



## Programa de asignatura por competencias de educación superior

### Sección I. Identificación del Curso

Tabla 1. Identificación de la Planificación del Curso.

|                          |                        |                       |                                |                        |          |
|--------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------------|------------------------|----------|
| <b>Actualización:</b>    | Septiembre 27, 2022    |                       |                                |                        |          |
| <b>Carrera:</b>          | Ingeniería Mecatrónica | <b>Asignatura:</b>    | Teoría de control I            |                        |          |
| <b>Academia:</b>         | Control / Control      | <b>Clave:</b>         | 19SME19                        |                        |          |
| <b>Módulo formativo:</b> | Control                | <b>Seriación:</b>     | 19SME27 - Teoría de control II |                        |          |
| <b>Tipo de curso:</b>    | Presencial             | <b>Prerrequisito:</b> | 19SME31 - Manufactura avanzada |                        |          |
| <b>Semestre:</b>         | Sexto                  | <b>Créditos:</b>      | 5.62                           | <b>Horas semestre:</b> | 90 horas |
| <b>Teoría:</b>           | 3 horas                | <b>Práctica:</b>      | 2 horas                        | <b>Trabajo indpt.:</b> | 0 horas  |
|                          |                        |                       |                                | <b>Total x semana:</b> | 5 horas  |

## Sección II. Objetivos educacionales

Tabla 2. Objetivos educacionales

| Objetivos educacionales |  | Criterios de desempeño  | Indicadores  |
|-------------------------|--|---|--|
| 1                       | El egresado solucionará problemas del entorno laboral en el que se desempeñe, mediante el uso de conocimientos técnicos adquiridos para la identificación, desarrollo innovador, aplicación y control de las posibles soluciones, utilizando sus habilidades en mecánica, electrónica, control y automatización para dar el resultado adecuado según las condiciones del problema. | El egresado aplicará las técnicas y metodologías para la identificación de problemas referentes a su entorno laboral, proponiendo soluciones creativas e innovadoras para los mismos. | % de alumnos que implementan diversidad de técnicas y metodologías para identificar problemas en su entorno laboral. |
| 2                       | El egresado diseñará, mejorará o mantendrá de forma eficiente y sustentable equipos que cubran adecuadamente las diferentes necesidades del ámbito laboral, utilizando sus competencias técnicas de diseño, con sus conocimientos de materiales, control y procesos para lograr la mejor solución innovadora de la necesidad planteada.  | El egresado fundamentará documentalmente la solución a problemas, desde la identificación hasta su resolución.  | % de egresados que diseñan, mejoran o dan mantenimiento a equipos.   |
| 3                       | El egresado generará relaciones interpersonales y profesionales de otras áreas, para desarrollar habilidades técnicas, administrativas y colaborativas en el desarrollo de proyectos mecatrónicos.   | El egresado desarrollará canales de comunicación y de gestión con departamentos y áreas relacionadas con los proyectos que lidera y coordina.   | % de egresados que participan en más de un departamento y/o área por proyecto con las que se relaciona.              |



| Atributos de egreso de plan de estudios |   | Criterios de desempeño  | Componentes   |
|---|---|---|---|
| 1                                       | Identificar y resolver problemas en el campo de la mecatrónica aplicando los principios de las ciencias básicas como la matemáticas y física, así como otras ciencias de la ingeniería. | - Comprender la importancia de los modelos matemáticos para su estudio en teoría de control y su análisis en la frecuencia y en el tiempo. Diagramas de bloques para modelos complejos. | 1.1 Clasificación de los sistemas de control.<br>1.1.1 Sistemas de lazo cerrado.<br>1.1.2 Sistemas de lazo abierto.<br>1.2 Transformada de Laplace.<br>1.2.1 Resumen de variable compleja.<br>1.2.2 Definición de Transformada de Laplace y funciones elementales.<br>1.2.3 Teoremas y propiedades de la Transformada de Laplace.<br>1.3 Transformada Inversa de Laplace (método en fracciones parciales).<br>1.4 Solución de ecuaciones diferenciales por el método de la Transformada de Laplace.<br>2.1 Definición de función de transferencia.<br>2.2 Modelado de sistemas mecánicos.<br>2.2.1 Traslacionales.<br>2.2.2 Rotacionales.<br>2.3 Modelado de sistemas eléctricos.<br>2.3.1 Método por análisis de mallas.<br>2.3.2 Método por análisis de nodos.<br>3.1 Diagramas de Bloques.<br>3.1.1 Componentes de los diagramas de bloques.<br>3.1.2 Reglas de los diagramas de bloques.<br>3.1.3 Reducción de los diagramas de bloques para sistemas complejos.<br>3.2 Gráficos de flujo de señal. |



