

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Control I
<b>Clave de la asignatura:</b>	AEF-1009
<b>SATCA:</b>	3-2-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Electrónica e Ingeniería Eléctrica

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

La asignatura tiene como finalidad aportar al perfil del egresado en las carreras de ingeniería eléctrica o ingeniería electrónica las competencias que le permitan comprender y aplicar la teoría del control clásico en la modelación, análisis y síntesis de sistemas automáticos de control de uso industrial, comercial y de servicios, asociado con las señales físicas. Además de servir como antecedente a las competencias de las asignaturas de instrumentación y control de máquinas eléctricas para la comprensión de los temas que se tratan en la misma.

Los temas que la integran son los requeridos para su implementación en las tecnologías de control y automatización que se utilizan en el campo de su desarrollo profesional.

Los temas incluidos dan el soporte al entendimiento de otras asignaturas de ciencias de la ingeniería e ingeniería aplicada en el ramo eléctrico y electrónico como son: Control II, Instrumentación, Controladores Lógicos Programables y Control de Máquinas Eléctricas.

### Intención didáctica

El temario está compuesto por cinco temas distribuidos de la siguiente manera:

En el primero se presentan los conceptos básicos que dan fundamento al estudio del control. Se describe la manera de representar los diferentes sistemas a través de la simbología adecuada.

El segundo está formado por la modelación matemática de sistemas eléctricos, electrónicos, mecánicos, hidráulicos y neumáticos, empleando la transformada de Laplace. Es importante destacar que la representación se realiza mediante el concepto de función de transferencia.

El tercero analiza la respuesta en el tiempo ante diferentes tipos de entrada de los sistemas de control, clasificados en base al orden del sistema. Se abordan los tipos de error que se generan en los sistemas automáticos en función de su tipo y de la señal de entrada.

El cuarto describe el funcionamiento de los controladores para su aplicación, y se analiza la respuesta del sistema en función del tipo controlador y su correspondiente sintonización.

El quinto emplea los criterios de estabilidad de los sistemas de control ante diversas entradas, a partir de su representación mediante la función de transferencia y la aplicación de herramientas computacionales. Es muy importante que los temas aquí tratados se aborden a partir de diversas aplicaciones que permitan al estudiante relacionar los conocimientos y habilidades adquiridas en esta asignatura.

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico de Aguascalientes del 15 al 18 de junio de 2010.</p>	<p>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, Progreso, Puerto Vallarta, Tacámbaro, Tamazula Gordiano, Tlaxco, Venustiano Carranza, Zacapoxtla, Zongólica y Oriente del Estado Hidalgo.</p>	<p>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.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Morelia del 10 al 13 de septiembre de 2013.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca</p>	<p>Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las Asignaturas Equivalentes del</p>

	<p>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, Purhepecha, Salvatierra, San Juan del Río, Santiago Papasquiari, Tantoyuca, Tepic, Tlatlauquitpec, Valle de Morelia, Venustiano Carranza, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec.</p>	<p>SNIT.</p>
--	---	--------------

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

<b>Competencia específica de la asignatura</b>
<p>Aplica los conceptos básicos de control clásico para el análisis y modelado de sistemas físicos.</p>

#### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica los conceptos y leyes físicas fundamentales de la mecánica clásica para el análisis de un sistema dinámico</li> <li>• Analiza y resuelve problemas de circuitos eléctricos excitados con corriente alterna, comprobando la solución con software de simulación.</li> <li>• Identifica el orden y el grado de una ecuación diferencial ordinaria, para determinar el método de solución adecuado.</li> <li>• Soluciona e interpreta ecuación diferencial ordinaria para evaluar los modelos dinámicos que se presentan en su área de ingeniería.</li> <li>• Examina los conceptos de la Transformada de Laplace como herramientas de solución de una ecuación diferencial ordinaria para determinar la respuesta de los sistemas dinámicos que se presentan en su área de ingeniería.</li> <li>• Examina, clasifica, e interpreta las características y aplicaciones básicas del amplificador operacional, en aplicaciones básicas.</li> </ul>
---

#### 6. Temario

No.	Nombre de temas	Subtemas
1	Conceptos básicos de control.	1.1 Definiciones de: Entrada, salida, planta, sistema, control, sistema de control, linealización, lazo abierto, lazo cerrado, sistema lineal, sistema no lineal, variable controlada, variable compleja, variable manipulada histéresis, función de

