



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Guía docente de la asignatura

Diseño Computacional de Elementos de Máquinas

Titulación: Máster en Ingeniería Industrial

CSV:	C0scPi62rgi35sRzLe3FWtqnw	Fecha:	29/01/2019 23:10:35	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/C0scPi62rgi35sRzLe3FWtqnw	Página:	1/13	

Guía Docente

1. Datos de la asignatura

Nombre	Diseño Computacional de Elementos de Máquinas				
Materia	Diseño Computacional de Elementos de Máquinas (Computational Design of Machine Elements)				
Módulo	Optativo – Bloque Mecánica y Fabricación				
Código	223102018				
Titulación	Máster en Ingeniería Industrial				
Plan de estudios	2013				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
Tipo	Optativa				
Periodo lectivo	Cuatrimestral	Cuatrimestre	C1	Curso	2
Idioma	Castellano				
ECTS	3,0	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	90

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Carlos García Masiá		
Departamento	Ingeniería Mecánica		
Área de conocimiento	Ingeniería Mecánica		
Ubicación del despacho	Segunda Planta del Edificio Hospital de Marina		
Teléfono	968326434	Fax	968326449
Correo electrónico	carlos.masia@upct.es		
URL / WEB	http://dimec.upct.es		
Horario de atención / Tutorías	Ver tablón de anuncios en el Departamento.		
Ubicación durante las tutorías	Despacho		

Titulación	Doctor Ingeniero Industrial
Vinculación con la UPCT	Catedrático de Universidad
Año de ingreso en la UPCT	1.999
Nº de quinquenios (si procede)	6
Líneas de investigación (si procede)	Modelado, Diseño de Mecanismos y Sistemas Mecánicos.
Nº de sexenios (si procede)	1
Experiencia profesional (si procede)	Proyectos de Investigación y con Empresas de Proyectos Industriales.
Otros temas de interés	Publicaciones de investigación en mecanismos de transmisión de potencia rígidas. Engranajes.

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura Diseño Computacional de Elementos de Máquinas es una asignatura optativa de carácter eminentemente práctico del Máster en Ingeniería Industrial (dentro del bloque Mecánica y Fabricación) que tiene como principal objetivo que los alumnos adquieran la capacidad de diseño, análisis y optimización de elementos de máquinas mediante el uso de herramientas computacionales basadas en la modelización 3D de los distintos elementos de máquinas y en la aplicación de técnicas de análisis y simulación por elementos finitos para establecer el estado tensional y evitar o predecir el fallo de los mismos.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La asignatura Diseño Computacional de Elementos de Máquinas proporciona al futuro Ingeniero Industrial las competencias y habilidades necesarias para el diseño, análisis y optimización de elementos de máquinas utilizando técnicas CAD/CAE para la determinación del estado de tensiones y la evaluación del riesgo de fallo. Por otro lado, poder evaluar el comportamiento mecánico de piezas antes de la fabricación de los primeros prototipos y retroalimentar el diseño del mismo, hace que se tenga la capacidad de reducir los tiempos de desarrollo de nuevas piezas o productos al acortar el tiempo de definición de los distintos elementos con la certeza de que el diseño es adecuado y que soportará las condiciones de carga a las que estará expuesto durante su funcionamiento. De esta manera, la asignatura acerca el proceso de diseño de elementos de máquinas a las técnicas habituales de trabajo en departamentos de ingeniería.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura Diseño Computacional de Elementos de Máquinas introduce herramientas computacionales en el diseño de los distintos elementos de máquinas por lo que está directamente relacionada con la materia Tecnología de Máquinas del Grado en Tecnologías Industriales, donde se lleva a cabo el diseño o selección de los elementos generales de máquina a partir de distintos criterios basados en modelos teóricos y experimentales. La asignatura Diseño Computacional de Elementos de Máquinas se considera una extensión de aquella al aportar la capacidad de ensayar los modelos virtualmente y poder diseñar elementos y analizar problemas en los que los modelos teóricos no pueden dar una solución aproximada, aunque sí pueden (y deben) ser una referencia. La asignatura también se considera una extensión de la materia Diseño de Transmisiones Mecánicas al aportar capacidades para poder afrontar el diseño y el análisis de dichas transmisiones mediante el análisis de modelos 3D con el método de los elementos finitos. Por otro lado, la asignatura forma parte del bloque de optativas Mecánica y Fabricación, complementándose con el resto de asignaturas del bloque: (1) con la asignatura Análisis y Síntesis de Mecanismos donde se obtendrán las solicitaciones mecánicas de las distintas piezas que componen el mecanismo para que éste cumpla la función para la que ha sido diseñado y poder materializar los diseños de las piezas mediante modelos 3D, (2) con la asignatura Fabricación Asistida por Ordenador al poder evaluar el comportamiento mecánico de las piezas antes de la fabricación y acortar el tiempo de definición con la certeza de que el diseño es adecuado y que soportará las condiciones de carga a las que estará expuesto durante su funcionamiento, (3) con la asignatura Verificación y Ensayo de Máquinas al aportarle datos básicos del diseño que pueden tener relevancia en el control de los equipos mecánicos durante su funcionamiento.