Continuación: Tabla 2. Objetivos educacionales (continuación)

| No. | Atributos de egreso de plan de estudios   | Criterios de desempeño   | Componentes  |
|-----|---|--|--|
|     |   |  | 3.2.1 Componentes de los gráficos de flujo de señal.<br>3.2.2 Fórmula de ganancia de Mason.<br>3.3 Conversión de diagramas de bloques a gráficos de flujo de señal y viceversa.<br>4. Espacio de estados.<br>4.1.1 Definiciones en el espacio de estados.<br>4.1.2 Representaciones en el espacio de estados a partir de una función de transferencia.<br>4.1.3 Modelado en el espacio de estados de sistemas mecánicos y eléctricos.<br>4.2 Conversión del espacio de estados a función de transferencia<br>4.3 Transformaciones lineales.<br>4.3.1 Transformaciones de similitud.<br>4.3.2 Diagonalización.<br>4.3.3 Jordan. |
| 2   | Desarrollar procesos y productos industriales desde un enfoque mecánico, electrónico, robótico, automatización y control, utilizando el juicio ingenieril para establecer conclusiones. | - Analizar y comprender la importancia de las señales frecuentes para la excitación de sistemas, por medio de simulaciones y ejemplos prácticos. Así como el modelado de sistemas y su respuesta en la frecuencia, análisis de estabilidad y erro en estado estable. | 5.1 Introducción.<br>5.2 Sistemas de primer orden.<br>5.2.1 Respuesta a la entrada escalón unitario.<br>5.2.2 Respuesta a la entrada rampa unitaria.<br>5.2.3 Parámetros de la respuesta transitoria.<br>5.3 Sistemas de segundo orden.<br>5.3.1 Sobreamortiguado.<br>5.3.2 Críticamente amortiguado.<br>5.3.3 Subamortiguado.<br>5.3.4 Sistema marginalmente estable.<br>5.4 Características de la respuesta transitoria.<br>5.4.1 Tiempo de retardo.<br>5.4.2 Tiempo de crecimiento.<br>5.4.3 Tiempo pico.   |



Continuación: Tabla 2. Objetivos educacionales (continuación)

| No. | Atributos de egreso de plan de estudios  | Criterios de desempeño   | Componentes   |
|-----|--|--|---|
|     |  |  | 5.4.4 Máximo sobreimpulso.<br>5.4.5 Tiempo de establecimiento<br>5.5 Sistemas de orden superior.<br>6.1 Definición.<br>6.2 Criterio de estabilidad de Routh-Hurwitz.<br>6.3 Casos especiales.<br>6.3.1 Elemento cero en la primera columna.<br>6.3.2 Renglón de ceros.<br>6.4 Rango de estabilidad mediante el criterio de Routh-Hurwitz.<br>6.5 Error en estado estable.<br>6.5.1 Tipo de sistema.<br>6.5.2 Error en estado estable ante una entrada escalón unitario.<br>6.5.3 Error en estado estable ante una entrada rampa unitaria.<br>6.5.4 Error en estado estable ante una entrada parábola unitaria.<br>6.5.5 Error en estado estable para sistema con retroalimentación no unitaria. |
| 3   | Aportar soluciones creativas a problemas de ingeniería mecatrónica de manera autónoma y en equipo. | - Analizar, comprender y aplicar los tipos de acción de control para la regulación de control de procesos industriales y simulaciones y ejemplos práctico. | 7.1 Introducción.<br>7.2 Control por dos posiciones on-off.<br>7.3 Acción Proporcional P.<br>7.4 Acción Integral I.<br>7.5 Acción Derivativa D.<br>7.6 Acción Proporcional + Integral PI.<br>7.7 Acción Proporcional + Derivativa PD.<br>7.8 Acción Proporcional + Integral + Derivativa PID.   |

### Sección III. Atributos de la asignatura

Tabla 3. Atributos de la asignatura

| Problema a resolver   |   |   |
|---|---|---|
| Enseñar y dar habilidades al estudiante en el estudio y solucionar problemas en la frecuencia y el tiempo de modelado matemático de sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos.  |   |   |
| Atributos (competencia específica) de la asignatura   |   |   |
| Analizar y comprender los modelos matemáticos de los sistemas en el dominio de la frecuencia y el tiempo.   |   |   |
| Aportación a la competencia específica  |   | Aportación a las competencias transversales   |
| Saber   | Saber hacer   | Saber Ser   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer la Transformada de Laplace.</li> <li>- Conocer el modelado matemático de sistemas mecánicos y eléctricos en el dominio de la frecuencia.</li> <li>- Conocer el modelado matemático de sistemas mecánicos y eléctricos en el dominio del tiempo (Espacio de Estados).</li> <li>- Analizar la respuesta transitoria y de error en estado estable de los sistemas.</li> <li>- Analizar el plano complejo s para la estabilidad de los sistemas.</li> <li>- Analizar la estabilidad de los sistemas en el dominio de la frecuencia mediante el Criterio de Routh-Hurwitz.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resolver problemas de modelado de sistemas mecánicos y eléctricos en el dominio de la frecuencia.</li> <li>- Resolver problemas de modelado de sistemas mecánicos y eléctricos en el dominio del tiempo.</li> <li>- Resolver problemas de simplificación de sistemas complejos.</li> <li>- Resolver problemas de respuesta transitoria y de error en estado estable de los sistemas.</li> <li>- Resolver problemas de regularización de sistemas de control en lazo cerrado.</li> <li>- Utilizar los controladores para regular a los sistemas de control en lazo cerrado.</li> <li>- Utilizar la Transformada de Laplace para la obtención de modelos matemáticos de sistemas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajo colaborativo.</li> <li>- Comunicación efectiva.</li> <li>- Autonomía en el aprendizaje.</li> </ul> |
| Producto integrador de la asignatura, considerando los avances por unidad   |   |   |
| Portafolio de evidencias se contemplan actividades: tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación y reporte de una práctica de control de un proceso en tiempo real.   |   |   |

## Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.1. Desglose específico de la unidad "Introducción y transformada de Laplace."

| <b>Número y nombre de la unidad:</b> 1. Introducción y transformada de Laplace.  |   |   |  |  |
|--|---|---|--|--|
| <b>Tiempo y porcentaje para esta unidad:</b>   |   | Teoría: 6 horas   | Práctica: 4 horas  | Porcentaje del programa: 11.11%  |
| <b>Aprendizajes esperados:</b>   |   | Analizar y comprender qué son los sistemas de control en lazo cerrado y sistemas de control en lazo abierto, para aplicarlos en posteriores temas y unidades.   |  |  |
| Temas y subtemas (secuencia)   | Criterios de desempeño  | Estrategias didácticas  | Estrategias de evaluación  | Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)   |
| 1.1 Clasificación de los sistemas de control<br>1.1.1 Sistemas de lazo cerrado.<br>1.1.2 Sistemas de lazo abierto.<br>1.2 Transformada de Laplace.<br>1.2.1 Resumen de variable compleja.<br>1.2.2 Definición de Transformada de Laplace y funciones elementales.<br>1.2.3 Teoremas y propiedades de la Transformada de Laplace.<br>1.3 Transformada Inversa de Laplace (método en fracciones parciales).<br>1.4 Solución de ecuaciones diferenciales por el método de la Transformada de Laplace. | <b>Saber:</b><br>- Identificar los sistemas de control en lazo cerrado y abierto.<br>- Identificar las funciones elementales de la Transformada de Laplace.<br>- Identificar los teoremas y propiedades de la Transformada de Laplace.<br>- Identificar el método de expansión en fracciones parciales para solución en el tiempo.<br><br><b>Saber hacer:</b><br>- Aplicar la Transformada de Laplace en la | <b>Estrategias Pre-instruccionales:</b><br>- Rescate de conocimientos previos.<br><br><b>Estrategias Co-instruccionales:</b><br>- Exposición del docente con ayuda de herramientas didácticas electrónicas.<br>- Identificación de la información respecto a los contenidos propuestos en la unidad.<br>- Uso de herramientas electrónicas para apoyo didáctico.<br>- Elaboración de mapas mentales y/o conceptuales.<br>- Resolución de dinámicas, tareas, trabajos y/o actividades. | <b>Evaluación diagnóstica.</b><br>- Examen de diagnóstico por medio de un cuestionario escrito o por medio de plataforma digital.<br><br><b>Evaluación formativa:</b><br>- Actividades y tareas de aprendizaje como mapas mentales y/o conceptuales.<br>- Uso de software para simulación por computadora para análisis de un sistema de control.<br><br><b>Evaluación Sumativa:</b><br>- Examen teórico aplicado en el primer parcial.<br>- Portafolio de evidencias. | - Portafolio de evidencias donde se contemplan las actividades, tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación por computadoras un sistema de control. |



Continuación: Tabla 4.1. Desglose específico de la unidad "Introducción y transformada de Laplace."

| Temas y subtemas (secuencia)  | Criterios de desempeño   | Estrategias didácticas  | Estrategias de evaluación | Producto Integrador de la unidad |
|---|--|---|---------------------------|----------------------------------|
|   | <p>transformación de funciones en el tiempo a la frecuencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar el método de expansión en fracciones parciales para resolver problemas en el dominio de la frecuencia al tiempo.</li> <li>- Aplicar el método de la Transformada de Laplace en la solución de las ecuaciones diferenciales lineales e invariantes en el tiempo.</li> </ul> <p>Ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajo colaborativo.</li> <li>- Comunicación efectiva.</li> <li>- Autonomía en el aprendizaje.</li> </ul> | <p>Estrategias Post-instruccionales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de software para simulación por computadoras sobre los subtemas vistos y aprendidos en la unidad.</li> </ul> |                           |                                  |
| <b>Bibliografía</b>   |  |   |                           |                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nise, N. S. (2007). Sistemas de Control para Ingeniería. México: Patria.</li> <li>- Ogata, K. (2007). Ingeniería de Control Moderna. México: Pearson.</li> <li>- Dorf, R. C.; Bishop, R. H. (2005). Sistemas de Control Moderno. España: Pearson.</li> <li>- Umez, E. (2001). Dinámica de Sistemas y Control. México: Thomson Learning.</li> </ul> |  |   |                           |                                  |

## Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.2. Desglose específico de la unidad "Modelos matemáticos de sistemas en el dominio de la frecuencia."

