

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

| 1. DATOS GENERALES                                                                 |                                  |                                        |                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|
| <b>Nombre de la Unidad de Aprendizaje (UA)</b>                                     |                                  |                                        | <b>Clave de la UA</b>    |
| Sistemas de lubricación                                                            |                                  |                                        | I7578                    |
| <b>Modalidad de la UA</b>                                                          | <b>Tipo de UA</b>                | <b>Área de formación</b>               | <b>Valor en créditos</b> |
| Escolarizada                                                                       | C                                | Optativa abierta                       | 5                        |
| <b>UA de pre-requisito</b>                                                         | <b>UA simultaneo</b>             | <b>UA posteriores</b>                  |                          |
| Fluidos I7433                                                                      |                                  |                                        |                          |
| <b>Horas totales de teoría</b>                                                     | <b>Horas totales de práctica</b> | <b>Horas totales del curso</b>         |                          |
| 34                                                                                 |                                  | 34                                     |                          |
| <b>Licenciatura(s) en que se imparte</b>                                           |                                  | <b>Módulo al que pertenece</b>         |                          |
| Ing. Mecánica Eléctrica                                                            |                                  | No aplica                              |                          |
| <b>Departamento</b>                                                                |                                  | <b>Academia a la que pertenece</b>     |                          |
| Mecánica Eléctrica                                                                 |                                  | Ingeniería mecánica                    |                          |
| <b>Elaboró o revisó</b>                                                            |                                  | <b>Fecha de elaboración o revisión</b> |                          |
| José Nieves Carrillo Castillo, Gastón Alonso Gallego Grijalva, Liudmila Oleinikova |                                  | 29/nov/2016                            |                          |

## 2. DESCRIPCIÓN

### Presentación (propósito y finalidad de la UA o Asignatura)

El Ingeniero en Mecánica Eléctrica debe resolver diferentes problemas relacionados con el contacto mecánico, la fricción, el desgaste y la lubricación entre superficies, mediante el análisis, diseño y selección de diferentes sistemas de lubricación de acuerdo a los parámetros de funcionamiento de los diferentes mecanismos y máquinas.

### Relación con el perfil

**Modular** (No aplica)

#### De egreso

Los alumnos de Ingeniería Mecánica Eléctrica aplican los conocimientos del contacto mecánico, fricción, desgaste y lubricación para resolver problemas de ingeniería mecánica eléctrica.

Los estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica eléctrica pueden seleccionar los sistemas de lubricación de acuerdo a los parámetros de funcionamiento de los diferentes mecanismos y máquinas para el sector industrial.

El ingeniero mecánico eléctrico, es productivo, eficiente y visualiza de manera eficiente su inserción en la industria nacional e internacional.

| Competencias a desarrollar en la UA o Asignatura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Transversales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Genéricas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Profesionales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar conocimientos matemáticos y de diseño de elementos de máquina al diseño de máquinas.</li> <li>• Diseña máquinas que requieren engranajes y trenes de engranes.</li> <li>• Toma decisiones basados en sus conocimientos en la elección elementos mecánicos flexibles, acoplamientos, embragues y frenos de máquinas.</li> <li>• Trabaja en equipo para alcanzar metas de diseño de máquinas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene conocimientos específicos en contacto de superficies y contacto mecánico</li> <li>• Es capaz plantear soluciones a los problemas de fricción y desgaste que se presentan en los sistemas mecánicos.</li> <li>• Sabe seleccionar el tipo de lubricante y diseñar los sistemas de lubricación.</li> </ul> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Conoce los tipos de contacto mecánico que se presenta entre los diferentes tipos maquinaria.</li> <li>2.- Estudia y analiza el fenómeno de fricción y desgaste entre pares mecánicos; superficies concordantes y no concordantes</li> <li>3. Diseña sistemas de lubricación hidrodinámica, Lubricación elastohidrodinámica, y propiedades de los lubricantes.</li> <li>4.- Conoce las características de bases lubricantes; aditivos; viscosidad; índice de viscosidad; clasificación de los lubricantes.</li> <li>5.- Calcula y diseña cojinetes de empuje deslizantes; cojinetes axiales y cojinetes de empuje radial (bujes).</li> </ol> |

