

ANX-PR/CL/001-01
GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

Tribología

CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE

2016-17 - Primer semestre

Datos Descriptivos

Nombre de la Asignatura	Tribologia
Titulación	05AT - Master Universitario en Ingeniería Mecánica
Centro responsable de la titulación	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Semestre/s de impartición	Primer semestre
Carácter	Optativa
Código UPM	53000972
Nombre en inglés	Tribology

Datos Generales

Créditos	3	Curso	1
Curso Académico	2016-17	Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano	Otros idiomas de impartición	

Requisitos Previos Obligatorios

Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Mecánica no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

Otros Requisitos

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Mecánica no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

Conocimientos Previos

Asignaturas Previas Recomendadas

El coordinador de la asignatura no ha definido asignaturas previas recomendadas.

Otros Conocimientos Previos Recomendados

Conocimiento de Teoría de Máquinas y Mecanismos, Diseño de Máquinas y Tecnología de Materiales

Manejo de software Matlab a nivel básico.

Competencias

- CE1 - Utilizar las ventajas que aportan las herramientas de diseño y cálculos asistidos por computador (?M-CAE?) en el sector, empleando las principales directivas y normativas.
- CE2 - Realizar actividades de análisis, diseño, fabricación, ensayo y mantenimiento de máquinas, productos y dispositivos, aplicando metodologías estructuradas, considerando el ciclo de vida global.
- CE9 - Redactar de documentación técnica y no especializada dentro del ámbito de la ingeniería mecánica. Búsqueda de fuentes y uso de Bases de datos. Difusión de resultados.
- CG 1 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica de la Ingeniería Mecánica
- CG 2 - Diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos de la ingeniería mecánica, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas.
- CG 3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares y desarrollando actividades de I+D.
- CG 7 - Aplicar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería Mecánica en sus actividades profesionales.
- CG 8 - Operar en un entorno bilingüe (inglés-español).
- CG 9 - Crear nuevas ideas (Creatividad).

Resultados de Aprendizaje

- RA41 - Predicción del comportamiento de los contactos bajo diferentes condiciones de operación
- RA43 - Conocimiento de los ensayos más comunes en tribología
- RA39 - - Identificación y análisis de la influencia de cada uno de los parámetros que intervienen en los contactos entre superficies.
- RA42 - Selección de los lubricantes más adecuados para cada aplicación
- RA40 - Análisis de la probabilidad de aparición de desgaste en contactos secos y lubricados

Profesorado

Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Echavarrí Otero, Javier (Coordinador/a)	05A.01.085.0	javier.echavarrí@upm.es	Horario permanente en División de Ingeniería de Máquinas. Petición de cita previa de forma verbal o por e-mail.
Chacon Tanarro, Enrique		e.chacon@upm.es	Horario permanente en División de Ingeniería de Máquinas. Petición de cita previa de forma verbal o por e-mail.

Nota.- Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

Descripción de la Asignatura

La palabra "Tribología" se introdujo en la década de los 60, como la ciencia y la ingeniería de superficies de rozamiento. Incluye el estudio y la aplicación de los principios de la fricción, el desgaste y la lubricación. Por lo tanto, la tribología es de naturaleza multidisciplinar, y está estrechamente relacionada con la física, el análisis y diseño de máquinas, y la tecnología de materiales, entre otras disciplinas. En los últimos años, la investigación en tribología ha alcanzado una fase muy avanzada desde un punto de vista teórico y experimental, con aplicación a muchos problemas industriales, por ejemplo, la industria del automóvil: cada automóvil presenta aproximadamente dos mil contactos tribológicos.

Temario

1. Introducción
 - 1.1. Concepto de la tribología
 - 1.2. Historia de la Tribología
 - 1.3. Importancia Industrial
2. Contacto entre superficies
 - 2.1. Superficies tribológicas
 - 2.2. Geometría de contacto
 - 2.3. Tensiones superficiales
3. Fricción
 - 3.1. Adhesión, adherencia y deslizamiento
 - 3.2. Leyes de la fricción
 - 3.3. Medida de la fricción
4. Desgaste
 - 4.1. Conceptos generales sobre el desgaste
 - 4.2. Tipos de desgaste
 - 4.3. Predicción del desgaste
5. Introducción a la lubricación
 - 5.1. Tipos y propiedades de los lubricantes
 - 5.2. Modelos de comportamiento reológico de los lubricantes
 - 5.3. Regímenes de lubricación

6. Lubricación hidrostática

- 6.1. Introducción a la lubricación hidrostática
- 6.2. Flujo viscoso producido por un gradiente de presión
- 6.3. Cojinetes de empuje hidrostáticos
- 6.4. Efecto producido por cargas excéntricas. Compensación
- 6.5. Factores de carga, de caudal, y de potencia de bombeo
- 6.6. Variables de carga, de rigidez y de caudal
- 6.7. Cojinetes radiales hidrostáticos

7. Lubricación hidrodinámica

- 7.1. Teoría de Reynolds
- 7.2. Contactos superficiales de tipo plano inclinado

8. Cojinetes de película hidrodinámica

- 8.1. Cojinetes axiales de segmentos
- 8.2. Cojinetes cilíndricos lisos
- 8.3. Cojinetes cilíndricos de segmentos pivotantes
- 8.4. Estudio de casos prácticos

9. Lubricación elastohidrodinámica

- 9.1. Límites de aplicación de la teoría Hidrodinámica a contactos lineales y puntuales
- 9.2. Planteamiento del problema elastohidrodinámico y termo-elastohidrodinámico.
- 9.3. Soluciones analíticas aproximadas para contactos puntuales y lineales
- 9.4. Soluciones numéricas para contactos puntuales y lineales
- 9.5. Estudio de casos prácticos