CSV:	C0scPi62rgi35sRzLe3FWtqnw	Fecha:	29/01/2019 23:10:35	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/C0scPi62rgi35sRzLe3FWtqnw	Página:	4/13	

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen.

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Es recomendable repasar los criterios de fallo tanto a carga estática como a carga variable expuestos en la asignatura Tecnología de Máquinas del Grado en Tecnologías Industriales.

3.6. Medidas especiales previstas

Aquellos alumnos con discapacidades, o que simultanean el trabajo y los estudios, o que pertenecen a algún programa de movilidad, deberán comunicarlo al profesor al inicio del cuatrimestre para estudiar cada caso particular y realizar un desarrollo adecuado del proceso de aprendizaje. Se podrán programar en tales casos actividades de aprendizaje a través del aula virtual o actividades de tutoría en grupo.

De acuerdo a la normativa vigente en materia de evaluación en asignaturas de los títulos oficiales de máster de la UPCT, se prevé una prueba de evaluación única de carácter global para aquellos alumnos que así lo soliciten por escrito durante el primer mes del período lectivo en el que se desarrolla el proceso de aprendizaje. El Departamento responsable de la docencia de dicha asignatura accederá a la solicitud en casos excepcionales (obligaciones laborales, obligaciones familiares, motivos de salud, deporte de alto nivel, etc.) convenientemente acreditados.

CSV:	C0scPi62rgi35sRzLe3FWtqnw	Fecha:	29/01/2019 23:10:35	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/C0scPi62rgi35sRzLe3FWtqnw	Página:	5/13	

4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas del plan de estudios asociadas a la asignatura

- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

- Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo e infraestructuras.
- Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas.
- Realizar investigación, desarrollo e innovación en productos, procesos y métodos.
- Realizar la planificación estratégica y aplicarla a sistemas tanto constructivos como de producción, de calidad y de gestión medioambiental.
- Gestionar técnica y económicamente proyectos, instalaciones, plantas, empresas y centros tecnológicos.

4.3. Competencias específicas del plan de estudios asociadas a la asignatura

- Capacidad para el análisis y el diseño de elementos de mecanismos y máquinas mediante computador.

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

- No hay.

4.5. Resultados del aprendizaje de la asignatura

Al finalizar la asignatura el alumnado será capaz de:

- 1.- Diseñar elementos de máquinas y poder analizar su estado de tensiones o de deformación en condiciones reales de funcionamiento, garantizando de esta manera su correcto funcionamiento.
- 2.- Saber evaluar los resultados del análisis de piezas mediante el método de los elementos finitos y validarlos en relación con aquellos que se obtendrían siguiendo formulaciones analíticas de modelos de cálculo.

- 3.- Evaluar el efecto de concentración de esfuerzos en elementos de máquinas.
- 4.- Predecir el comportamiento de distintos elementos de máquinas cuando se someten a cargas mecánicas fluctuantes en el tiempo (fallo por fatiga).
- 5.- Evaluar el estado de tensiones debido al ajuste o interferencia entre piezas.
- 6.- Evaluar la presión de contacto entre distintos elementos de máquinas.
- 7.- Analizar el comportamiento de uniones atornilladas.
- 8.- Diseñar productos con el material justo y necesario sin que se produzca el fallo durante su funcionamiento normal a lo largo del ciclo de vida.

CSV:	C0scPi62rgi35sRzLe3FWtqnw	Fecha:	29/01/2019 23:10:35	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/C0scPi62rgi35sRzLe3FWtqnw	Página:	7/13	

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Introducción al diseño computacional. Modelización paramétrica de elementos de máquina mediante programas de uso comercial. Técnicas de análisis de deformación y de tensión en elementos de máquina. Análisis de deformación y de tensión en elementos de máquina mediante el método de los elementos finitos. Aplicación práctica al diseño de elementos de máquina.

5.2. Programa de teoría

Unidad Didáctica I. Fundamentos del diseño computacional.

- Tema 1. Introducción al diseño computacional de máquinas.
- Tema 2. Fundamentos del análisis tensional mediante elementos finitos.