| <b>Tipos de saberes a trabajar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Saber (conocimientos)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Saber hacer (habilidades)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Saber ser (actitudes y valores)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>1. Conoce los tipos de contacto mecánico que se presentan entre los pares mecánicos.</p> <p>2. Diseña y selecciona sistemas de lubricación, tipos de lubricantes y propiedades de los lubricantes.</p> <p>3. Conoce las características de bases lubricantes; aditivos; viscosidad; índice de viscosidad; clasificación de los lubricantes.</p> <p>4. Sabe calcular cojinetes auto contenidos y su holgura; calcular cojinetes con lubricación a presión. Seleccionar de sellos de tipo mecánico, juntas y dispositivos para sellado estático.</p> | <p>1. Diseñar sistemas de lubricación para diferentes máquinas.</p> <p>2. Sabe seleccionar diferentes tipos de lubricantes de acuerdo a sus propiedades y sus aplicaciones.</p> <p>3. Sabe calcular e instalar sistemas de lubricación hidrostática, de cadenas y por aire comprimido.</p> <p>4. Sabe calcular y seleccionar cojinetes auto contenidos, cojinetes con lubricación a presión, seleccionar sellos y dispositivos para sellado estático.</p> | <p>1.- Responsabilidad social y compromiso ciudadano.</p> <p>2.- Capacidad crítica y autocrítica.</p> <p>3.- Capacidad de trabajo en equipo.</p> <p>4.- Compromiso con la preservación del medio ambiente.</p> <p>5.- Habilidad para trabajar en contextos internacionales.</p> <p>6.- Compromiso ético.</p> |

### **Producto Integrador Final de la UA o Asignatura**

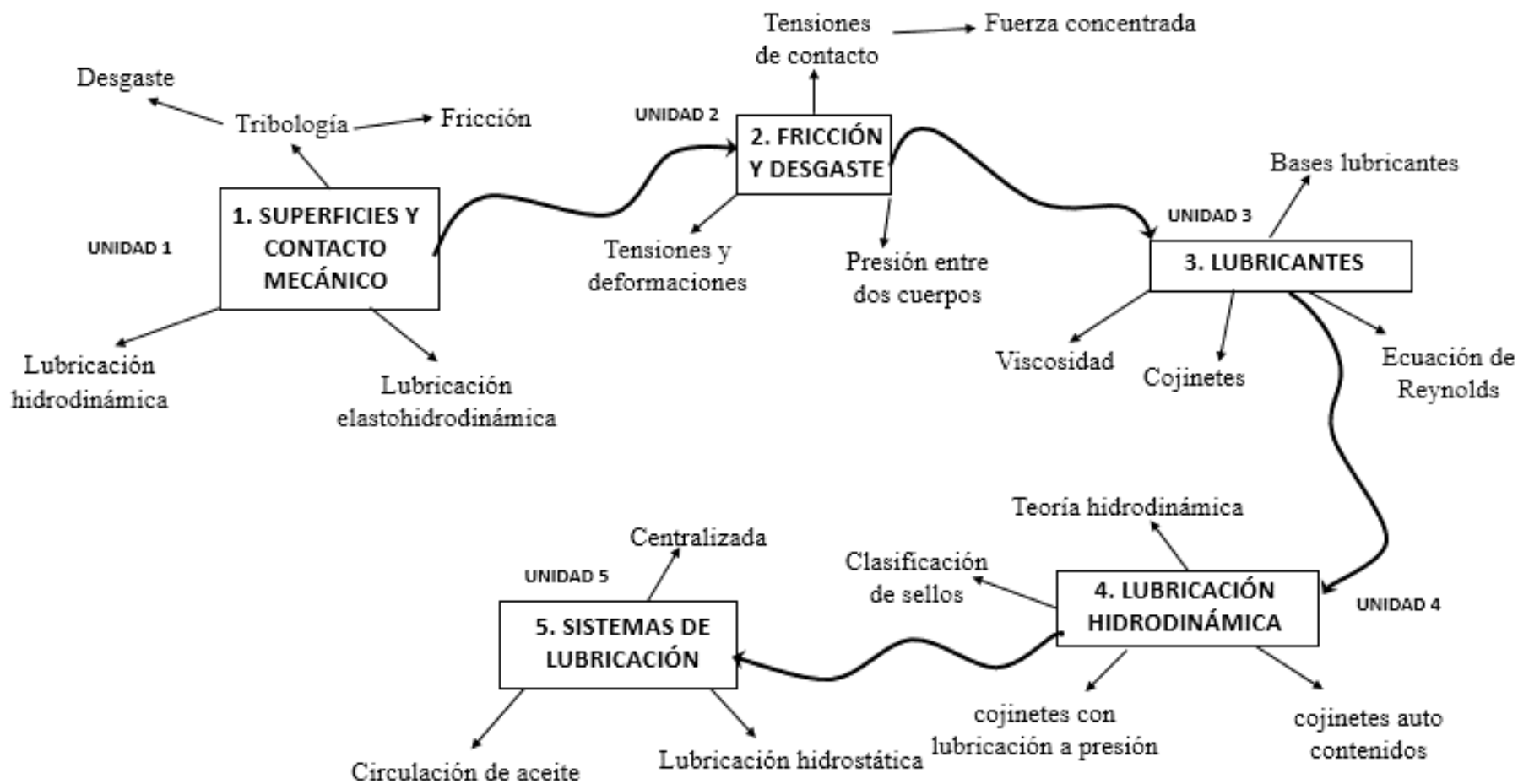
Título del Producto: DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINA

Objetivo:

Diseñar un sistema de lubricación de acuerdo a los parámetros de funcionamiento de los diferentes mecanismos y máquinas.