| <b>Número y nombre de la unidad:</b> 2. Modelos matemáticos de sistemas en el dominio de la frecuencia.   |  |   |   |  |         |                          |        |
|---|--|---|---|--|---------|--------------------------|--------|
| <b>Tiempo y porcentaje para esta unidad:</b>  |  | Teoría:   | 12 horas  | Práctica:  | 8 horas | Porcentaje del programa: | 22.22% |
| <b>Aprendizajes esperados:</b>  |  | Analizar y determinar los modelos matemáticos de sistemas mecánicos traslacionales y rotacionales, así como sistemas eléctricos, para aplicarlos en posteriores temas y unidades.   |   |  |         |                          |        |
| Temas y subtemas (secuencia)  | Criterios de desempeño   | Estrategias didácticas  | Estrategias de evaluación   | Producto Integrador de la unidad<br>(Evidencia de aprendizaje de la unidad)  |         |                          |        |
| 2.1 Definición de función de transferencia.<br>2.2 Modelado de sistemas mecánicos.<br>2.2.1 Traslacionales.<br>2.2.2 Rotacionales.<br>2.3 Modelado de sistemas eléctricos.<br>2.3.1 Método por análisis de mallas.<br>2.3.2 Método por análisis de nodos. | Saber:<br>- Identificar qué es la función transferencia.<br>- Identificar los modelos matemáticos de sistemas mecánicos traslacionales.<br>- Identificar los modelos matemáticos de sistemas mecánicos rotacionales.<br>- Identificar el método por análisis de mallas.<br>- Identificar el método por análisis de nodos.<br><br>Saber hacer:<br>- Aplicar el método de impedancias para | Estrategias Pre-instruccionales<br>- Rescate de conocimientos previos.<br><br>Estrategias Co-instruccionales:<br>- Exposición del docente con ayuda de herramientas didácticas electrónicas.<br>- Identificación de la información respecto a los contenidos propuestos en la unidad.<br>- Uso de herramientas electrónicas para apoyo didáctico.<br>- Elaboración de mapas mentales y/o conceptuales.<br>- Resolución de dinámicas, tareas, trabajos y/o actividades.<br><br>Estrategias Post-instruccionales:<br>- Uso de software para | Evaluación diagnóstica.<br>- Examen de diagnóstico por medio de un cuestionario escrito o por medio de plataforma digital.<br><br>Evaluación formativa:<br>- Actividades y tareas de aprendizaje como mapas mentales y/o conceptuales.<br>- Uso de software para simulación por computadora para análisis de un sistema de control.<br><br>Evaluación Sumativa:<br>- Examen teórico aplicado en el primer parcial.<br>- Portafolio de evidencias. | - Portafolio de evidencias donde se contemplan las actividades, tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación por computadoras un sistema de control. |         |                          |        |



Continuación: Tabla 4.2. Desglose específico de la unidad "Modelos matemáticos de sistemas en el dominio de la frecuencia."

| Temas y subtemas (secuencia) | Criterios de desempeño  | Estrategias didácticas  | Estrategias de evaluación | Producto Integrador de la unidad |
|------------------------------|---|---|---------------------------|----------------------------------|
|                              | <p>la obtención de los modelos matemáticos de sistemas mecánicos traslacionales y rotacionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar el método por análisis de mallas para el modelado matemático de sistemas eléctricos.</li> <li>- Aplicar el método por análisis de nodos para el modelado matemático de sistemas eléctricos.</li> </ul> <p>Ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajo colaborativo.</li> <li>- Comunicación efectiva.</li> <li>- Autonomía en el aprendizaje.</li> </ul> | <p>simulación por computadoras sobre los subtemas vistos y aprendidos en la unidad.</p> |                           |                                  |

**Bibliografía**

- Nise, N. S. (2007). Sistemas de Control para Ingeniería. México: Patria.
- Ogata, K. (2007). Ingeniería de Control Moderna. México: Pearson.
- Dorf, R. C.; Bishop, R. H. (2005). Sistemas de Control Moderno. España: Pearson.
- Umez, E. (2001). Dinámica de Sistemas y Control. México: Thomson Learning.

## Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.3. Desglose específico de la unidad "Diagramas de bloques y gráficos de flujo de señal."

| <b>Número y nombre de la unidad:</b> 3. Diagramas de bloques y gráficos de flujo de señal.   |   |  |   |  |
|--|---|--|---|--|
| <b>Tiempo y porcentaje para esta unidad:</b>   |   | Teoría: 7 horas  | Práctica: 3 horas   | Porcentaje del programa: 11.11%  |
| <b>Aprendizajes esperados:</b>   |   | Analizar, comprender y aplicar el álgebra de bloques, así como los gráficos de flujo de señal, en la simplificación de sistemas complejos, para aplicarlos en posteriores temas y unidades.  |   |  |
| Temas y subtemas (secuencia)   | Criterios de desempeño  | Estrategias didácticas   | Estrategias de evaluación   | Producto Integrador de la unidad<br>(Evidencia de aprendizaje de la unidad)  |
| 3.1 Diagramas de Bloques.<br>3.1.1 Componentes de los diagramas de bloques.<br>3.1.2 Reglas de los diagramas de bloques.<br>3.1.3 Reducción de los diagramas de bloques para sistemas complejos.<br>3.2 Gráficos de flujo de señal.<br>3.2.1 Componentes de los gráficos de flujo de señal.<br>3.2.2 Fórmula de ganancia de Mason.<br>3.3 Conversión de diagramas de bloques a gráficos de flujo de señal y viceversa. | <b>Saber:</b><br>- Identificar los diagramas de bloques.<br>- Identificar los componentes y reglas de los diagramas de bloques.<br>- Identificar los gráficos de flujo de señal.<br>- Identificar los componentes de los gráficos de flujo de señal.<br>- Identificar la fórmula de Mason.<br>- Identificar la conversión de diagrama de bloques a gráfico de flujo de señal.<br><b>Saber hacer:</b><br>- Aplicar las reglas del álgebra de bloques en la simplificación de sistemas complejos. | <b>Estrategias Pre-instruccionales:</b><br>- Rescate de conocimientos previos.<br><b>Estrategias Co-instruccionales:</b><br>- Exposición del docente con ayuda de herramientas didácticas electrónicas.<br>- Identificación de la información respecto a los contenidos propuestos en la unidad.<br>- Uso de herramientas electrónicas para apoyo didáctico.<br>- Elaboración de mapas mentales y/o conceptuales.<br>- Resolución de dinámicas, tareas, trabajos y/o actividades.<br><b>Estrategias Post-instruccionales:</b><br>- Uso de software para simulación por | <b>Evaluación diagnóstica.</b><br>- Examen de diagnóstico por medio de un cuestionario escrito o por medio de plataforma digital.<br><b>Evaluación formativa:</b><br>- Actividades y tareas de aprendizaje como mapas mentales y/o conceptuales.<br>- Uso de software para simulación por computadora para análisis de un sistema de control.<br><b>Evaluación Sumativa:</b><br>- Examen teórico aplicado en el segundo parcial.<br>- Portafolio de evidencias. | - Portafolio de evidencias donde se contemplan las actividades, tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación por computadoras un sistema de control. |