Unidad Didáctica II. Estudio de casos prácticos de diseño.

- Tema 3. Análisis estático de elementos de máquinas.
- Tema 4. Análisis de fatiga en elementos de máquinas.
- Tema 5. Análisis de ajustes o interferencia de piezas.
- Tema 6. Análisis de contacto entre elementos de máquinas.
- Tema 7. Análisis de uniones atornilladas.
- Tema 8. Optimización del diseño.

5.3. Programa de prácticas

Práctica 1. Análisis estático de diferentes piezas.

Práctica 2. Análisis de concentración de esfuerzos.

Práctica 3. Análisis de piezas sometidas a cargas variables en el tiempo (fallo por fatiga).

Práctica 4. Análisis de ajustes o interferencia de piezas.

Práctica 5. Análisis de contacto entre elementos de máquinas.

Práctica 6. Análisis de uniones atornilladas.

Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

CSV:	C0scPi62rgi35sRzLe3FWtqnw	Fecha:	29/01/2019 23:10:35	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/C0scPi62rgi35sRzLe3FWtqnw	Página:	8/13	

5.4. Programa de teoría en inglés

I. Fundamentals

- Chapter 1. Introduction to the computational machine design.
- Chapter 2. Fundamentals of finite element analysis.

II. Project based learning of design cases.

- Chapter 3. Static analysis of machine elements.
- Chapter 4. Fatigue analysis.
- Chapter 5. Interference fit analysis.
- Chapter 6. Contact analysis.
- Chapter 7. Bolted joint analysis.
- Chapter 8. Design optimization.

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Tema 1. Introducción al diseño computacional de máquinas.

- Recordar la terminología y los conceptos básicos necesarios para el desarrollo de la asignatura prestando especial atención a la definición de factor de seguridad, tensión y resistencia.
- Recordar las principales propiedades mecánicas de los materiales y las distintas teorías de fallo aplicables.

Tema 2. Fundamentos del análisis tensional mediante elementos finitos.

- Comprender los principales componentes de un modelo de elementos finitos: nodos, elementos, grados de libertad y condiciones de contorno.
- Identificar y seleccionar el tipo de elemento finito más adecuado a cada solución.
- Comprender las diferencias entre el cálculo tensional en nodos y elementos.
- Describir las distintas etapas en la realización de un análisis por elementos finitos.
- Usar con habilidad el entorno de usuario de los programas a utilizar.

Tema 3. Análisis estático de elementos de máquinas.

- Creación y ejecución de un análisis estático lineal.
- Asignación de las propiedades mecánicas del material.
- Aplicar sujeciones y cargas al modelo.
- Mallado de piezas.
- Ejecución del análisis.
- Visualización de resultados del análisis.
- Seleccionar la mejor técnica de modelización en función de los resultados que se quieren obtener.
- Reconocer cuándo, cómo y por qué se puede o se debe simplificar un modelo.
- Aplicar refinamientos de malla a un modelo y comprender la influencia de la densidad de malla sobre los resultados de tensiones y desplazamientos.
- Comprobar los criterios de convergencia para validar los resultados obtenidos.

Tema 4. Análisis de fatiga de elementos de máquinas.

- Configurar un análisis de fatiga.
- Definir el estado de cargas variable con el tiempo.
- Determinar el coeficiente de seguridad frente al fallo por fatiga y la vida en ciclos.

Tema 5. Análisis de ajustes o interferencia de piezas.

- Configurar y analizar un estudio de interferencia de un ensamblado de piezas.
- Definir y usar sistemas de coordenadas cilíndricas.
- Examinar resultados en sistemas locales de coordenadas.
- Generar informes con los resultados del estudio.
- Aplicar medios alternativos de controlar el movimiento de sólido rígido de una pieza.

Tema 6. Análisis de contacto entre elementos de máquinas.

- Comprender la aplicación de cargas sobre una superficie no plana en direcciones preestablecidas.
- Definir las condiciones de contacto u holgura sin penetración de superficies.
- Usar animaciones para comprender el proceso de deformación y el desarrollo del estado tensional en función de la aplicación de la carga.

Tema 7. Análisis de uniones atornilladas.

- Conocer y aplicar el uso de conectores tipo unión atornillada.
- Definir las propiedades del material para los conectores tipo unión atornillada.
- Identificar cuando se requiere un refinamiento de malla en función del gradiente de tensiones.
- Definición de conjuntos de elementos en contacto.

Tema 8. Optimización del diseño.

- Seleccionar y definir las variables de diseño durante el proceso de optimización.
- Especificar y limitar restricciones al proceso de optimización.
- Definir los objetivos deseados del proceso de optimización.
- Ejecutar e interpretar los resultados de un proceso de optimización.