Descripción:

El estudiante diseñará un sistema de lubricación para funcionar en un sistema mecánico existente. El proyecto deberá exponer y sustentar la pertinencia del contenido de por lo menos cuatro unidades temáticas de la unidad de aprendizaje de sistemas de lubricación.



#### 4.- SECUENCIA DEL CURSO POR UNIDAD TEMÁTICA

##### UNIDAD TEMÁTICA 1: SUPERFICIES Y CONTACTO MECÁNICO

**Objetivo de la unidad temática:**

Estudiar y analizar las superficies que se encuentran en contacto mecánico donde se genera fricción y desgaste y su interacción con los los sistemas de lubricación.

**Introducción:**

En esta unidad se exponen los mecanismos que dan origen a los fenómenos de fricción, desgaste y lubricación. Se exponen ejemplos de problemas de estos fenómenos y la solución dada a ellos.

| Contenido temático                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Saberes involucrados                                                                                                                                                                                                           | Producto de la unidad temática                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1.1. Tribología<br/>1.2. Superficies concordantes y no concordantes<br/>1.3. Fricción.<br/>Leyes cuantitativas - Interacción entre superficies - Teorías sobre la fuerza de fricción<br/>1.4. Desgaste - Desgaste por adhesión y por abrasión - Leyes generales - Desgaste por fatiga Rugosidad de las superficies –<br/>1.5. Lubricación hidrodinámica<br/>1.6. Lubricación elastohidrodinámica - Lubricación marginal - Parámetro de película - Lubricantes –<br/>1.7. Propiedades de los lubricantes</p> | <p>El alumno sabe:</p> <p>Identificar y describir los parámetros tribológicos presentes en un par mecánico.</p> <p>Describir y analizar las superficies en contacto.</p> <p>Diseñar y seleccionar sistemas de lubricación.</p> | <p>El alumno presentará ejercicios donde se desarrollan cálculos de contacto de superficies de contacto.</p> <p>El alumno presentará en el cuaderno de trabajo el diseño de sistemas de lubricación.</p> |

| Actividades del docente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Actividades del estudiante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Evidencia de la Actividad                                                                                                                                                                                                                                             | Recursos y materiales                                                                                                                                   | Tiempo (horas) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <p>El docente presentará una exposición, mediante una proyección de diapositivas en Power Point sobre los fenómenos de fricción, desgaste y lubricación.</p> <p>El docente presentará y explicará la solución de ejemplos específicos que impliquen situaciones de aplicaciones real de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Fricción.</li> <li>* Desgaste.</li> <li>* Lubricación.</li> </ul> <p>El maestro llevará registro de las actividades realizadas y entregadas individualmente.</p> <p>Además, plantear conclusiones obtenidas en la UT e informar del tema que se estudiará en la próxima UT.</p> | <p>El estudiante pondrá atención auditiva y visual al desarrollo de la exposición del tema de la clase.</p> <p>Resolverá en clase ejemplos y ejercicios de fricción, desgaste y lubricación indicados por el docente.</p> <p>Realizará ejercicios de tarea de los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Fricción.</li> <li>* Desgaste.</li> <li>* Lubricación.</li> </ul> | <p>El alumno entregará las actividades indicadas en clase y las tareas descritas solicitadas por el docente.</p> <p>Llevará el registro de cada tema y subtema de la unidad temática desarrollada en el aula de clases en su cuaderno de la materia o portafolio.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Apuntes</li> <li>* Notas.</li> <li>* Equipo de cómputo.</li> <li>* Libro con el tema de la materia,</li> </ul> | <p>7 hrs</p>   |



## UNIDAD TEMÁTICA 2: FRICCIÓN Y DESGASTE

### Objetivo de la unidad temática:

Estudiar y analizar las tensiones y deformaciones mecánicas que se presentan entre cuerpos sometidos a esfuerzo, que presentan diversas geometrías.

### Introducción:

En esta unidad se estudian y analizan los mecanismos que provocan las tensiones y deformaciones generadas por el contacto entre cuerpos planos, circulares y esféricos, que influyen directamente en los mecanismos de fricción y desgaste.