Continuación: Tabla 4.3. Desglose específico de la unidad "Diagramas de bloques y gráficos de flujo de señal."

| Temas y subtemas (secuencia)  | Criterios de desempeño   | Estrategias didácticas   | Estrategias de evaluación | Producto Integrador de la unidad |
|---|--|--|---------------------------|----------------------------------|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar las reglas de la fórmula de Mason en la simplificación de sistemas complejos.</li> <li>- Aplicar los criterios de conversión de diagramas de bloques a gráficos de flujo de señal y viceversa.</li> </ul> <p>Ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajo colaborativo.</li> <li>- Comunicación efectiva.</li> <li>- Autonomía en el aprendizaje.</li> </ul> | <p>computadoras sobre los subtemas vistos y aprendidos en la unidad.</p> |                           |                                  |
| <b>Bibliografía</b>   |  |  |                           |                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nise, N. S. (2007). Sistemas de Control para Ingeniería. México: Patria.</li> <li>- Ogata, K. (2007). Ingeniería de Control Moderna. México: Pearson.</li> </ul> |  |  |                           |                                  |

## Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.4. Desglose específico de la unidad "Modelado en el espacio de estados."

| Número y nombre de la unidad: 4. Modelado en el espacio de estados.   |   |   |  |  |         |                          |        |
|---|---|---|--|--|---------|--------------------------|--------|
| Tiempo y porcentaje para esta unidad:   |   | Teoría:   | 12 horas   | Práctica:  | 8 horas | Porcentaje del programa: | 22.22% |
| Aprendizajes esperados: Analizar, comprender y aplicar el espacio de estados en el modelado de sistemas.  |   |   |  |  |         |                          |        |
| Temas y subtemas (secuencia)  | Criterios de desempeño  | Estrategias didácticas  | Estrategias de evaluación  | Producto Integrador de la unidad<br>(Evidencia de aprendizaje de la unidad)  |         |                          |        |
| 4.3 Espacio de estados.<br>4.3.1 Definiciones en el espacio de estados.<br>4.3.2 Representaciones en el espacio de estados a partir de una función de transferencia.<br>4.3.3 Modelado en el espacio de estados de sistemas mecánicos y eléctricos.<br>4.4 Conversión del espacio de estados a función de transferencia.<br>4.5 Transformaciones lineales.<br>4.5.1 Transformaciones de similitud.<br>4.5.2 Diagonalización.<br>4.5.3 Jordan. | Saber:<br>- Identificar el espacio de estados.<br>- Identificar las ecuaciones del espacio de estados.<br>- Identificar las representaciones o formas más utilizadas en el espacio de estados.<br>- Identificar los modelos de sistemas mecánicos y eléctricos en el espacio de estados.<br>- Identificar la expresión de transformación del espacio de estado a función transferencia.<br>- Identificar las transformaciones de similitud, diagonalización y Jordan. | Estrategias Pre-instruccionales:<br>- Rescate de conocimientos previos.<br><br>Estrategias Co-instruccionales:<br>- Exposición del docente con ayuda de herramientas didácticas electrónicas.<br>- Identificación de la información respecto a los contenidos propuestos en la unidad.<br>- Uso de herramientas electrónicas para apoyo didáctico.<br>- Elaboración de mapas mentales y/o conceptuales.<br>- Resolución de dinámicas, tareas, trabajos y/o actividades.<br><br>Estrategias Post-instruccionales:<br>- Uso de software para simulación por | Evaluación diagnóstica:<br>- Examen de diagnóstico por medio de un cuestionario escrito o por medio de plataforma digital.<br><br>Evaluación formativa:<br>- Actividades y tareas de aprendizaje como mapas mentales y/o conceptuales.<br>- Uso de software para simulación por computadora para análisis de un sistema de control.<br><br>Evaluación Sumativa:<br>- Examen teórico aplicado en el segundo parcial.<br>- Portafolio de evidencias. | - Portafolio de evidencias donde se contemplan las actividades, tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación por computadoras un sistema de control. |         |                          |        |



Continuación: Tabla 4.4. Desglose específico de la unidad "Modelado en el espacio de estados."

