

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: <b>Mecanismos</b>
Carrera: <b>Ingeniería Mecánica, Ingeniería Mecatrónica</b>
Clave de la asignatura: <b>AED-1043</b>
SATCA <b>2 – 3 – 5</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

La asignatura de mecanismos aporta al perfil del estudiante la capacidad de análisis y síntesis de los elementos de máquinas en cuanto a su cinemática.

En el curso, el alumno se apropiará de los principios y conceptos fundamentales que le permitan abordar con suficiencia el estudio de los mecanismos empleados en los sistemas mecánicos.

Las competencias específicas a desarrollar en esta asignatura son: Introducción a los sistemas mecánicos, Análisis cinemático de mecanismos planos, Síntesis de mecanismos bidimensionales y Engranajes, trenes de engranajes 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 usadas en procesos industriales por lo que el dominio del conocimiento de ellos 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, pero también por medio de tecnologías avanzadas (software).

Las habilidades adquiridas en esta asignatura son útiles para abordar el diseño de elementos mecánico; por ejemplo en los temas de engranes, ejes, poleas, bandas, entre otros.

### **Intención didáctica.**

Se organiza el temario, en cinco unidades, las cuales cubren los conceptos básicos de Introducción a los sistemas mecánicos, análisis cinemático de mecanismos planos, síntesis de mecanismos bidimensionales y engranes, trenes de engranajes y diseño de levas; ofreciendo un enfoque práctico sobre los temas a través de una variedad de aplicaciones reales y ejemplos, estimula al alumno para que se vincule el diseño con el análisis y lo incentiva para que relacione los conceptos fundamentales con la especificación de componentes prácticos.

En la primera unidad, se estudian los sistemas mecánicos, conociendo los diferentes tipos de mecanismos y sus aplicaciones, a la vez de analizarlos para conocer sus relaciones matemáticas que les permiten calcular posición, velocidad y aceleración angular. Además que permite estudiar sus grados de libertad, eslabones y pares cinemáticos y las diferentes criterios para determinarlos.

En la segunda unidad, se abordaran el análisis cinemático de mecanismos planos con la finalidad de que el alumno determine las posiciones, velocidades y aceleraciones (lineales y angulares) por los diferentes métodos como son: el método grafico, centros instantáneos, métodos de polígonos entre otros.

En la unidad tres se estudia los diferentes tipos de levas, su comportamiento y se proporcionan los elementos necesarios para el diseño de levas y seguidor, sin perder de vista la estandarización y normalización.

En la unidad cuatro se estudia los diferentes tipos de engranes y su relación geométrica al integrarlos en trenes de engranajes.

Finalmente en la quinta unidad se aborda la síntesis de mecanismos planos con la finalidad de determinar el diseño de mecanismos de cuatro barras articuladas y diseño de levas.

La forma de abordar los temas de esta manera será la de revisión de literatura, desarrollo de actividades practicas que incluyan demostraciones con prototipos didácticos y comprobación de la teoría desarrollando modelos computacionales.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: detección de necesidades, elaboración de propuestas de solución, desarrollo de las propuestas y presentación de las mismas; iniciativa, inventiva y actitud emprendedora; trabajo en equipo; asimismo, propicien 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 manera que refuercen lo analizado previamente en clase, permitiendo comprender la teoría desarrollada.

En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos apliquen el procedimiento estructurado e implementen sus diseños de manera libre. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación y diseño.

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 de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer la relación teórica con los aspectos prácticos y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean contruidos, artificiales, virtuales o naturales.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Se sugiere que se diseñen prácticas donde el alumno tenga la libertad de estructurar su reporte e implementación de una manera creativa para conseguir un diseño personalizado donde se pueda cuantificar el grado de comprensión que ha obtenido.