| Contenido temático                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Saberes involucrados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Producto de la unidad temática                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.1. Tensiones de contacto<br>2.2. Fuerzas distribuidas en un cuerpo sólido semi-infinito<br>2.3. Tensiones y deformaciones producidas por una distribución circular con carga uniforme<br>2.4. Presión entre dos cuerpos esféricos en contacto<br>2.5. Presión entre dos cuerpos cilíndricos en contacto. | El alumno sabe:<br><br>Identificar y describir cómo actúa una fuerza concentrada en un medio semi-infinito y como se distribuye una fuerza en una región circular con carga uniforme.<br><br>Resuelve problemas de involucran la presión generada entre dos cuerpos esféricos en contacto y la presión entre dos cuerpos cilíndricos en contacto.<br><br>Aplicar la solución de Hertz en el problema general de dos cuerpos en contacto | 1. El alumno presentará en el cuaderno de trabajo problemas relacionados a la fuerza concentrada en un medio semi-infinito<br><br>2. El alumno presentará en un reporte los cálculos realizados en ejercicios y problemas de la presión generada entre dos cuerpos esféricos en contacto y la presión generado por dos cuerpos cilíndricos en contacto. |

| Actividades del docente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Actividades del estudiante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Evidencia de la Actividad                                                                                                                            | Recursos y materiales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Tiempo (horas) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <p>El maestro presentará una recapitulación de los temas fricción, desgaste y lubricación.</p> <p>Presentará casos donde se produzcan tensiones y deformaciones producidas por contacto en distribuciones de carga circular con carga uniforme, entre dos cuerpos esféricos en contacto y entre dos cuerpos cilíndricos en contacto.</p> <p>El maestro llevará registro de las actividades realizadas y entregadas individualmente.</p> | <p>El estudiante resolverá en clase ejemplos y ejercicios indicados por el docente, en los temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Tensiones de contacto</li> <li>* Fuerzas distribuidas en un cuerpo sólido semi-infinito</li> <li>* Tensiones y deformaciones producidas por una distribución circular con carga uniforme</li> <li>* Presión entre dos cuerpos esféricos en contacto.</li> <li>* Presión entre dos cuerpos cilíndricos en contacto.</li> </ul> | <p>Llevará el registro de cada tema y subtema de la unidad temática desarrollada en el aula de clases en su cuaderno de la materia o portafolio.</p> | <p>Alumno:<br/>Apuntes, notas y copias del libro: Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley y el texto: "Tribology, principles and design applications" (no disponible en español) con el tema de la materia, pintarrón, marcador, borrador y computadora con sus accesorios.</p> <p>Docente:<br/>Apuntes, notas y copias del libro con el tema de la materia, pintarrón, marcador, borrador y computadora con sus accesorios.</p> | <p>7 hrs</p>   |

### UNIDAD TEMÁTICA 3: LUBRICANTES

**Objetivo de la unidad temática:**

Conocer las propiedades y clasificación de las bases lubricantes, así como el diseño y selección de cojinetes.

**Introducción:**

Todo par mecánico que se encuentra en contacto y movimiento relativo, está sometido a los fenómenos tribológicos que limitan el funcionamiento y vida útil de los mismos. En esta unidad temática se exponen los temas de: selección de lubricantes, sistemas de lubricación y cojinetes que aumentan la vida útil de los mismos y hacen más eficiente el movimiento entre pares mecánicos.

| Contenido temático                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Saberes involucrados                                                                                                                                                                                                  | Producto de la unidad temática                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1. Bases de lubricantes.<br>3.2. Aditivos<br>3.3. Viscosimetría.<br>3.4. Índice de Viscosidad.<br>3.5. Clasificación de las bases.<br>3.6. Clasificación de los lubricantes.<br>3.7. Normas ISO VG y SAE.<br>3.8. Ecuación de Reynolds.<br>3.9. Cojinetes de empuje deslizantes y casos particulares.<br>3.10. Cálculo de cojinetes axiales.<br>3.11. Cojinetes de empuje radial (bujes) | El alumno sabe::<br><br>Vincular las características de un lubricante con las condiciones de operación de un sistema mecánico.<br><br>Calcular, aplicar y seleccionar cojinetes de empuje deslizante, axial y radial. | El alumno presentará reportes en el cuaderno de trabajo con la resolución de problemas relacionados a sistemas de lubricación en el que la selección dependa de las condiciones de operación del sistema mecánico. Además presentará una serie de problemas y ejercicios de diseño, cálculo y selección de cojinetes deslizantes, axiales y radiales. |

| Actividades del docente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Actividades del estudiante                                                                                                                                                                                                  | Evidencia de la Actividad                                                                                                                                  | Recursos y materiales                                                                                                               | Tiempo (horas) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <p>El maestro presentará una recapitulación de los temas: tensión debido al contacto, fuerzas distribuidas en un cuerpo sólido semi-infinito, además, de las tensiones y deformaciones producidas por una distribución circular con carga uniforme.</p> <p>El maestro explicará los temas de: bases de lubricantes, aditivos, viscosimetría, índice de viscosidad, clasificación de las bases, clasificación de los lubricantes, normas ISO VG y SAE.</p> <p>Explicará y resolverá ejercicios que impliquen la ecuación de Reynolds. Problemas de máquinas que requieran el cálculo y selección de cojinetes de empuje deslizantes, cálculo de cojinetes axiales y cojinetes de empuje radial (bujes).</p> <p>El maestro organizará a los alumnos por equipos para que analicen y propongan casos de problemas generados por tensiones superficiales mecánicas, tipos de lubricantes y tipos de cojinetes.</p> | <p>Desarrollará problemas y ejercicios que requieran la selección de lubricantes específicos.</p> <p>El alumno realizará las tareas que incluyan la solución de problemas de diseño y selección de cojinetes mecánicos.</p> | <p>El maestro registrará las actividades desarrolladas por de los alumnos.</p> <p>El estudiante presentará las tareas para su revisión y calificación.</p> | <p>Apuntes, notas y copias del libro con el tema de la materia, pintarrón, marcador, borrador y computadora con sus accesorios.</p> | <p>7 hrs</p>   |