| Temas y subtemas (secuencia) | Criterios de desempeño   | Estrategias didácticas   | Estrategias de evaluación | Producto Integrador de la unidad |
|------------------------------|--|--|---------------------------|----------------------------------|
|                              | <p>Saber hacer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar las variables de fase para obtener la forma canónica controlable.</li> <li>- Aplicar el método cascada de factores de primer orden para llegar al espacio de estados.</li> <li>- Aplicar el método de fracciones parciales para obtener las formas canónicas diagonal y Jordan.</li> <li>- Aplicar el método de anidación para llegar a la forma canónica observable.</li> <li>- Aplicar las leyes Kirchoff en circuitos para el espacio de estado de estados de un sistema eléctrico.</li> <li>- Aplicar la expresión para pasar del espacio de estados a función de transferencia.</li> <li>- Aplicar los conceptos y expresiones del álgebra matricial para pasar de una representación a otra representación del espacio de estados.</li> </ul> <p>Ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajo colaborativo.</li> </ul> | <p>computadoras sobre los subtemas vistos y aprendidos en la unidad.</p> |                           |                                  |



Continuación: Tabla 4.4. Desglose específico de la unidad "Modelado en el espacio de estados."

| Temas y subtemas (secuencia)   | Criterios de desempeño  | Estrategias didácticas | Estrategias de evaluación | Producto Integrador de la unidad |
|--|---|------------------------|---------------------------|----------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>- Comunicación efectiva.</li><li>- Autonomía en el aprendizaje.</li></ul> |                        |                           |                                  |
| <b>Bibliografía</b>  |   |                        |                           |                                  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Nise, N. S. (2007). Sistemas de Control para Ingeniería. México: Patria.</li><li>- Ogata, K. (2007). Ingeniería de Control Moderna. México: Pearson.</li><li>- Dorf, R. C.; Bishop, R. H. (2005). Sistemas de Control Moderno. España: Pearson.</li><li>- Umez, E. (2001). Dinámica de Sistemas y Control. México: Thomson Learning.</li></ul> |   |                        |                           |                                  |

## Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.5. Desglose específico de la unidad "Análisis de respuesta transitoria."

| <b>Número y nombre de la unidad:</b> 5. Análisis de respuesta transitoria.  |   |   |   |  |         |                          |        |
|---|---|---|---|--|---------|--------------------------|--------|
| <b>Tiempo y porcentaje para esta unidad:</b>  |   | Teoría:   | 7 horas   | Práctica:  | 4 horas | Porcentaje del programa: | 12.22% |
| <b>Aprendizajes esperados:</b>  |   | Analizar, comprender y aplicar los conceptos empleados en la respuesta transitoria de sistemas de primer orden y segundo orden, para aplicarlos en posteriores temas y unidades.  |   |  |         |                          |        |
| Temas y subtemas (secuencia)  | Criterios de desempeño  | Estrategias didácticas  | Estrategias de evaluación   | Producto Integrador de la unidad<br>(Evidencia de aprendizaje de la unidad)  |         |                          |        |
| 5.1 Introducción.<br>5.2 Sistemas de primer orden.<br>5.2.1 Respuesta a la entrada escalón unitario.<br>5.2.2 Respuesta a la entrada rampa unitaria.<br>5.2.3 Parámetros de la respuesta transitoria.<br>5.3 Sistemas de segundo orden.<br>5.3.1 Sobreamortiguado.<br>5.3.2 Críticamente amortiguado.<br>5.3.3 Subamortiguado.<br>5.3.4 Sistema marginalmente estable.<br>5.4 Características de la respuesta transitoria.<br>5.4.1 Tiempo de retardo.<br>5.4.2 Tiempo de crecimiento.<br>5.4.3 Tiempo pico.<br>5.4.4 Máximo sobreimpulso.<br>5.4.5 Tiempo de establecimiento | Saber:<br><br>- Identificar sistemas de primer orden.<br><br>- Identificar los parámetros de un sistema de primer orden.<br><br>- Identificar la curva de respuesta de un sistema de primer orden ante una entrada escalón unitario y una entrada rampa.<br><br>- Identificar los tipos de sistema de segundo orden.<br><br>- Identificar las curvas de respuesta para los diferentes tipos de sistemas de segundo orden. | Estrategias Pre-instruccionales:<br><br>- Rescate de conocimientos previos.<br><br>Estrategias Co-instruccionales:<br><br>- Exposición del docente con ayuda de herramientas didácticas electrónicas.<br><br>- Identificación de la información respecto a los contenidos propuestos en la unidad.<br><br>- Uso de herramientas electrónicas para apoyo didáctico.<br><br>- Elaboración de mapas mentales y/o conceptuales.<br><br>- Resolución de dinámicas, tareas, trabajos y/o actividades.<br><br>Estrategias Post-instruccionales:<br><br>- Uso de software para simulación por | Evaluación diagnóstica.<br><br>- Examen de diagnóstico por medio de un cuestionario escrito o por medio de plataforma digital.<br><br>Evaluación formativa:<br><br>- Actividades y tareas de aprendizaje como mapas mentales y/o conceptuales.<br><br>- Uso de software para simulación por computadora para análisis de un sistema de control.<br><br>Evaluación Sumativa:<br><br>- Examen teórico aplicado en el tercer parcial.<br><br>- Portafolio de evidencias. | - Portafolio de evidencias donde se contemplan las actividades, tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación por computadoras un sistema de control. |         |                          |        |



Continuación: Tabla 4.5. Desglose específico de la unidad "Análisis de respuesta transitoria."