		<p>transferencia.</p> <p>1.2 Diagramas de bloques</p> <p>1.3 Flujos de señal</p>
2	Modelado matemático de sistemas físicos.	<p>2.1 Función de transferencia y analogías.</p> <p>2.2 Sistemas Eléctricos y Electrónicos.</p> <p>2.3 Sistemas Mecánicos de Traslación y rotación.</p> <p>2.4 Sistemas Hidráulicos.</p> <p>2.5 Sistemas Neumáticos.</p> <p>2.6 Identificación de parámetros.</p>
3	Análisis de respuesta en el tiempo.	<p>3.1 Definiciones: Respuesta transitoria, respuesta estacionaria, señales de entrada (impulso unitario, escalón unitario, rampa unitaria)</p> <p>3.2 Sistema de primer orden.</p> <p>3.3 Sistema de segundo orden.</p> <p>3.4 Sistemas de orden superior.</p> <p>3.5 Análisis de error (estáticos y dinámicos).</p> <p>3.6 Sensibilidad.</p>
4	Modos de control	<p>4.1 Tipos de controladores (on-off, P, I, D y PID).</p> <p>4.2 Emulación de los modos de control.</p> <p>4.3 Simulación con herramientas computacionales.</p> <p>4.4 Retroalimentaciones positiva y negativa, ventajas y desventajas</p> <p>4.5 Métodos de sintonización de controladores</p>
5	Estabilidad	<p>5.1 Concepto de estabilidad</p> <p>5.2 Criterios de estabilidad de Routh Hurwitz</p> <p>5.3 Método del Lugar de las raíces</p> <p>5.4 Ejemplos con herramientas computacionales.</p>

### 7. Actividades de aprendizaje de los temas

Conceptos básicos de control.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comprende los conceptos básicos de control clásico para representar un sistema físico con diagramas de bloques</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigar, por equipos, acerca de los elementos que integran un sistema de control y describir los conceptos asociados con los mismos.</li> <li>Representar sistemas de control mediante diagramas de bloques y diagrama de flujo de señales.</li> <li>Identificar los elementos básicos de control</li> </ul>

<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 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> </ul>	<p>en sistemas físicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simplificar diagramas de bloques y de flujo de señales de sistemas de control.</li> <li>• Analizar las ventajas y desventajas de la metodología empleada.</li> </ul>
<p>Modelado matemático de sistemas físicos.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica las leyes físicas que describen la dinámica de los sistemas eléctricos, electrónicos, mecánicos, hidráulicos y neumáticos, para obtener su función de transferencia.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión</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>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar las leyes físicas para representar sistemas simples mediante sus funciones de transferencia.</li> <li>• Representar matemáticamente los modelos de los sistemas físicos.</li> <li>• Utilizar las analogías existentes entre los diferentes sistemas.</li> </ul>
<p>Análisis de respuesta en el tiempo.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpreta las respuestas de sistemas a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los tipos de señales de entrada que se emplean para el análisis de respuesta</li> </ul>

<p>señales de entrada (impulso, escalón y rampa) para determinar los parámetros de diseño.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpreta los errores estáticos y dinámicos, para el diseño de sistemas de control.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</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>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma Autónoma</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> </ul>	<p>transitoria de sistemas de control.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar el orden del modelo matemático de los sistemas y representar su función de transferencia.</li> <li>• Analizar la respuesta de los sistemas de control de cualquier orden.</li> <li>• Representar un sistema de orden superior con su equivalente de menor orden.</li> <li>• Distinguir entre un error estático y un error dinámico.</li> <li>• Interpretar el concepto de los coeficientes de error.</li> <li>• Simular la respuesta de la función de transferencia, ante una entrada y determinar e interpretar su error.</li> <li>• Investigar el concepto de sensibilidad.</li> <li>• Aplicar funciones de sensibilidad a los sistemas en el dominio del tiempo.</li> </ul>
<p>Modos de control</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica los modos de control para optimizar sistemas de lazo cerrado.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión</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>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar aplicaciones de los diferentes tipos de controladores.</li> <li>• Interpretar la respuesta de los controladores y definir sus ventajas y desventajas.</li> <li>• Analizar la operación de los diferentes modos de control.</li> <li>• Emular el comportamiento de los modos de control.</li> <li>• Utilizar el criterio de Ziegler-Nichols para sintonizar un controlador PID.</li> <li>• Aplicar técnicas de sintonización de controladores en una estación de control.</li> </ul>