## UNIDAD TEMÁTICA 4: LUBRICACIÓN HIDRODINÁMICA

### Objetivo de la unidad temática:

Establecer las bases que fundamentan y demuestra la Ecuación de Petroff; además de analizar y demostrar la Teoría hidrodinámica.

### Introducción:

En la presente unidad temática se plantean y desarrolla la ecuación de Petroff; la teoría hidrodinámica. Además, se analizan los principales tipos de cojinetes con lubricación a presión y los diferentes tipos sistemas de sellado estático. AQUÍ NOS QUEDAMOS....

| Contenido temático                                                                                                                                                                                                                                                            | Saberes involucrados                                                                                                                                                                                                                                           | Producto de la unidad temática                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.1. Ecuación de Petroff<br>4.2. Teoría hidrodinámica.<br>4.3. Cálculo de cojinetes auto contenidos.<br>4.4. Holgura<br>4.5. Cálculo de cojinetes con lubricación a presión<br>4.6. Clasificación de sellos.<br>4.7. Juntas y dispositivos para sellado estático y materiales | Sabe:<br><br>Identificar ecuación de Petroff, e identificar la Teoría hidrodinámica.<br>Calcular y seleccionar cojinetes auto contenidos.<br>Calcular cojinetes con lubricación a presión.<br>Seleccionar: sellos y juntas mecánicas para sistemas lubricados. | El alumno presentará un reporte del trabajo colectivo que demuestre la utilización de sistemas que incluya el diseño y selección de cojinetes auto-contenidos, sellos y juntas de tipo mecánico que resuelvan algún problema real de la industria. |

| Actividades del docente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Actividades del estudiante                                                                                                                                                                                                                          | Evidencia de la Actividad                                                                                                                                                        | Recursos y materiales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Tiempo (horas) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <p>El maestro solicitará a los alumnos que investiguen que es un cojinetes auto-contenido y cuáles son los más comunes.</p> <p>El docente expondrá los temas de: holgura, calculo de cojinetes con lubricación a presión, clasificación de sellos, juntas y dispositivos para sellado estático y materiales</p> <p>Además, plantear conclusiones obtenidas en la UT e informar del tema que se estudiará en la próxima UT.</p> | <p>El estudiante resolverá en clase ejemplos y ejercicios de: Cálculo de cojinetes auto contenidos, holgura, cálculo de cojinetes con lubricación a presión, clasificación de sellos y juntas y dispositivos para sellado estático y materiales</p> | <p>Alumno:<br/>El estudiante presentará las tareas para su revisión y calificación.</p> <p>Docente:<br/>El maestro registrará los ejercicios resueltos por alumnos en clase.</p> | <p>Alumno:<br/>Apuntes, notas y copias del libro: Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley y el texto: "Tribology, principles and design applications" (no disponible en español) con el tema de la materia, pintarrón, marcador, borrador y computadora con sus accesorios.</p> <p>Docente:<br/>Apuntes, notas y copias del libro con el tema de la materia, pintarrón, marcador, borrador y computadora con sus accesorios.</p> | <p>7 hrs</p>   |

## UNIDAD TEMÁTICA 5: SISTEMAS DE LUBRICACIÓN

### Objetivo de la unidad temática:

Analizar y diseñar sistemas de lubricación.

### Introducción:

En este capítulo se estudia el principio de diseño de sistemas de lubricación de tipo centralizada, de línea simple, de línea doble, progresiva, de circulación de aceite y los casos de lubricación hidrostática.