| Temas y subtemas (secuencia)    | Criterios de desempeño   | Estrategias didácticas   | Estrategias de evaluación | Producto Integrador de la unidad |
|---------------------------------|--|--|---------------------------|----------------------------------|
| 5.5 Sistemas de orden superior. | <ul style="list-style-type: none"> <li>. Identificar los parámetros de un sistema de subamortiguado.</li> <li>- Identificar los sistemas de orden superior.</li> </ul> <p>Saber hacer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar la parametrización para resolver la dinámica un sistema de primer orden ante la entrada escalón.</li> <li>- Aplicar el factor de amortiguamiento relativo para determinar el tipo de sistema.</li> <li>- Aplicar la parametrización para determinar la dinámica de un sistema subamortiguado.</li> <li>- Aplicar el método de simplificación de sistemas de alto orden.</li> </ul> <p>Ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>? Trabajo colaborativo.</li> <li>? Comunicación efectiva.</li> <li>? Autonomía en el aprendizaje.</li> </ul> | <p>computadoras sobre los subtemas vistos y aprendidos en la unidad.</p> |                           |                                  |

**Bibliografía**

- Nise, N. S. (2007). Sistemas de Control para Ingeniería. México: Patria.
- Ogata, K. (2007). Ingeniería de Control Moderna. México: Pearson.
- Dorf, R. C.; Bishop, R. H. (2005). Sistemas de Control Moderno. España: Pearson.
- Umez, E. (2001). Dinámica de Sistemas y Control. México: Thomson Learning.

## Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.6. Desglose específico de la unidad "Estabilidad y error en estado estable."

| <b>Número y nombre de la unidad:</b> 6. Estabilidad y error en estado estable.   |  |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
| <b>Tiempo y porcentaje para esta unidad:</b>   |  | Teoría: 7 horas  | Práctica: 4 horas   | Porcentaje del programa: 12.22%  |
| <b>Aprendizajes esperados:</b>   |  | Analizar, comprender y determinar si un sistema de control en lazo cerrado es estable o no estable; así como determinar su error en estado estable, para aplicarlos en posteriores temas y unidades.   |   |  |
| Temas y subtemas (secuencia)   | Criterios de desempeño   | Estrategias didácticas   | Estrategias de evaluación   | Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)   |
| 6.1 Definición.<br>6.2 Criterio de estabilidad de Routh-Hurwitz.<br>6.3 Casos especiales.<br>6.3.1 Elemento cero en la primera columna<br>6.3.2 Renglón de ceros.<br>6.4 Rango de estabilidad mediante el criterio de Routh-Hurwitz.<br>6.5 Error en estado estable.<br>6.5.1 Tipo de sistema.<br>6.5.2 Error en estado estable ante una entrada escalón unitario.<br>6.5.3 Error en estado estable ante una entrada rampa unitaria.<br>6.5.4 Error en estado estable ante una entrada parábola unitaria.<br>6.5.5 Error en estado estable para sistema con retroalimentación no unitaria. | Saber:<br>- Identificar la zona de estabilidad en el plano complejo S.<br>- Identificar la localización de las raíces en el plano complejo S.<br>- Identificar el criterio de estabilidad de Routh-Hurwitz para la estabilidad de un sistema.<br>- Identificar los tipos de sistemas que se dan a través de la cantidad de integradores que presenta.<br>- Identificar los tipos de entradas que se dan en el dominio de la frecuencia | Estrategias Pre-instruccionales:<br>- Identificar conocimiento previo.<br><br>Estrategias Co-instruccionales:<br>- Exposición del docente con ayuda de herramientas didácticas electrónicas.<br>- Identificación de la información respecto a los contenidos propuestos en la unidad.<br>- Uso de herramientas electrónicas para apoyo didáctico.<br>- Elaboración de mapas mentales y/o conceptuales.<br>- Resolución de dinámicas, tareas, trabajos y/o actividades.<br><br>Estrategias Post-instruccionales:<br>- Uso de software para simulación por | Evaluación diagnóstica.<br>- Examen de diagnóstico por medio de un cuestionario escrito o por medio de plataforma digital.<br><br>Evaluación formativa:<br>- Actividades y tareas de aprendizaje como mapas mentales y/o conceptuales.<br>- Uso de software para simulación por computadora para análisis de un sistema de control.<br><br>Evaluación Sumativa:<br>- Examen teórico aplicado en el tercer parcial.<br>- Portafolio de evidencias. | - Portafolio de evidencias donde se contemplan las actividades, tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación por computadoras un sistema de control. |



Continuación: Tabla 4.6. Desglose específico de la unidad "Estabilidad y error en estado estable."

