • Implementar en laboratorio un controlador PD o PI o PID para algún sistema de control. • Realizar la simulación de la sintonización utilizando las reglas de Ziegler y Nichols. • Construir un sistema de control monitoreado y controlado desde la PC.

9. Proyecto de asignatura

<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

La evaluación se realiza con el propósito de evidenciar el desarrollo de las competencias específicas y genéricas de manera integral, creando las condiciones en distintos espacios de aprendizaje y desempeño profesional.

En el contexto de la evaluación por competencias, dentro de las evidencias de desempeño, se sugieren las siguientes:

- Mapas
- Diagramas
- Tabla comparativa
- Ensayos
- Evaluación
- Cuadro sinóptico
- Foros de discusión
- Videos
- Reportes
- Bitácora
- Resumen
- Presentaciones

Y los instrumentos de evaluación del desarrollo de competencias específicas y genéricas, pueden ser:

- Guía de observación
- Matriz de valoración
- Lista de cotejo
- Guía de proyectos
- Rúbricas

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.