| Contenido temático                                                                                                                                                                                                                            | Saberes involucrados                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Producto de la unidad temática                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>5.1. Sistemas de lubricación: centralizada, de línea simple, de línea doble, progresiva, de circulación de aceite.</p> <p>5.2. Lubricación hidrostática, de cadenas y por aire comprimido.</p> <p>5.3. Sistemas MQL interno y externo.</p> | <p>El alumno sabe:</p> <p>Diseñar y calcular sistemas de lubricación: centralizada, de línea simple, de línea doble, progresiva, de circulación de aceite.</p> <p>Diseñar sistemas de lubricación en régimen hidrostático, de cadenas y por aire comprimido, además de sistemas MQL interno y externo.</p> | <p>Presentará el trabajo en equipo de diseño y cálculo de sistemas de lubricación: centralizada, de línea simple, de línea doble, progresiva, de circulación de aceite.</p> <p>Presentará un trabajo individual donde presentará el diseño, selección y cálculo sistemas de lubricación en régimen hidrostático, de cadenas y por aire comprimido, además del sistemas MQL interno y externo</p> |

| Actividades del docente                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Actividades del estudiante                                                                                                                                                                                                                                              | Evidencia de la Actividad                                                                                                                                                        | Recursos y materiales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Tiempo (horas) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <p>Además, el docente expondrá los temas de sistemas de lubricación: centralizada, de línea simple, de línea doble, progresiva, de circulación de aceite.</p> <p>. El profesor utilizará sus apuntes y notas para exponer los temas de: Lubricación hidrostática, de cadenas y por aire comprimido.</p> | <p>El alumno resolverá y presentará ejercicios y problemas de los temas:</p> <p>*Sistemas de lubricación: centralizada, de línea simple, de línea doble, progresiva, de circulación de aceite.</p> <p>* Lubricación hidrostática, de cadenas y por aire comprimido.</p> | <p>Alumno:<br/>El estudiante presentará las tareas para su revisión y calificación.</p> <p>Docente:<br/>El maestro registrará los ejercicios resueltos por alumnos en clase.</p> | <p>Alumno:<br/>Apuntes, notas y copias del libro: Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley y el texto: "Tribology, principles and design applications" (no disponible en español) con el tema de la materia, pintarrón, marcador, borrador y computadora con sus accesorios.</p> <p>Docente:<br/>Apuntes, notas y copias del libro con el tema de la materia, pintarrón, marcador, borrador y computadora con sus accesorios</p> | <p>6 hrs</p>   |



## 5. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

### Requerimientos de acreditación:

#### **A.- Se aplicará lo establecido en el REGLAMENTO GENERAL DE EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN DE ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA en especial los artículos siguientes:**

Artículo 5. El resultado final de las evaluaciones será expresado conforme a la escala de calificaciones centesimal de 0 a 100, en números enteros, considerando como mínima aprobatoria la calificación de 60.

Artículo 20. Para que el alumno tenga derecho al registro del resultado final de la evaluación en el periodo ordinario, establecido en el calendario escolar aprobado por el H. Consejo General Universitario, se requiere:

- I. Estar inscrito en el plan de estudios y curso correspondiente, y
- II. Tener un mínimo de asistencia del 80% a clases y actividades registradas durante el curso.

Artículo 25. La evaluación en periodo extraordinario se calificará atendiendo a los siguientes criterios:

- I. La calificación obtenida en periodo extraordinario, tendrá una ponderación del 80% para la calificación final;
- II. La calificación obtenida por el alumno durante el periodo ordinario, tendrá una ponderación del 40% para la calificación en periodo extraordinario, y
- III. La calificación final para la evaluación en periodo extraordinario será la que resulte de la suma de los puntos obtenidos en las fracciones anteriores

Artículo 27. Para que el alumno tenga derecho al registro de la calificación en el periodo extraordinario, se requiere:

- I. Estar inscrito en el plan de estudios y curso correspondiente.
- II. Haber pagado el arancel y presentar el comprobante correspondiente.
- III. Tener un mínimo de asistencia del 65% a clases y actividades registradas durante el curso.

#### **B.- Participación y trabajo en el aula de clases individualmente y en equipo:**

- 1.- El docente motivará al educando constantemente al estudio de la materia y la importancia del aprendizaje de esta en su vida profesional, cotidiana y futura.
- 2.- El alumno desarrollará y participará en las actividades propuestas por el docente.
- 3.- El alumno asistirá al curso con su material de trabajo de clase.

#### **C.- Entrega de: trabajos, tareas e investigaciones de las unidades de aprendizaje:**

- 1.- El alumno entregará en tiempo y forma las actividades educativas.

- 2.- El diseño de la portada del trabajo tiene que tener:
  - A.- Materia, NRC, sección, grado, grupo y ciclo escolar.
  - B.- Unidad de aprendizaje.
  - C.- Nombre del alumno y su código de registro.
  - D.- Fecha de entrega.
  - E.- Nombre del profesor.
- 3.- El desarrollo del tema se acompañará siempre de una conclusión que rescate los principales aprendizajes esperados.
- 4.- Todas las referencias se citarán adecuadamente conforme al criterio de: autor, título, editorial, lugar, año y páginas.
- 5.- Queda estrictamente prohibido la copia y el plagio.
6. El profesor y el alumno participarán activamente en la exposición de la investigación.
- 7.- Las exposiciones en clase se evaluarán conforme a las siguientes secciones:
  - A.- Grado de conocimiento del contenido.
  - B.- Comprensión del contenido.
  - C.- Facilidad para explicar y volumen de audio.
  - D.- Utilización de material visual.
  - E.- El alumno entregará un resumen de su participación de clase a los presentes en el aula.