<p>la práctica</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para trabajar en forma Autónoma</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> </ul>	
<b>5.Estabilidad</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica los criterios de estabilidad de Routh-Hurwitz y del lugar geométrico de las raíces para determinar la estabilidad de un sistema.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</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>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los criterios de estabilidad de Routh-Hurwitz y del lugar geométrico de las raíces y ejemplos de aplicación.</li> <li>• Aplicar los criterios de Routh-Hurwitz y lugar geométrico de las raíces para determinar la estabilidad de un sistema de control.</li> <li>• Utilizar la herramienta computacional para verificar los resultados obtenidos al aplicar los criterios de estabilidad de Routh-Hurwitz y del lugar geométrico de las raíces.</li> </ul>

### 8.Práctica(s)

1. Obtención de modelos matemáticos de sistemas físicos para analizar su respuesta ante diferentes tipos de entradas.
2. Realización de simulaciones utilizando herramientas computacionales.
  - Caracterización de la forma canónica de Jordan
  - Respuesta de un Sistema mecánico ante una entrada impulso
  - Análisis de la respuesta en el tiempo para sistemas de diferente orden
3. Construcción de circuitos eléctricos para sistemas de orden “n”, aplicando una señal de entrada y obtener su respuesta en el tiempo.
4. Simulación de un sistema empleando los diversos modos de control
5. Sintonización de un controlador utilizando diversos métodos.
6. Implementar un sistema de control de posición.
7. Análisis de la respuesta en el tiempo de un sistema físico (circuito eléctrico, sistema mecánico, hidráulico y otros) mediante software de simulación.
8. Emulación de los modos de control



### 9. Proyecto de asignatura (Para fortalecer la(s) competencia(s) de la 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 y 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 (específicas y genéricas de la asignatura)

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.

Los Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje son:

Instrumentos	Herramientas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa conceptual</li> <li>• Problemario</li> <li>• Examen teórico/práctico</li> <li>• Esquemas</li> <li>• Representaciones gráficas o esquemáticas</li> <li>• Mapas mentales</li> <li>• Ensayos</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>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reportes de prácticas</li> <li>• Resúmenes</li> <li>• Simulaciones</li> </ul>	
--	--

### 11. Fuentes de información

1. Ogata, K., (2011). *Modern Control Engineering*, (5ª Ed.). Prentice-Hall.
2. Kuo, B., (2009). *Automatic Control Systems*, (9ª Ed.). Wiley.
3. Diestefano, J. J., (2010). *Feedback and Control Systems*, (5ª Ed.). Mc. Graw Hill.
4. Xue D., ChenYQ., Atherton D. P. (2007). *Linear feedback control: analysis and design with Matlab*. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM).
5. Dorf, R. C., (2010). *Modern Control Systems*, (12ª. Ed.). Pearson-Prentice Hall.
6. Umez E. E., (2001). *Dinámica de sistemas y control*, (1ª. Ed.). Thomson International.
7. Houpis, C. H., Sheldon S. y D'azzo, J. J., (2003). *Linear control system analysis & design*, (5ª Ed.). C.R.C. Press.
8. Nise, N. S., (2000) *Sistemas de control para ingeniería*, (1ª Ed.). CECSA.
9. Rohrs, Ch. S., (1994), *Sistemas de control lineal*, Ed. Mac Graw Hill.
10. Karni, S., (1986). *Analysis of electrical networks*, Ed. John Wiley & Sons.
11. Bolton, W. (2001). *Ingeniería de control*, Ed. Alfaomega.
12. Phillips Ch. L., Parr J. M., (2011). *Feedback control systems*. (5ª Ed.). Prentice Hall.
13. Etter, D., (1998). *Solución de problemas de ingeniería con MatLab*, Mc. Graw Hill.
14. Ogata, K., (1998). *Problemas de ingeniería de control usando MatLab*, (1ª. Ed.). Prentice Hall.
15. Kailath, T. (1980). *Linear systems*, Prentice Hall.
16. Lindner, D. K. (2002). *Introducción a las señales y los sistemas*, Mc. Graw Hill.
17. Creus S. A., (2007). *Simulación y control de procesos por ordenador*, Marcombo.