

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Diseño y Selección de Elementos de Máquinas
<b>Clave de la asignatura:</b>	SAF-1310
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-2-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Sistemas Automotrices

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del egresado en Sistemas Automotrices, la capacidad de diseñar y seleccionar diferentes elementos mecánicos de sujeción, ensamble y transmisión de potencia, para el desarrollo e implementación de sistemas automotrices.

El contenido de esta asignatura le permite formar competencias al egresado sobre el comportamiento de diversos elementos de máquina con cualquier tipo de cargas que se apliquen, calcular esfuerzos, determinar las características físicas de la pieza que soporte dicho esfuerzo, seleccionar diferentes elementos mecánicos, para ser capaz de optimizar el diseño de sistemas automotrices.

Para cursar este programa se requieren competencias previas de las asignaturas Tecnología y Comportamiento de los Materiales, en lo que respecta a las características y propiedades de los diversos materiales, pruebas para la determinación de éstos; Estática, diagrama de cuerpo libre, estática de la partícula, cuerpos rígidos, centros de gravedad y momentos de inercia, fuerzas en cables y armaduras; Mecánica de Materiales, esfuerzo y deformación, torsión, flexión y deformaciones; para la comprensión y aplicación de los temas que contempla el programa, Análisis y Síntesis de Mecanismos para la selección de elementos que harán la acción de junta, elementos de transmisión de velocidad y/o potencia en un sistema automotriz.

El contenido de la asignatura proporciona las bases para aplicar las herramientas computacionales de acuerdo a las tecnologías de vanguardia, en el diseño, simulación, operación y optimización de sistemas automotrices acordes a la demanda del sector industrial.

### Intención didáctica

Se organiza el contenido en seis temas.

En el tema uno se consideran los conceptos generales de la metodología y procedimientos para llevar a cabo un diseño mecánico de elementos y/o conjuntos aplicados al automóvil y a las máquinas que participan en el proceso de fabricación.

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

El tema dos contempla conceptos generales de la concentración de esfuerzos y teorías de fallas, para el análisis y comprensión de los temas de diseño de sujetadores, diseño de engranes, selección de elementos mecánicos y el diseño de ejes de transmisión.

El tema tres aborda los temas de elementos roscados, remaches, soldaduras como elementos de sujeción.

El tema cuatro trata temas de los diversos tipos de engranes, referente a los tipos de carga y esfuerzos a que son sometidos los dientes, así como la aplicación de los engranes y trenes de engranajes en sistemas automotrices.

El tema cinco hace referencia a elementos de transmisión como son: rodamientos, bandas, poleas, catarinas, cadenas, coples y reductores de velocidad, para poder analizar la aplicación en sistemas automotrices, utilizando normas nacionales e internacionales para asegurar que los elementos seleccionados cumplan con las normas de calidad del sector automotriz. Se sugiere el manejo de manuales y software proporcionado por los proveedores de dichos elementos para realizar la selección, montaje y mantenimiento de tales elementos de transmisión.

El tema seis trata sobre el diseño de ejes de transmisión. En esta parte se analiza el procedimiento para el diseño de un eje en cuanto a carga estática y dinámica, verificando su velocidad crítica y las diversas aplicaciones en sistemas automotrices.

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 13 al 16 de noviembre de 2012.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Matamoros, Querétaro, Reynosa, Saltillo, San Juan del Río, San Luis Potosí, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tláhuac, Tláhuac II, Tlalnepantla, Superior de Lerdo, Superior de Libres, Superior del Sur de Guanajuato y Superior de Irapuato.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices.</p>

<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 19 de noviembre de 2012 al 1 de marzo de 2013.</p>	<p>Academias de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, San Juan del Río, Tepic, Tláhuac, Superior de Irapuato y Superior de Libres.</p>	<p>Elaboración del Programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Tláhuac, del 4 al 7 de marzo de 2013.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Matamoros, Querétaro, Reynosa, Saltillo, San Juan del Río, San Luis Potosí, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tláhuac, Tláhuac II, Tlalnepantla, Superior de Lerdo, Superior de Libres y Superior de Irapuato.</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices.</p>
<p>Tecnológico Nacional de México, del 5 al 8 de diciembre de 2017.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Superior de Abasolo, Superior de Lerdo, Superior de Irapuato, Superior de Libres y Superior del Oriente del Estado de Hidalgo.</p>	<p>Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingeniería en Animación Digital y Efectos Visuales, Ingeniería en Sistemas Automotrices y Licenciatura en Turismo.</p>