CSV:	C0scPi62rgi35sRzLe3FWtqnw	Fecha:	29/01/2019 23:10:35	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/C0scPi62rgi35sRzLe3FWtqnw	Página:	10/13	

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente			
Actividad	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clases de teoría	Exposición y explicación de contenidos, resaltando lo más importante, desarrollando ejemplos, y resolviendo dudas.	Presencial: Toma de apuntes, planteamiento de dudas.	14
		No presencial: Estudio de la materia. Realización de tutoriales de casos de diseño.	14
Clases de prácticas	Realización de ejemplos de modelización para la adquisición de las habilidades básicas de manejo de la herramienta computacional utilizada.	Presencial: Modelización y análisis de piezas tipo. Ejemplos de casos prácticos. Planteamiento de dudas.	12
		No presencial: Realización en casa de las piezas tipo.	20
Actividades de evaluación sumativa	Realización de pruebas de evaluación individual en ordenador para comprobación del grado de consecución de las competencias.	Presencial: Asistencia y realización de una prueba de evaluación en ordenador.	2
		No presencial: Realización de casos prácticos de diseño.	12
Preparación de la evaluación sumativa	Asesoramiento para el estudio enfocado a la realización de las pruebas de evaluación.	No presencial: Estudio de la materia enfocado a la realización de las pruebas de evaluación.	10
Evaluación formativa	Revisión de pruebas de evaluación en grupo y motivación por el aprendizaje.	Presencial: Planteamiento de dudas. Aprendizaje de los criterios de evaluación.	2
Tutorías individuales y de grupo	Seguimiento individual o en grupo y orientación en el aprendizaje.	Presencial: Planteamiento de dudas en horario de tutorías, en aula o por correo electrónico.	4
			90

6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

Actividades formativas (6.1)	Resultados del aprendizaje (4.5)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clases de teoría	X	X	X	X	X	X	X	X		
Clases de prácticas	X	X	X	X	X	X	X	X		
Prueba individual de carácter práctico	X	X	X	X	X	X	X			
Realización de casos prácticos de diseño y análisis de elementos de máquinas	X	X	X	X	X	X	X			
Realización de un caso práctico de optimización de la geometría de una pieza								X		
Evaluación formativa	X	X	X	X	X	X	X	X		
Tutorías individuales y de grupo	X	X	X	X	X	X	X	X		

7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación					
Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa	Formativa			
Prueba individual escrita de carácter práctico	X		Resolución de un ejercicio de diseño o análisis con ordenador donde se evalúan las habilidades y destrezas adquiridas en el empleo de un programa CAE para el diseño computacional de elementos de máquinas.	60	1-7
Realización y entrega en plazo de distintos casos prácticos de diseño y análisis de elementos de máquinas	X		Elaboración de los informes con los resultados de distintos casos prácticos de diseño y análisis de elementos de máquinas.	40	1-8
Evaluación formativa		X	Exposición y discusión en clase del procedimiento de resolución propuesto para distintos casos de diseño planteados.	X	1-8

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

7.2. Mecanismos de control y seguimiento

- Evaluación de la prueba individual.
- Evaluación de los informes de realización de distintos casos prácticos de diseño.
- Tutorías individuales y en grupo.

8. Recursos y bibliografía

8.1. Bibliografía básica

- *Analysis of Machine Elements Using SolidWorks Simulation 2016*, John R. Steffen, SDC publications, 2015/16.
- *Engineering Analysis with SolidWorks Simulation 2016*, Paul M. Kurowski, SDC publications, 2015/16.
- *SolidWorks Simulation*, Sergio Gómez González, Editorial RA-MA, junio 2010.

8.2. Bibliografía complementaria

- *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*, 9ª Ed., Richard G. Budynas and J. Keith Nisbett, Mc-Graw Hill Interamericana, 2011.
- *Shigley's Mechanical Engineering Design*, Ninth Edition, Richard G. Budynas and J. Keith Nisbett, Mc-Graw Hill, 2011
- *Fundamentals of Machine Component Design*, Fifth Edition, Robert C. Juvinall and Kurt M. Marshek, John Wiley & Sons, 2012.

8.3. Recursos en red y otros recursos

- En el aula virtual de la asignatura se tendrá acceso a las transparencias, tutoriales y modelos geométricos de las piezas sobre las que se desarrollará el contenido de la asignatura.

CSV:	C0scPi62rgi35sRzLe3FWtqnw	Fecha:	29/01/2019 23:10:35	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/C0scPi62rgi35sRzLe3FWtqnw	Página:	13/13	