10. Equipos de ensayo

- 10.1. Características generales de los equipos
- 10.2. Parámetros de control y resultados de medida
- 10.3. Tipología de equipos existentes
- 10.4. Tendencias actuales en el desarrollo de equipos

Cronograma

Horas totales: 78 horas

Horas presenciales: 32 horas (41%)

Peso total de actividades de evaluación continua:
100%

Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:
200%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	Introducción a la tribología Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 2	Fricción y desgaste Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Realización y entrega de problema sobre fricción y desgaste. Duración: 04:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Actividad no presencial
Semana 3	Contacto entre superficies tribológicas Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 4	Contacto entre superficies tribológicas Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Realización y entrega de problema sobre contactos tribológicos. Duración: 04:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Actividad no presencial
Semana 5	Contacto entre superficies tribológicas Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Realización y entrega de problema sobre contactos tribológicos. Duración: 04:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Actividad no presencial
Semana 6	Introducción a la lubricación Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Realización y entrega de problemas sobre lubricantes Duración: 04:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Actividad no presencial
Semana 7	Lubricación hidrostática Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 8	Lubricación hidrodinámica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Realización y entrega de problema sobre lubricación hidrodinámica. Duración: 04:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Actividad no presencial

Semana 9	<p>Lubricación hidrodinámica Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Realización y entrega de problema sobre lubricación hidrodinámica. Duración: 04:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Actividad no presencial</p>
Semana 10	<p>Lubricación hidrodinámica Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Realización y entrega de caso sobre lubricación hidrodinámica. Duración: 06:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Actividad no presencial</p>
Semana 11	<p>Cálculo numérico aplicado a la hidrodinámica Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
Semana 12	<p>Lubricación elastohidrodinámica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Realización y entrega de caso sobre lubricación elastohidrodinámica. Duración: 06:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Actividad no presencial</p>
Semana 13	<p>Lubricación elastohidrodinámica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Realización y entrega de problema sobre lubricación elastohidrodinámica. Duración: 04:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Actividad no presencial</p>
Semana 14	<p>Cálculo numérico aplicado a lubricación elastohidrodinámica Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
Semana 15	<p>Ejemplos de aplicación y ensayos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Realización y entrega de problema sobre ejemplos de aplicación. Duración: 06:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Actividad no presencial</p>
Semana 16	<p>Ejemplos de aplicación y ensayos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 17				<p>Examen final Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad presencial</p>

Nota.- El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

Nota 2.- Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Realización y entrega de problema sobre fricción y desgaste.	04:00	Evaluación continua y sólo prueba final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%	7 / 10	CG 3 , CE2 , CG 1
4	Realización y entrega de problema sobre contactos tribológicos.	04:00	Evaluación continua y sólo prueba final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%	7 / 10	CG 8 , CE2 , CG 1
5	Realización y entrega de problema sobre contactos tribológicos.	04:00	Evaluación continua y sólo prueba final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%	7 / 10	CG 8 , CE2 , CG 1
6	Realización y entrega de problemas sobre lubricantes	04:00	Evaluación continua y sólo prueba final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%	7 / 10	CG 8 , CE2 , CG 1
8	Realización y entrega de problema sobre lubricación hidrodinámica.	04:00	Evaluación continua y sólo prueba final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%	7 / 10	CE2 , CG 1
9	Realización y entrega de problema sobre lubricación hidrodinámica.	04:00	Evaluación continua y sólo prueba final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%	7 / 10	CE2 , CG 1
10	Realización y entrega de caso sobre lubricación hidrodinámica.	06:00	Evaluación continua y sólo prueba final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%	7 / 10	CG 3 , CG 2 , CG 7 , CE1 , CG 1
12	Realización y entrega de caso sobre lubricación elastohidrodinámica.	06:00	Evaluación continua y sólo prueba final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%	7 / 10	CG 3 , CG 2 , CG 7 , CE1 , CG 1
13	Realización y entrega de problema sobre lubricación elastohidrodinámica.	04:00	Evaluación continua y sólo prueba final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%	7 / 10	CE9 , CE2 , CG 1
15	Realización y entrega de problema sobre ejemplos de aplicación.	06:00	Evaluación continua y sólo prueba final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%	7 / 10	CG 3 , CE1 , CE9 , CG 9 , CE2 , CG 1
17	Examen final	02:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	100%	5 / 10	

Criterios de Evaluación

Durante el desarrollo del curso se proponen trabajos individuales a realizar y entregar por los alumnos en un plazo de una semana. Una calificación media de los trabajos igual o superior a 7 libera del examen final.

Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
Taller mecánico	Equipamiento	Ejemplos de diferentes tipos de cojinetes, engranajes y otros sistemas lubricados, ejemplos de elementos con diversos tipos de fallos.
Libros de referencia	Bibliografía	Principles of Tribology, J. Halling, Ed. Scholium Intl. Engineering Tribology, J. Williams, Ed. Cambridge University Press Engineering Tribology, G.W.Stachowiak, A.W.Batchelor, Ed. Elsevier
Libros de consulta	Bibliografía	Introduction to Tribology, B. Bhushan, Ed. Wiley Fundamentals of fluid film lubrication, B.J. Hamrock, Ed. McGraw-Hill High pressure rheology for quantitative elastohydrodynamics, S. Bair, Ed. Elsevier
Sala de ordenadores	Bibliografía	Sala de ordenadores con software Matlab, así como de programas de elaboración propia, que permiten la resolución numérica del problema de lubricación hidrodinámica y elastohidrodinámica.