| Temas y subtemas (secuencia)  | Criterios de desempeño   | Estrategias didácticas   | Estrategias de evaluación | Producto Integrador de la unidad |
|---|--|--|---------------------------|----------------------------------|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar el error en estado estable.</li> <br/> <li>Saber hacer:</li> <li>- Aplicar el criterio de Routh-Hurwitz en la solución de problemas de estabilidad de un sistema en lazo cerrado.</li> <li>-Aplicar el criterio de Routh-Hurwitz en la determinación del rango de estabilidad de un sistema en lazo cerrado.</li> <li>- Aplicar las expresiones de error en estado estable de acuerdo con el tipo de sistema y tipo de entrada para su determinación.</li> <br/> <li>Ser:</li> <li>- Trabajo colaborativo.</li> <li>- Comunicación efectiva.</li> <li>- Autonomía en el aprendizaje.</li> </ul> | <p>computadoras sobre los subtemas vistos y aprendidos en la unidad.</p> |                           |                                  |
| <b>Bibliografía</b>   |  |  |                           |                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nise, N. S. (2007). Sistemas de Control para Ingeniería. México: Patria.</li> <li>- Ogata, K. (2007). Ingeniería de Control Moderna. México: Pearson.</li> <li>- Dorf, R. C.; Bishop, R. H. (2005). Sistemas de Control Moderno. España: Pearson.</li> <li>- Umez, E. (2001). Dinámica de Sistemas y Control. México: Thomson Learning.</li> </ul> |  |  |                           |                                  |

## Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.7. Desglose específico de la unidad "Modos de acciones de control."

| <b>Número y nombre de la unidad:</b> 7. Modos de acciones de control.   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|--|
| <b>Tiempo y porcentaje para esta unidad:</b>  |   | Teoría: 2 horas   | Práctica: 6 horas   | Porcentaje del programa: 8.89%   |
| <b>Aprendizajes esperados:</b>  |   | Analizar, comprender y aplicar los tipos de acción de control que podrán ser utilizados en la regularización de las variables que existen en los procesos industriales.   |   |  |
| Temas y subtemas (secuencia)  | Criterios de desempeño  | Estrategias didácticas  | Estrategias de evaluación   | Producto Integrador de la unidad<br>(Evidencia de aprendizaje de la unidad)  |
| 7.1 Introducción.<br>7.2 Control por dos posiciones on-off.<br>7.3 Acción Proporcional P.<br>7.4 Acción Integral I.<br>7.5 Acción Derivativa D.<br>7.6 Acción Proporcional + Integral PI.<br>7.7 Acción Proporcional + Derivativa PD.<br>7.8 Acción Proporcional + Integral + Derivativa PID. | <p>Saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar los tipos de acciones de control que existan para regular las variables que existen en los procesos.</li> <li>- Identificar la expresión que corresponde a cada acción de control.</li> <li>- Identificar la funcionalidad de cada una de las acciones de control.</li> </ul> <p>Saber hacer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar el tipo de acción de control que corresponda específicamente a resolver la dinámica de un proceso.</li> <li>- Aplicar el tipo de acción de control que</li> </ul> | <p>Estrategias Pre-instruccionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rescate de conocimientos previos.</li> </ul> <p>Estrategias Co-instruccionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exposición del docente con ayuda de herramientas didácticas electrónicas.</li> <li>- Identificación de la información respecto a los contenidos propuestos en la unidad.</li> <li>- Uso de herramientas electrónicas para apoyo didáctico.</li> <li>- Elaboración de mapas mentales y/o conceptuales.</li> <li>- Resolución de dinámicas, tareas, trabajos y/o actividades.</li> </ul> <p>Estrategias Post-instruccionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de software para simulación por</li> </ul> | <p>Evaluación diagnóstica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Examen de diagnóstico por medio de un cuestionario escrito o por medio de plataforma digital.</li> </ul> <p>Evaluación formativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Actividades y tareas de aprendizaje como mapas mentales y/o conceptuales.</li> <li>- Uso de software para simulación por computadora para análisis de un sistema de control.</li> </ul> <p>Evaluación Sumativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Examen teórico aplicado en el tercer parcial.</li> <li>- Portafolio de evidencias.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Portafolio de evidencias donde se contemplan las actividades, tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación por computadoras un sistema de control.</li> </ul> |



Continuación: Tabla 4.7. Desglose específico de la unidad "Modos de acciones de control."

| Temas y subtemas (secuencia)  | Criterios de desempeño  | Estrategias didácticas  | Estrategias de evaluación | Producto Integrador de la unidad |
|---|---|---|---------------------------|----------------------------------|
|   | resuelva el error en estado estable de un proceso.<br><br>Ser:<br>- Trabajo colaborativo.<br>- Comunicación efectiva.<br>- Autonomía en el aprendizaje. | computadoras sobre los subtemas vistos y aprendidos en la unidad. |                           |                                  |
| <b>Bibliografía</b>   |   |   |                           |                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nise, N. S. (2007). Sistemas de Control para Ingeniería. México: Patria.</li> <li>- Ogata, K. (2007). Ingeniería de Control Moderna. México: Pearson.</li> <li>- Dorf, R. C.; Bishop, R. H. (2005). Sistemas de Control Moderno. España: Pearson.</li> <li>- Umez, E. (2001). Dinámica de Sistemas y Control. México: Thomson Learning.</li> </ul> |   |   |                           |                                  |



## V. Perfil docente

Tabla 5. Descripción del perfil docente

| <b>Perfil deseable docente para impartir la asignatura</b>   |
|--|
| <p>Carrera(s): - Ingeniería Mecatrónica.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ingeniería Mecánica Electricista.</li><li>- Ingeniería en instrumentación.</li><li>- Ingeniería Electrónica o carrera afín. o carrera afín<ul style="list-style-type: none"><li>- Deseable que tenga experiencia en instrumentación y control automático.</li><li>- Experiencia mínima de dos años</li><li>- Deseable Maestría o Doctorado con especialidad en Control Automático</li></ul></li></ul> |