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 hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad, la ética, la creatividad y la autonomía.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos durante el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <p>Comprender los conceptos básicos que se emplearán en el análisis de mecanismos, tales como: tipos de eslabones, desplazamiento, velocidad, aceleración, pares cinemáticos, ciclo y fase del movimiento. Además, identificar y esquematizar los elementos que constituyen un mecanismo.</p> <p>Describir y analizar los tipos de movimiento que un mecanismo puede realizar, tanto en el espacio como en el plano.</p> <p>Determinar la movilidad de mecanismos planos mediante la aplicación del criterio de Gruebler-Kutzbach.</p> <p>Definir la inversión cinemática, así como resolver problemas aplicando el criterio de Grashof.</p> <p>Determinar la posición de mecanismos articulados aplicando las ecuaciones de cierre.</p> <p>Analizar el movimiento, velocidad y aceleración relativa de mecanismos con partículas en eslabones comunes, y con partículas en eslabones distintos</p> <p>Explicar la ley fundamental del engranaje.</p> <p>Determinar la relación de velocidad y aceleración de los trenes de engranes simples, compuestos y planetarios.</p> <p>Diseñar un mecanismo de cuatro barras articuladas como un generador de funciones, en forma analítica.</p> <p>Realizar la síntesis analítica de un mecanismo, empleando números complejos.</p> <p>Mediante la ecuación de Kutzbach, conocerá la movilidad que tienen algunos mecanismos espaciales.</p> <p>Describir los movimientos, mediante las matrices de rotación ó matrices de transformación.</p>	<p><b>Competencias genéricas</b></p> <p><b>Competencias genéricas</b></p> <p><b>1- Competencias instrumentales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de comprender y manipular ideas y pensamientos.</li><li>• capacidad para organizar el tiempo y las estrategias para el aprendizaje, tomar decisiones o resolver problemas.</li><li>• Destreza en el manejo de herramientas computacionales</li><li>• Destreza en la búsqueda y manejo de información.</li><li>• Destrezas lingüísticas tales como la comunicación oral y escrita o conocimientos de una segunda lengua.</li></ul> <p><b>Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis</li><li>• Capacidad de organizar y planificar</li><li>• Conocimientos básicos de la carrera</li><li>• Habilidades de gestión de información(habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li><li>• Solución de problemas</li><li>• Toma de decisiones.</li></ul> <p><b>2-Competencias interpersonales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li><li>• Habilidades de investigación</li><li>• Capacidad de aprender</li><li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li><li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li><li>• Trabajo en equipo</li></ul>
---	--

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Observaciones (cambios y justificación)</b>
<p>Instituto Tecnológico de Ecatepec. Fecha: 9 al 13 de Noviembre de 2009</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Aguascalientes, Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Cd. Guzmán, Cd. Juárez, Cd. Serdán, Cd. Victoria, Coatzacoalcos, Culiacán, Durango Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Monclova, Orizaba, Tepexi de Rodríguez, Tuxtla Gutiérrez.</p>	<p>Reunión nacional de Diseño e innovación curricular de la carrera de Ingeniería Mecánica.</p>
<p>Institutos Tecnológicos de: Celaya, Pachuca, Boca del Río, Mérida, Superior de Alvarado, Orizaba, Culiacán. fecha 16 de noviembre de 2009 al 26 de marzo de 2010</p>	<p>Representantes de las academias de cada Instituto Tecnológico,</p>	<p>Reunión nacional de consolidación de la carrea de ingeniería mecánica</p>
<p>Instituto Tecnológico de Apizaco, Zacapoaxtla, Jocotitlan Fecha: Enero de 2010</p> <p>Instituto Tecnológico de fecha</p>	<p>Representante de la Academia de Ciencias Básicas</p> <p>Representantes de los Institutos Tecnológicos participantes en el diseño de la carrera de Ingeniería</p>	<p>Análisis, enriquecimiento y elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de</p> <p>Reunión nacional de consolidación de la carrea de ingeniería en</p>
<p>Institutos Tecnológicos de: Pachuca, Mérida, Cd. Victoria, Durango, La Laguna. Fecha 15 al 18 de Junio de 2010, en el I.T. Aguascalientes</p>	<p>Representantes de las academias de cada Instituto Tecnológico,</p>	<p>Reunión Nacional de fortalecimiento curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica.</p>

## 5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)

Aplicar los conocimientos necesarios para el diseño cinemático de sistemas mecánicos, formulando modelos matemáticos y prototipos mediante la utilización de métodos gráficos, analíticos y computacionales.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Utilizar los conceptos del cálculo diferencial e integral en los análisis cinemáticos, de posición, velocidad y aceleración de la partícula.
- Utilizar los principios del análisis vectorial en los análisis cinemáticos, de posición, velocidad y aceleración.
- Utilizar adecuadamente los conceptos del algebra lineal tal como los determinantes y matrices en los análisis cinemáticos, de posición, velocidad y aceleración.
- Aplicar las soluciones de ecuaciones lineales y no lineales.
- Aplicar la cinemática de la partícula y del cuerpo rígidos.
- Manejar software especializado.
- Elaborar dibujos esquemáticos de elementos mecánicos, tales como: mecanismos articulados y engranajes.