**D.- Exámenes:**

- A.- El alumno presentará exámenes cognitivos en tiempo y forma de la asignatura.
- B.- Si el alumno no presenta examen perderá su puntaje para su evaluación correspondiente.

**Criterios generales de evaluación:**

Durante el transcurso de aprendizaje el alumno resolverá independientemente en el Cuaderno de Trabajo problemas de los siguientes temas:

1. Superficies y contacto mecánico.
2. Fricción y desgaste
3. Lubricantes.

- 4. Lubricación hidrodinámica.
- 5. Sistemas de lubricación.

**Evidencias o Productos**

| Evidencia o producto                                                                                                                                | Competencias y saberes involucrados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Contenidos temáticos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Ponderación       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <p>1. Reporte en el Cuaderno de Trabajo relacionado el desarrollo de cálculos de contacto de superficies de contacto y sistemas de lubricación.</p> | <p>El alumno sabe y comprende los fundamentos teóricos de los temas de: superficies que se encuentran en contacto mecánico donde se genera fricción y desgaste y selecciona el sistema de lubricación más óptimo.</p> <p>Además, es capaz de resolver ejercicios y problemas descritos en la bibliografía recomendada y aplicarlos en casos específicos de uso industrial.</p> | <p>1.1. Tribología</p> <p>1.2. Superficies concordantes y no concordantes</p> <p>1.3. Fricción.</p> <p>Leyes cuantitativas - Interacción entre superficies - Teorías sobre la fuerza de fricción</p> <p>1.4. Desgaste - Desgaste por adhesión y por abrasión - Leyes generales - Desgaste por fatiga<br/>Rugosidad de las superficies –</p> <p>1.5. Lubricación hidrodinámica</p> <p>1.6. Lubricación elastohidrodinámica - Lubricación marginal - Parámetro de película - Lubricantes –</p> <p>1.7. Propiedades de los lubricantes</p> | <p><b>25%</b></p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <p>2. Reporte en el Cuaderno de Trabajo con la resolución de problemas, situaciones y aplicaciones mecánicas en máquinas con la fuerza concentrada en un medio semi-infinito</p> <p>Además debe incluir reporte de los cálculos realizados en ejercicios y problemas de la presión generada entre dos cuerpos esféricos en contacto y la presión generado por dos cuerpos cilíndricos en contacto.</p> | <p>El alumno sabe resolver problemas generados a causa de la fuerza concentrada en un medio semi-infinito y generados por la presión entre dos cuerpos esféricos y cilíndricos en contacto.</p> | <p>2.1. Tensiones de contacto</p> <p>2.2. Fuerzas distribuidas en un cuerpo sólido semi-infinito</p> <p>2.3. Tensiones y deformaciones producidas por una distribución circular con carga uniforme</p> <p>2.4. Presión entre dos cuerpos esféricos en contacto</p> <p>2.5. Presión entre dos cuerpos cilíndricos en contacto.</p>                                                                                                         | <p><b>25%</b></p> |
| <p>3. Compendio de problemas relacionados a sistemas de lubricación en el que la selección dependa de las condiciones de operación del sistema mecánico. Además presentará una serie de problemas y ejercicios de diseño, cálculo y selección de cojinetes deslizantes, axiales y radiales.</p>                                                                                                        | <p>El alumno demuestra la habilidad para abstraer y analizar la solución de problemas de sistemas de lubricación y selección de cojinetes deslizantes, axiales y radiales.</p>                  | <p>3.1. Bases de lubricantes.</p> <p>3.2. Aditivos</p> <p>3.3. Viscosimetría.</p> <p>3.4. Índice de Viscosidad.</p> <p>3.5. Clasificación de las bases.</p> <p>3.6. Clasificación de los lubricantes.</p> <p>3.7. Normas ISO VG y SAE.</p> <p>3.8. Ecuación de Reynolds.</p> <p>3.9. Cojinetes de empuje deslizantes y casos particulares.</p> <p>3.10. Cálculo de cojinetes axiales.</p> <p>3.11. Cojinetes de empuje radial (bujes)</p> | <p><b>25%</b></p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <p>4. Aquí se presentarán de manera conjunta las evidencias de las unidades 4 y 5 en para ello el alumno presentará un reporte del trabajo colectivo que demuestre la utilización de sistemas que incluyan el diseño y selección de cojinetes auto-contenidos, sellos y juntas de tipo mecánico que resuelvan algún problema real de la industria y sistemas de lubricación: centralizada, de línea simple, de línea doble, progresiva, de circulación de aceite. Además deberá incluir, diseños, selección y cálculo sistemas de lubricación en régimen hidrostático, de cadenas y por aire comprimido, además del sistemas MQL interno y externo</p> | <p>El alumno tiene criterios para seleccionar componentes a instalar en sistemas mecánicos que requieren acoplamiento rígidos, flexibles y universales.</p> <p>Sabe desarrollar diseños y cálculos de la capacidad de frenado en máquinas estáticas o móviles.</p> <p>Es capaz de seleccionar y calcular los sistemas de frenado mediante mecanismos articulados y de banda.</p> | <p>4.1. Acoplamientos rígidos.<br/>4.2. Acoplamientos flexibles.<br/>4.3. Uniones universales</p> <p>5.1. Frenos de zapata corta.<br/>5.2. Frenos de zapata larga.<br/>5.3. Frenos articulados.<br/>5.4. Frenos de banda.<br/>5.5. Embragues de disco.<br/>5.6. Embragues axiales de fricción.<br/>5.7. Diseño a desgaste constante, diseño a presión constante.</p> | <p><b>25 %</b></p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|