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

<b>Competencia(s) específica(s) de la asignatura</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseña diferentes sistemas de transmisión, flexible y de potencia, utilizados en maquinaria, equipo y sistemas automotrices, seleccionando los elementos adecuados para la aplicación requerida, así como el montaje y mantenimiento de tales elementos, para el funcionamiento óptimo de máquinas y sistemas.</li> </ul>

**5. Competencias previas**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcula los esfuerzos y deformaciones que se presentan en los elementos mecánicos sujetos a cargas simples y combinadas, para interpretar los resultados.</li> <li>• Maneja instrumentos de medición, tolerancias geométricas y ajustes para la interpretación de planos de maquinaria y equipo, realizando conversiones entre sistemas de unidades y considerando las normas nacionales e internacionales.</li> <li>• Comprende las propiedades, procedimientos y el comportamiento de los diferentes materiales utilizados en ingeniería automotriz para controlar las características de los materiales con base en su microestructura, reconociendo los efectos en el medio</li> </ul>
---

- ambiente y las condiciones de operación sobre el rendimiento de los materiales.
- Comprende los diversos procesos de manufactura para su utilización en la producción de elementos del sector automotriz.

**6. Temario**

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción al diseño en ingeniería	1.1 Introducción al diseño 1.2 Metodología de diseño 1.3 Ingeniería concurrente en el sector automotriz.
2	Teorías de falla	2.1 Modos de falla 2.2 Concentración de esfuerzos bajo carga estática y dinámica 2.3 Teorías de falla para materiales frágiles 2.4 Teorías de falla para materiales dúctiles
3	Diseño de sujetadores	3.1 Tornillos 3.2 Remaches 3.3 Soldaduras 3.4 Aplicación de sujetadores en sistemas automotrices
4	Diseño de engranes	4.1 Análisis de fuerzas en engranes rectos, helicoidales, cónicos y sinfín-corona. 4.2 Esfuerzos en dientes. 4.3 Normas y códigos de diseño. 4.4 Aplicaciones de engranes y trenes de engranajes en sistemas automotrices
5	Selección de elementos mecánicos	5.1 Tipos, aplicaciones, mantenimiento y selección de elementos mecánicos en sistemas automotrices 5.1.1 Rodamientos 5.1.2 Bandas y poleas 5.1.3 Cadenas y catarinas 5.1.4 Coples 5.1.5 Selección de reductores de velocidad
6	Diseño de ejes de transmisión	6.1 Procedimiento para el diseño de un eje 6.2 Diseño bajo carga estática y dinámica 6.3 Velocidad crítica 6.4 Aplicaciones de los ejes de transmisión en sistemas automotrices

**7. Actividades de aprendizaje de los temas**

<b>Tema 1. Introducción al Diseño en Ingeniería</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpreta las etapas de un diseño mecánico, para la correcta aplicación y ejecución del diseño.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar fuentes de información, interpretar y explicar los conceptos básicos y las generalidades que dan como metodología de un diseño mecánico.</li> <li>• Explicar la importancia que tiene cada una de las etapas de un diseño mecánico, y realizar un mapa conceptual.</li> <li>• Investigar en diversas fuentes de información, interpretar y explicar los conceptos básicos de la ingeniería concurrente y ejemplos de su impacto en el sector automotriz.</li> <li>• Analizar un caso de aplicación con la metodología para un diseño mecánico.</li> </ul>
<b>Tema 2. Teorías de Falla</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica y analiza las concentraciones de esfuerzo y modo de falla que se tiene de acuerdo a la sollicitación de carga del material, geometría y el tipo de material utilizado, para optimizar diseños mecánicos con base a la geometría y tipo de material.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar en diversas fuentes de información los elementos causantes de concentración de esfuerzo en elementos mecánicos y realizar una exposición.</li> <li>• Determinar el estado de esfuerzo de una pieza cuando tiene secciones concentradoras de esfuerzos, bajo carga simple y combinada.</li> <li>• Investigar las teorías de fallas que son aplicables a los elementos mecánicos y realizar un mapa conceptual.</li> <li>• Comparar las teorías más comunes que existen para predecir la falla en materiales utilizados en elementos mecánicos y de acuerdo a los resultados obtenidos, discutir cual teoría es la más conservadora e idónea para el caso de análisis.</li> </ul>

