

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Mecanismos
Clave de la asignatura:	AED-1043
SATCA¹:	2 - 3 - 5
Carrera:	Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

La asignatura de mecanismos aporta al perfil del estudiante la capacidad de análisis y síntesis cinemático de los elementos de máquinas.

El estudiante se apropiará de los principios y conceptos fundamentales que le permitan abordar con suficiencia el conocimiento de los mecanismos empleados en los sistemas mecánicos.

Los temas a desarrollar en esta asignatura son: introducción a los sistemas mecánicos, análisis cinemático de mecanismos planos, síntesis de mecanismos bidimensionales y engranes, trenes de engranaje y diseño de levas.

En el campo de aplicación de la ingeniería los mecanismos son los elementos de transformación y transmisión de movimiento en una diversidad de máquinas utilizadas en procesos industriales por lo que el dominio del conocimiento los conduce a elevar la eficiencia de procesos en donde se encuentren involucrados.

Es conveniente que el ingeniero mecánico y mecatrónico analice sistemas mecánicos a través de los métodos convencionales, así como de tecnologías avanzadas (software).

Las habilidades adquiridas en esta asignatura son útiles para abordar el diseño de elementos mecánicos; como lo son engranes, ejes, poleas, bandas, entre otros.

Intención didáctica

Esta asignatura se organiza en cinco temas, que cubren los conceptos básicos de introducción a los sistemas mecánicos, análisis cinemático de mecanismos planos, síntesis de mecanismos bidimensionales y engranes, trenes de engranaje y diseño de levas; ofreciendo un enfoque práctico sobre los temas a través de una variedad de aplicaciones reales y ejemplos, estimula al estudiante para que vincule el diseño con el análisis e incentivándolo a relacionar los conceptos fundamentales con la especificación de componentes prácticos.

En el primer tema, se estudian los sistemas mecánicos, conociendo los diferentes tipos de mecanismos y sus aplicaciones, analizándolos para conocer sus relaciones matemáticas, esto permite calcular posición, velocidad y aceleración angular. Además de obtener sus grados de libertad, eslabones, pares cinemáticos y los diferentes criterios para determinarlos.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

En el segundo tema, se abordarán el análisis cinemático de mecanismos planos con la finalidad de que el estudiante determine las posiciones, velocidades y aceleraciones (lineales y angulares) por los diferentes métodos como lo son: el método gráfico, centros instantáneos, métodos de polígonos entre otros.

En el tercer tema se estudian los diferentes tipos de levas, su funcionamiento y se proporcionan los elementos necesarios para el diseño del perfil de las levas y su respectivo seguidor, considerando la estandarización y normalización vigente.

Mientras que en el cuarto tema se estudian los diferentes tipos de engranes y su relación geométrica al integrarlos en trenes de engranaje.

Finalmente, el quinto tema aborda la síntesis de mecanismos planos con la finalidad de realizar el diseño de mecanismos de cuatro barras articuladas y de levas.

La forma en que se abordarán los temas será revisando la literatura, desarrollando actividades prácticas que incluyan demostraciones con prototipos didácticos y la comprobación de la teoría desarrollando la simulación de modelos virtuales.

El enfoque sugerido para la asignatura requiere que las actividades prácticas del estudiante promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: detección de necesidades, elaboración y desarrollo de propuestas de solución; así como su presentación, iniciativa, inventiva y actitud emprendedora, trabajo en equipo. Se deben propiciar procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades complementarias al tratamiento teórico de los temas, de esta forma se refuerza lo analizado previamente, permitiéndole al estudiante comprender la teoría.

En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el facilitador busque sólo guiar a sus estudiantes para que apliquen un procedimiento estructurado e implementen sus diseños.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados y de las observaciones. Considerando las experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer la relación teórica con los aspectos prácticos, ofreciendo escenarios distintos, ya sean construidos, artificiales, virtuales o naturales.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual forma, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo, el interés, la tenacidad, la flexibilidad, la ética, la creatividad y la autonomía.

Es necesario que el facilitador ponga atención y cuidado en estos aspectos durante el desarrollo de las actividades de aprendizaje de 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, Cuautla, 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

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<p>Aplica los métodos gráficos, analíticos y computacionales de análisis y síntesis para el diseño cinemático de sistemas mecánicos, formulando modelos matemáticos y virtuales.</p>

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Aplica los conceptos del cálculo diferencial e integral en los análisis cinemáticos, de posición, velocidad y aceleración de la partícula. • Aplica los principios de producto punto, producto cruz y el cálculo de la resultante en sumatorias vectoriales en los análisis cinemáticos, de posición, velocidad y aceleración. • Resuelve sistemas de ecuaciones lineales para determinar los valores de las variables independientes. • Aplica la cinemática de la partícula y del cuerpo rígido para caracterizar su comportamiento. • Utiliza software de análisis matemático para la solución de sistemas de ecuaciones lineales y la obtención de la derivada y la integral de funciones en el tiempo. • Elaborar dibujos esquemáticos de elementos mecánicos, tales como: mecanismos articulados y engranajes utilizando software.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a los mecanismos	1.1 Generalidades de mecanismos. 1.2 Conceptos básicos: 1.2.1 Eslabones y pares cinemáticos. 1.2.2 Nodos. 1.2.3 Cadenas cinemáticas.