| Producto final                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Evaluación                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Título: PROYECTO DE SISTEMAS DE LUBRICACIÓN.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Criterios de fondo:</b><br>1. Diseño, cálculo o selección de los sistemas de lubricación aplicados en la industria. | <b>Ponderación del producto final</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Objetivo:</b> Demostrar los saberes adquiridos durante la unidad de aprendizaje de Sistemas de lubricación.                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                        | <b>30 %</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Caracterización:</b><br>Debe presentar un proyecto donde se presenta una aplicación de Sistemas de lubricación que contenga cuatro de los cinco temas, descritos a continuación:<br><br>1. Superficies y contacto mecánico.<br>2. Fricción y desgaste.<br>3. Lubricantes.<br>4. Lubricación hidrodinámica<br>5. Sistemas de lubricación. |                                                                                                                        | <b>Criterios de forma:</b><br>1. Presentar memoria de cálculo, según el formato y criterio del docente.<br><br>2. Los planos serán realizados con alguna herramienta de diseño CAD. Y deben contener: Vistas, cortes, secciones bajo normatividad de dibujos, la cual puede ser: NOM, DIN, ISO o bajo otra norma estandarizada, previa justificación y aprobación por parte del docente. |

| Otros criterios |             |             |
|-----------------|-------------|-------------|
| Criterio        | Descripción | Ponderación |
|                 |             |             |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

**Características de evaluación:**

| <b>Rasgos</b>                                        | <b>Porcentaje</b> | <b>Calificación</b> |
|------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|
| Actividades entregadas (descritas en las evidencias) | 20 %              | 20                  |
| Producto final                                       | 20 %              | 20                  |
| Primer examen parcial                                | 30 %              | 30                  |
| Segundo examen parcial                               | 30 %              | 30                  |
| Calificación total del semestre                      | 100 %             | 100                 |

| <b>6. REFERENCIAS Y APOYOS</b>              |            |                                                     |                                         |                                                                           |
|---------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>Referencias bibliográficas</b>           |            |                                                     |                                         |                                                                           |
| <b>Referencias básicas</b>                  |            |                                                     |                                         |                                                                           |
| <b>Autor<br/>(Apellido,<br/>Nombre)</b>     | <b>Año</b> | <b>Título</b>                                       | <b>Editorial</b>                        | <b>Enlace o biblioteca virtual donde esté<br/>disponible (en su caso)</b> |
| Shigley,<br>Budynas, R.<br>Nisbett, K.      | 2008       | Diseño en<br>Ingeniería<br>Mecánica                 | Mc, Graw Hill                           |                                                                           |
| Arnell R.D.,<br>Davies P.B.,<br>Halling J., | 1991       | Tribology,<br>principles and<br>design applications | Ed. MacMillan<br>Eduaction<br>LTD, U.K. |                                                                           |

|                                                                                                    |      |                                                           |                              |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------|------------------------------|--|
|                                                                                                    |      |                                                           |                              |  |
| R. L. Mott                                                                                         | 2006 | Diseño de elementos de Máquinas                           | Pearson Prentice Hall México |  |
| Saul Soto Molina                                                                                   | 2005 | Lubricación técnica de maquinaria                         | Editorial Trillas, México    |  |
| Francisco Martínez Pérez                                                                           | 2003 | La tribología ciencia y tecnología para el mantenimiento. | Limusa, Mexico               |  |
| <b>Referencias complementarias</b>                                                                 |      |                                                           |                              |  |
|                                                                                                    |      |                                                           |                              |  |
|                                                                                                    |      |                                                           |                              |  |
| <b>Apoyos (asesoría, maquetas y modelos a escala, bibliografía recomendada para el estudiante)</b> |      |                                                           |                              |  |
| <b>Unidad temática:</b>                                                                            |      |                                                           |                              |  |