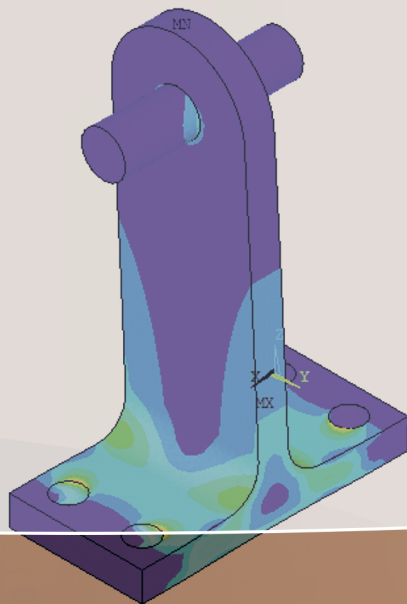
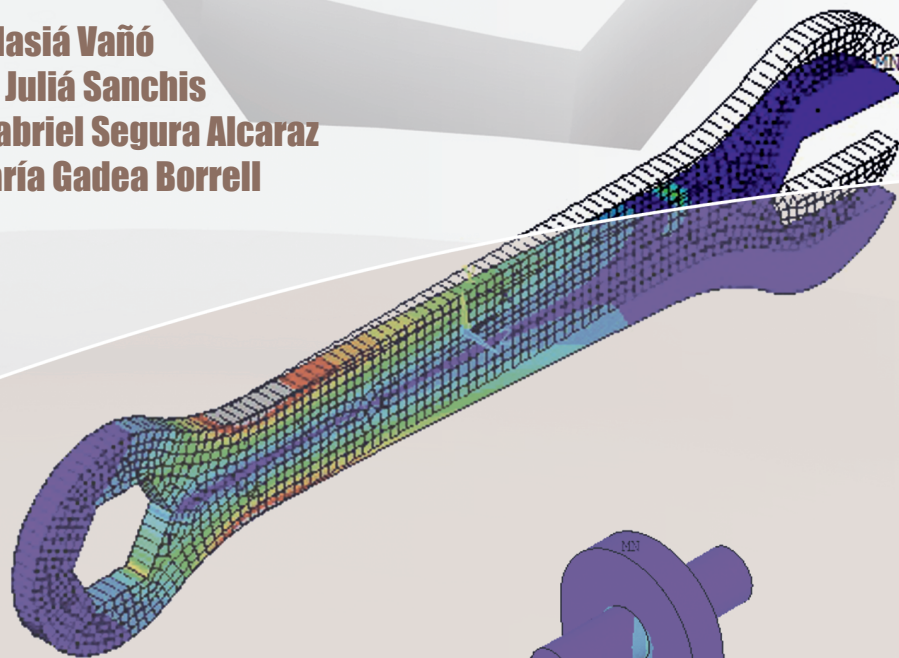


# Ejercicios de simulación de comportamiento mecánico de los materiales

**Jaime Masía Vañó**  
**Ernesto Juliá Sanchis**  
**Jorge Gabriel Segura Alcaraz**  
**José María Gadea Borrell**



# Ejercicios de Simulación de Comportamiento Mecánico de los Materiales



Presentación

Créditos

Índice

Introducción

Ejercicios

Bibliografía

## PRESENTACIÓN

En los ámbitos de la Ingeniería Mecánica y del Diseño y Desarrollo de Productos, cada día resulta más importante optimizar las formas y los materiales, lo que supone una reducción en el coste y, en definitiva, un diseño más adecuado. Para conseguir esta optimización desde el punto de vista estructural, tradicionalmente se han utilizado métodos teóricos que han permitido una simulación de la realidad, más próxima cuanto más compleja es dicha teoría. El método de los Elementos Finitos permite un acercamiento bastante exacto a la realidad, pero necesita ordenadores con una potencia de cálculo suficiente para abordar estos problemas. Un software que permite realizar este tipo de análisis es el ANSYS. El conjunto de ejercicios prácticos que se presentan en esta publicación permiten al estudiante aprender de forma progresiva la utilidad de este programa, sin previa experiencia en esta aplicación informática.

Los ejercicios que se proponen abarcan desde modelos lineales simples hasta modelos sólidos más complejos, pasando por los modelos planos y de superficies tridimensionales. También se profundiza en el uso de diferentes tipos de perfiles estructurales y materiales, de forma que el estudiante tiene la posibilidad de investigar su comportamiento y descubrir cuáles son los más adecuados en cada caso.