		1.3 Grados de libertad. 1.4 Inversión cinemática. 1.5 Criterio de Grüebler y sus excepciones.
2	Análisis cinemático de mecanismos planos	2.1 Análisis de posición de mecanismos planos por métodos gráfico y analítico. 2.2. Análisis de velocidad de mecanismos planos por métodos gráfico y analítico. 2.3 Análisis de aceleración de mecanismos planos por métodos gráfico y analítico. 2.4 Teorema de Kennedy. 2.5 Análisis de posición, velocidad y aceleración por medio de software.
3	Levas	3.1 Nomenclatura, clasificación y aplicación de levas y seguidores. 3.2 Análisis de diagramas y curvas de desplazamiento, velocidad y aceleración para el seguidor. 3.3 Diseño gráfico y analítico del perfil de levas planas (con seguidor radial, descentrado y de movimiento oscilatorio). 3.4 Diseño de levas planas con la aplicación de Software
4	Engranajes y trenes de engranaje	4.1 Nomenclatura, clasificación y aplicación de los engranajes (rectos, cónicos y helicoidales). 4.2 Diseño de engranajes (rectos, cónicos y helicoidales). 4.3 Estandarización y Normalización de engranajes. 4.4 Análisis cinemático de trenes de engranaje (simples, compuestos y planetarios). 4.5 Diseño de engranajes por medio de software.
5	Síntesis de mecanismos	5.1 Introducción a la síntesis de mecanismos. 5.2 Espaciamiento de los puntos de precisión para la generación de funciones. 5.3 Diseño gráfico y analítico de un mecanismo de cuatro barras articuladas como un generador de funciones. 5.4 Síntesis analítica empleando números complejos. 5.5 Aplicación de software en la síntesis de mecanismos.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Introducción a los sistemas mecánicos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Aplica las diferentes relaciones cinemáticas de Gruebler y Grashoff para comprender el funcionamiento de un mecanismo y determinar sus grados de libertad.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad para organizar y planificar el tiempo • Capacidad de comunicación oral y escrita • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión • Capacidad de investigación • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad de trabajo en equipo • Habilidad para trabajar en forma autónoma 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar la importancia y aplicación del análisis de mecanismos. • Investigar y analizar los conceptos básicos que se emplean en el análisis de mecanismos (tipos de eslabones, tipos de movimiento, pares cinemáticos, desplazamiento, velocidad y aceleración, etc.). • Determinar y discutir los grados de libertad de mecanismos tanto en el plano como en el espacio, aplicando la ecuación de Gruebler. • Comprender el concepto inversión cinemática y aplicar la ley de Grashoff para el análisis de un mecanismo. • Elaborar un mapa conceptual en el que se ubique la relación entre los conceptos expuestos. • Elaborar el prototipo de un mecanismo, que cumpla la relación de Grashoff, con medidas seleccionadas deliberadamente por el estudiante. • Calcular una posición determinada del prototipo trigonométricamente y verificar físicamente dicha solución. • Extender, el procedimiento para análisis de posición empleado en el mecanismo prototipo desarrollado previamente, a otros mecanismos articulados.
Análisis cinemático de mecanismos planos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Analiza mecanismos planos para la determinación de la posición, velocidad y aceleración empleando diferentes métodos y con la aplicación de software.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar aplicaciones de mecanismos en diferentes sistemas mecánicos. • Determinar la posición de los eslabones de un mecanismo de cuatro barras articuladas, aplicando ecuaciones de cierre. • Determinar la velocidad y aceleración relativa de los eslabones, articulaciones y guías móviles de mecanismos planos, aplicando los métodos de: centros instantáneos, diferenciación, polígonos vectoriales, matemáticas vectoriales y números complejos. • Evaluar las ventajas y desventajas de los

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de investigación • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad de trabajo en equipo • Habilidad para trabajar en forma autónoma 	<p>diferentes métodos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar la cinemática de mecanismos planos articulados con la aplicación de software.
Levas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Diseña el perfil de una leva plana en forma gráfica, analítica y mediante la aplicación de software.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión • Capacidad de investigación • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad creativa • Capacidad para tomar decisiones • Capacidad de trabajo en equipo • Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar la nomenclatura, clasificación y arreglos comunes de los mecanismos de leva y seguidor. • Analizar los diagramas y curvas de desplazamiento, velocidad y aceleración de acuerdo al movimiento cinemático requerido por el seguidor. • Diseñar gráfica y analíticamente el perfil de una leva plana, de acuerdo al movimiento cinemático que requiera el seguidor. • Diseñar el perfil de una leva plana con aplicación de software. • Simular el comportamiento cinemático del mecanismo de levas
Engranajes y trenes de engranaje	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Diseña el perfil de los dientes de engranes en forma gráfica, analítica y mediante la aplicación de software.</p> <p>Analiza el funcionamiento cinemático de trenes de engranaje a partir de la relación de velocidad angular.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar la nomenclatura, parámetros, clasificación, funcionamiento y aplicación de los engranes y trenes de engranaje. • Hacer el diseño cinemático del perfil de engranes considerando las normas. • Analizar la ley fundamental del engranaje. • Determinar y analizar mediante los métodos: tabular, ecuación y centros instantáneos, la relación de velocidades angulares de trenes de engranajes simples, compuestos y planetarios.