<b>Tema 3. Diseño de Sujetadores</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza, calcula y selecciona tornillos de potencia, remaches, y soldaduras como sujetadores sometidos a diferentes cargas y aplicaciones, para comprender su aplicación en sistemas automotrices</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar la clasificación y designación de los diferentes tipos de roscas.</li> <li>• Revisar planos técnicos de diferentes tipos de roscas.</li> <li>• Calcular el par de torsión, potencia, eficiencia en tornillos de potencia y auto bloqueo.</li> <li>• Calcular la carga, resistencia y parámetros de rigidez en pernos bajo carga estática y dinámica.</li> <li>• Seleccionar tornillos de potencia adecuados de acuerdo a los cálculos realizados.</li> <li>• Resolver problemas de diseño de juntas de empaquetadura.</li> <li>• Explicar la clasificación y designación de los diferentes tipos de remaches.</li> <li>• Revisar planos técnicos de diferentes tipos de remaches.</li> <li>• Calcular esfuerzos simples y combinados en uniones remachadas.</li> <li>• Desarrollar una Investigación de campo, donde se aprecie la importancia y aplicaciones de soldaduras.</li> <li>• Revisar planos técnicos de diferentes tipos de soldaduras.</li> <li>• Elaborar una tabla con las propiedades mínimas y los esfuerzos permisibles de las uniones soldadas con base a normas.</li> <li>• Revisar las fuentes de información correspondientes para establecer los criterios de diseño y decidir si la unión soldada es satisfactoria.</li> <li>• Resolver problemas donde se determine la resistencia de juntas soldadas bajo carga estática y bajo carga dinámica.</li> </ul>

<b>Tema 4. Diseño de Engranajes</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica la nomenclatura, normas y códigos de diseño utilizadas en los engranes y determina las fuerzas que afectan a los dientes de un engrane, enfocado al diseño de sistemas automotrices.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar las diferentes partes geométricas que componen a los engranes, revisando planos técnicos.</li> <li>• Analizar y determinar las fuerzas radiales y tangenciales, que actúan en los dientes de los engranes rectos, cónicos y helicoidales.</li> <li>• Determinar los esfuerzos admisibles en un diente de engrane, y la relación con el paso diametral, tamaño del diente y engrane, por medio de formulaciones como el criterio de Lewis.</li> <li>• Investigar en que normas y códigos se basa el diseño de engranes y realizar una discusión grupal.</li> <li>• Realizar una investigación de campo para conocer y analizar la aplicación de engranes y trenes de engranajes en sistemas automotrices.</li> </ul>
<b>Tema 5. Selección de Elementos Mecánicos</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza y selecciona elementos mecánicos involucrados en la transmisión de potencia como rodamientos, bandas, poleas, cadenas, catarinas, coples y reductores de velocidad, para, diseñar, optimizar sistemas automotrices.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar y realizar un resumen de los diferentes tipos de Rodamientos, clasificación, mantenimiento, montajes y aplicaciones.</li> <li>• Con base a manuales, software y catálogos de fabricantes, realizar la selección de diversos tipos de rodamientos sujetos a diferentes condiciones de trabajo, velocidad y carga, para determinar la vida útil, y capacidades de los rodamientos.</li> <li>• Investigar y realizar un resumen de los diferentes tipos de transmisiones flexibles de bandas y cadenas, clasificación, mantenimiento, montajes y aplicaciones.</li> <li>• Analizar y resolver problemas de sistemas que involucren el diseño y selección de la transmisión por bandas y poleas.</li> <li>• Analizar y resolver problemas de sistemas que involucren el diseño y</li> </ul>