## 7.- TEMARIO

Unidad	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 Inversion cinemática. 1.5 Criterio de Gruebler 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 grafico 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 engranajes	<p>4.1 Nomenclatura, clasificación y aplicación de los engranajes (rectos, cónicos y helicoidales).</p> <p>4.2 Diseño de engranajes (rectos, cónicos y helicoidales).</p> <p>4.3 Estandarización y Normalización de engranajes.</p> <p>4.4 Análisis cinemático de trenes de engranajes (simples, compuestos y planetarios).</p> <p>4.5 Diseño de engranajes por medio de software.</p>
5	Síntesis de mecanismos	<p>5.1 Introducción a la síntesis de mecanismos.</p> <p>5.2 Espaciamiento de los puntos de precisión para la generación de funciones.</p> <p>5.3 Diseño gráfico y analítico de un mecanismo de cuatro barras articuladas como un generador de funciones.</p> <p>5.4 Síntesis analítica empleando números complejos.</p> <p>5.5 Aplicación de software en la síntesis de mecanismos.</p>

## **8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS**

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.
- Llevar a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación manejo y control de de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, de trabajo en equipo.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología científico-tecnológica
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una ingeniería con enfoque sustentable.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.

## **9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación de la asignatura se hará con base en siguiente desempeño:

- Evaluación de conceptos y aplicación de fundamentos teóricos
- Realización de prácticas de laboratorio
- Resolución de problemas
- Desarrollo de exposiciones
- Entrega de reportes técnicos de visitas industriales
- Entrega de cuestionarios

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Introducción a los sistemas mecánicos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Reconocer y utilizar la terminología empleada en el análisis cinemático de mecanismos. Identificar los elementos de un mecanismo sobre un modelo o prototipo. Comprender las diferentes relaciones cinemáticas; Gruebler y Grashoff.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar la importancia y aplicación del análisis de mecanismos.</li><li>• 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.).</li><li>• Determinar y discutir los grados de libertad de mecanismos tanto en el plano como en el espacio, aplicando la ecuación de Gruebler.</li><li>• Comprender el concepto inversión cinemática y aplicar la ley de Grashoff para el análisis de un mecanismo.</li><li>• Elaborar un mapa conceptual en el que se ubique la relación entre los conceptos expuestos.</li><li>• Elaborar el prototipo de un mecanismo RRRR, que cumpla la relación de Grashoff, con medidas seleccionadas deliberadamente por el estudiante.</li><li>• Calcular una posición determinada del prototipo trigonométricamente y verificar físicamente dicha solución.</li><li>• Extender, el procedimiento para análisis de posición empleado en el mecanismo RRRR, a otros mecanismos articulados.</li></ul>

### Unidad 2: Análisis cinemático de mecanismos planos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Analizar mecanismos planos mediante la determinación de la posición, velocidad y aceleración, empleando diferentes métodos y con la aplicación de software.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar aplicaciones de mecanismos en diferentes sistemas mecánicos.</li><li>• Determinar la posición de los eslabones de un mecanismo de cuatro barras articuladas, aplicando ecuaciones de cierre.</li><li>• 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.</li><li>• Evaluar las ventajas y desventajas de los diferentes métodos.</li><li>• Analizar la cinemática de mecanismos planos articulados con la aplicación de software.</li></ul>

### Unidad 3: Levas

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Conocer los diferentes mecanismos de levas y seguidores, así como su funcionamiento y aplicación. Diseñar de forma grafica, analítica y mediante la aplicación de software, el perfil de una leva plana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar la nomenclatura, clasificación y arreglos comunes de los mecanismos de leva y seguidor.</li> <li>• Analizar los diagramas y curvas de desplazamiento, “velocidad” y “aceleración” de acuerdo al movimiento cinemático requerido por el seguidor.</li> <li>• Diseñar grafica y analíticamente el perfil de una leva plana, de acuerdo al movimiento cinemático que requiera el seguidor.</li> <li>• Diseñar el perfil de una leva plana con aplicación de software.</li> <li>• Simular el comportamiento cinemático del mecanismo de levas</li> </ul>