<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión • Capacidad de investigación • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad creativa • Capacidad para tomar decisiones • Capacidad de trabajo en equipo • Habilidad para trabajar en forma autónoma 	
Síntesis de mecanismos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Diseña mecanismos de cuatro barras articuladas que generen un movimiento deseado, mediante la síntesis de mecanismos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión • Capacidad de investigación • Capacidad para actuar en nuevas situaciones • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad creativa • Capacidad para tomar decisiones • Capacidad de trabajo en equipo • Habilidad para trabajar en forma autónoma 	<ul style="list-style-type: none"> • Definir la clasificación de los problemas en la síntesis de mecanismos. • Analizar los puntos de precisión y el espaciamiento mediante la teoría de Chebyshev. • Analizar y diseñar, de forma gráfica y analítica, un mecanismo de cuatro barras articuladas como un generador de funciones; para la guía de cuerpos y generación de trayectorias. • Describir y analizar la síntesis cinemática empleando números complejos. • Conocer los diferentes mecanismos de levas y seguidores, así como su funcionamiento y aplicación. • Definir y analizar los defectos en los mecanismos, los cuales afectan la síntesis cinemática (defectos de ramificación, de orden y de Grashoff).

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda y recopilación de modelos reales para la identificación de los diferentes pares cinemáticos que los forman. • Análisis de sistemas mecánicos reales para explicar su funcionamiento. • Análisis gráfico de desplazamientos. • Análisis gráfico de velocidad y aceleración. • Análisis cinemático mediante software del comportamiento de un sistema mecánico. • Diseño de un mecanismo para generación de una función. • Diseño de sistema para la conducción de cuerpo rígido. • Comprobación de los criterios de Grashof en un mecanismo de cuatro barras • Comprobación de la inversión cinemática en el mecanismo biela manivela mediante el

- uso de software.
- Evaluación de la aceleración de Coriolis en un mecanismo de retorno rápido.
- Identificación de una transmisión de engranes.
- Cálculo y análisis de una transmisión de engranes.
- Construcción de un tren de engranes con piezas de rehúso.
- Diseño y maquinado de un mecanismo de leva.
- Síntesis de diferentes trayectorias de mecanismo articulado.

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 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

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

- Lista de cotejo o rubrica, por tema.
- Guías de observación.
- Portafolio de evidencias.
- Exposiciones orales.
- Proyectos.
- Exámenes.

11. Fuentes de información

1. Alvarez Angeles y Felix Jorge. (1978). *Análisis y Síntesis Cinemáticos de Sistemas Mecánicos*. Mexico D.F.: Limusa.
2. Arthur G. Erdman, George N Sandor. (1997). *Diseño De Mecanismos, Análisis y Síntesis*. New York: Prentice Hall.
3. Burton, P. (1979). *Kinematics and Dynamics of Planar Machinery*. prentice Hall.
4. Dijkstra, E. A. (1981). *Cinemática De Mecanismos*. Limusa.
5. Guillet. (1980). *Cinemática de las Máquinas*. CECSA.
6. Hamilton H. Mabie, Charles F. Reinholtz. (1987). *Mecanismos y Dinámica de Maquinaria*. John Wiley & Sons.
7. Hamilton H. Mabie, Ocvirth F. (2004). *Mecanismos y Dinámica de Maquinaria*. Mexico D.F.: Limusa.
8. Joseph Edward Shigley, Joseph Vicker Jr. (2002). *Theory of Machines and Mechanisms*. New York: Mc Graw Hill.
9. Myszka, D. H. (2012). *Máquinas y Mecanismos*. New Jersey: Pearson.
10. Nieto, J. (1982). *Síntesis De Mecanismos*. Madrid: A.C. Madrid.
11. Norton, r. L. (2013). *Diseño de Maquinaria (síntesis y análisis de máquinas y mecanismos)*. Mc. Graw Hill.
12. Roque Calero, José Antonio Carta. (1999). *Fundamentos de Mecanismos y Máquinas para Ingenieros*. Mc Graw Hill.
13. Shigley, J. E. (1995). *Kinematic Analysis Of Mechanisms*. New York: Mc Graw Hill.
14. Soni, A. H. (2000). *Mechanism Synthesis and Analysis*. Mc Graw Hill Book Co. .
15. Vento Levy, James, Walker H. (1969). *Elementos De Mecanismos*. Mexico D.F.: CECSA