	<p>selección de la transmisión por cadenas y catarinas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar y realizar un resumen de los diferentes tipos de coples y Reductores de velocidad, clasificación, mantenimiento, montajes y aplicaciones.</li> <li>• Analizar y resolver problemas de sistemas que involucren la transmisión de potencia mediante la selección de coples.</li> <li>• Analizar y resolver problemas de sistemas que involucren la transmisión de potencia mediante la selección de reductores de velocidad.</li> <li>• Realizar una investigación de campo, sobre las principales consecuencias y causas de falla provocadas por una mala selección de elementos mecánicos de transmisión de potencia.</li> </ul>
<b>Tema 6. Diseño de ejes de transmisión</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica los principios básicos para el diseño de ejes sujetos a cargas estáticas y cíclicas, así como determina la primera velocidad crítica de un eje, para diseñar, mantener y optimizar ejes de transmisión en el sector automotriz.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar y explicar la importancia y aplicaciones del diseño de ejes, así como los procedimientos y análisis que esto involucra.</li> <li>• Analizar planos técnicos de ejes de transmisión para discutir el ensamble y elementos mecánicos involucrados.</li> <li>• Dibujar un eje donde se puedan observar las cargas y esfuerzos a los que se encuentra sujeto y los diagramas de par torsional, momento horizontal y momento vertical.</li> <li>• Resolver problemas de diseño de ejes sujetos a carga estática, bajo carga axial, momento flexionante y torsión, aplicando las teorías de la Energía de Distorsión y del Esfuerzo Cortante Máximo.</li> <li>• Resolver problemas de diseño de ejes sujetos a carga cíclica, tanto de momento flexionante alternante, torsión continua, torsión alternante, aplicando las teorías de: Energía de Distorsión y Esfuerzo Cortante Máximo, para</li> </ul>



	<p>materiales dúctiles; y el criterio de Esfuerzo Normal Máximo para materiales frágiles.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar la importancia del cálculo de la primera velocidad crítica de un eje, sus causas, análisis, medición, prevención y efectos en el diseño y funcionamiento del eje.</li> <li>• Realizar una investigación de campo para conocer y analizar la aplicación de los ejes de transmisión en sistemas automotrices.</li> </ul>
--	--

### 8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar mediante prototipos didácticos concentraciones de esfuerzos en diferentes elementos mecánicos aplicando métodos experimentales, tales como: extensometría y fotoelasticidad.</li> <li>• Analizar y resolver problemas de concentraciones de esfuerzos en elementos mecánicos aplicando software de elemento finito.</li> <li>• Realizar pruebas en máquina universal con cargas constantes y repetitivas para analizar la resistencia y esfuerzos en uniones atornilladas, remachadas y soldadas en prototipos didácticos.</li> <li>• Seleccionar diversos tipos de rodamientos mediante software de fabricantes.</li> <li>• Realizar el montaje y mantenimiento de sistemas de transmisión de banda y polea, cadena y catarina, coples y reductores de velocidad.</li> <li>• Calcular y determinar experimentalmente la primera velocidad crítica de un eje, explicar sus causas, medición, prevención y efectos en el diseño y funcionamiento del eje.</li> <li>• Realizar visitas industriales con la finalidad de observar las aplicaciones del diseño y selección de elementos mecánicos en el sector automotriz. Con la presentación del correspondiente.</li> </ul>
--

### 9. Proyecto de asignatura

<p>El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fundamentación:</b> 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.</li> <li>• <b>Planeación:</b> 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.</li> </ul>
--

- **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 meta cognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

### 10. Evaluación por competencias

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

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

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

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

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

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

## 11. Fuentes de información

1. Hamrock Bernard J., Jacobson Bo., Schmid Steven.(2000)” *Elementos de máquinas*”. Editorial Mc Graw Hill.
2. Budynas Richard G. (2012). “*Diseño en Ing. Mecánica de Shigley*”. Editorial Mc Graw Hill.
3. L Mott. R. (2006) “*Diseño de Elementos de Máquinas*”. Pearson Educación.
4. Spotts M. F., T. E. Shoup. (2001) “*Elementos de máquinas*”. Editorial Mc Graw Hill.
5. Collins Jack A. Busby Henry R., H. Staab George (2009)
  1. “*Mechanical Design of Machine Elements and Machines*”
  6. Spots Merhyle R. E. Shoup Terry, E. Hornberger L.(2011) “*Design of Machine Elements*” Hardcover.
  7. Moring Faires.V. (2004) “*Diseño de elementos de máquinas*”. Editorial Uteha.
  8. Juvinall, R.C. (2012). “*Diseño de elementos de máquinas*”. Limusa,
  9. Norton, R.L. (1998) “*Machine design*”. New jersey, Editorial Prentice Hall.
  10. SKF. (2010). *Catálogo general de rodamientos*”
  11. TIMKEN. (2009) “*Catálogo general de rodamientos*”
  12. DODGE. (2008). “*Manual de selección para bandas*”
  13. GATES. (2009). “*Manual de selección para bandas*”
  14. GATES No. 14955 – A, 8/99.”*Manual de selección para bandas “V” y servicio pesado*”