#### Unidad 4: Engranajes y trenes de engranajes

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Conocer la nomenclatura, funcionamiento y aplicación de los engranes y trenes de engranaje.</p> <p>Determinar la relación de velocidad angular de trenes de engranajes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar la nomenclatura, parámetros, clasificación, funcionamiento y aplicación de los engranes y trenes de engranaje.</li> <li>• Analizar la ley fundamental del engranaje.</li> <li>• Determinar y analizar mediante los métodos: tabular, ecuación y centros instantáneos la relación de velocidades angulares de trenes de engranajes simples, compuestos y planetarios</li> </ul>

#### Unidad 5: Síntesis de mecanismos

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Diseñar mecanismos de cuatro barras articuladas que generen un movimiento deseado, mediante la síntesis de mecanismos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir la clasificación de los problemas en la síntesis de mecanismos.</li> <li>• Analizar los puntos de precisión y el espaciado mediante la teoría de Chebyshev.</li> <li>• 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.</li> <li>• Describir y analizar la síntesis cinemática empleando números complejos.</li> <li>• Conocer los diferentes mecanismos de levas y seguidores, así como su funcionamiento y aplicación.</li> <li>• Diseñar de forma gráfica, analítica y mediante la aplicación de software, el perfil de una leva plana.</li> <li>• Definir y analizar los defectos en los mecanismos, los cuales afectan la síntesis cinemática (defectos de ramificación, de</li> </ul>

	<p>orden y de Grashoff).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar un modelo didáctico aplicando la síntesis cinemática.</li><li>• Investigar la nomenclatura, clasificación y arreglos comunes de los mecanismos de leva y seguidor.</li><li>• Analizar los diagramas y curvas de desplazamiento, “velocidad” y “aceleración” de acuerdo al movimiento cinemático requerido por el seguidor.</li><li>• Simular el comportamiento cinemático del mecanismo de levas.</li></ul>
--	---

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Hamilton H. Mabie, Charles F. Reinholtz, Mecanismos Y Dinámica De Maquinaria, 4ª. Edición. México. Ed. Limusa – John Wiley & Sons
2. Joseph Edward Shigley, Kinematic Analysis Of Mechanisms, Ed. Mc. Graw-Hill
3. Joseph Edward Shigley, John – Joseph Vicker Jr., Teoría De Máquinas Y Mecanismos, Última Edición. Ed. Mc. Graw Hill
4. Guillet, Cinemática de las Máquinas, Ed. CECSA
5. E. A. Dijksman, Cinemática De Mecanismos, Última Edición. Ed. Limusa
6. Burton Paul, Kinematics Of Planar (Linkages Mechanisms), Ed. Prentice Hall
7. Vento Levy, Elementos De Mecanismos, Ed. CECSA
8. J. Ángeles Álvarez, Análisis Y Síntesis Cinemáticos De Sistemas Mecánicos, Última edición. Ed. Mc. Graw Hill
9. A. H. Soni, Mechanism Synthesis, Ed. Mc. Graw Hill
10. Justo Nieto, Síntesis De Mecanismos, Última edición. Ed. A. C. Madrid
11. Roque Calero, José Antonio Carta, Fundamentos de Mecanismos y Máquinas para Ingenieros, Última Edición. Ed. Mc. Graw Hill
12. Arthur G. Erdman, George N Sandor, Diseño De Mecanismos, Análisis Y Síntesis, Última Edición. Ed. Prentice Hall
13. Robert L. Norton, Diseño de Maquinaria, Última Edición. Ed: Mc. Graw Hill

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

### Prácticas

- Buscar y recopilación de modelos reales para la identificación de los diferentes pares cinemáticos que los forman.
- Desarmado y análisis de sistemas mecánicos.
- Análisis gráfico de desplazamientos.
- Análisis gráfico de velocidad y aceleración.
- Análisis computacional del comportamiento de un sistema mecánico.
- Diseño de sistema para generación de función.
- Diseño de sistema para conducción de cuerpo rígido.
- Comprobar los criterios de Grashof en un mecanismo de cuatro barras
- Comprobar la inversión cinemática en el mecanismo biela manivela mediante el uso de software.
- Evaluar la aceleración de Coriolis en un mecanismo de retorno rápido.
- Identificación de una transmisión.
- Cálculo y análisis de una transmisión.
- 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.