Basados en aplicaciones prácticas, los ejercicios de la presente publicación pretenden ser una guía útil para que el estudiante de Ingeniería se familiarice con esta herramienta, la cual le permitirá abordar una gran cantidad de problemas en distintos ámbitos de la Mecánica y del Diseño de Productos Industriales.

Se pretende aprovechar las ventajas que ofrece el software ANSYS con el sistema operativo WINDOWS, presentando un manejo más intuitivo y gráfico. Por esta razón, la redacción de los ejercicios se acompaña con explicaciones y figuras de los menús y cuadros de diálogo con los que el estudiante tendrá que trabajar, y se va adaptando la presencia de estas imágenes a medida que se avanza en el conocimiento del programa. Aun así, siempre se proporciona información detallada de los pasos a seguir en función de las características de cada caso concreto. Se pretende así que el estudiante aprenda a razonar sobre el manejo del programa y sea capaz de utilizar ANSYS para abordar cualquier problema que se le presente al finalizar el curso.

En algunos de los ejemplos propuestos se realizan hipótesis simplificadoras en los modelos que no representan exactamente la realidad, ya que en algunas ocasiones hay que ajustarse a las limitaciones del programa y del método. Con esto, el objetivo fundamental es dar a conocer las herramientas necesarias para llegar a realizar la modelización numérica de la forma más adecuada.

En resumen, con la voluntad de acercar al estudiante una de las herramientas más útiles en el ámbito de la Ingeniería Estructural, se ha desarrollado este curso.

# Ejercicios de Simulación de Comportamiento Mecánico de los Materiales



Presentación

Créditos

Índice

Introducción

Ejercicios

Bibliografía

## CRÉDITOS

---

Los contenidos de esta publicación han sido revisados por el Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales de la UPV

Colección Académica

Para referenciar esta publicación utilice la siguiente cita: Masiá Vaño, Jaime [et al], (2013) *Ejercicios de simulación de comportamiento mecánico de los materiales*. Valencia : Universitat Politècnica

Primera edición, 2013

© Jaime Masiá Vañó  
Ernesto Juliá Sanchis  
Jorge Gabriel Segura Alcaraz  
José María Gadea Borrell

© de la presente edición: Editorial Universitat Politècnica de València  
Distribución: tel. 96 387 70 12 / <http://www.lalibreria.upv.es> / Ref.: 6103-01-01-01

ISBN: 978-84-9048-125-7

Queda prohibida la reproducción, la distribución, la comercialización, la transformación y , en general, cualquier otra forma de explotación, por cualquier procedimiento, de la totalidad o de cualquier parte de esta obra sin autorización expresa y por escrito de los autores.

# Ejercicios de Simulación de Comportamiento Mecánico de los Materiales



Presentación

Créditos

Índice

Introducción

Ejercicios

Bibliografía

## ÍNDICE

---

Introducción

### ELEMENTOS BARRA

Soporte de carga

Tres barras articuladas

Estructura plana articulada

Estructura espacial articulada

### ELEMENTOS VIGA

Viga empotrada

Viga biapoyada

Pórtico

Cercha

Contenedor

### ELEMENTOS TUBO

Columpio

Silla

### ELEMENTOS PLANOS

Placa con agujero central

Secciones personalizadas

Soporte de plástico

Probeta

Llave plana-fija

### ELEMENTOS CHAPA

Escuadra

Lata de conservas

Calderín

### ELEMENTOS SÓLIDOS

Ensamblaje de plástico

Soporte articulación

Polea

Gancho

Colgador extintor



# Ejercicios de Simulación de Comportamiento Mecánico de los Materiales

Presentación
Créditos
Índice
Introducción
Ejercicios
Bibliografía

## INTRODUCCIÓN

### ORÍGENES DEL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS (MEF)

El Método de los Elementos Finitos (MEF) es un método numérico utilizado para la resolución de diversos problemas de física. El método se basa en dividir un sistema continuo en una serie de particiones denominadas "elementos finitos". Este proceso se conoce con el nombre de discretización. Cada elemento queda limitado por determinados puntos que se conocen como "nodos" (Figura 1).

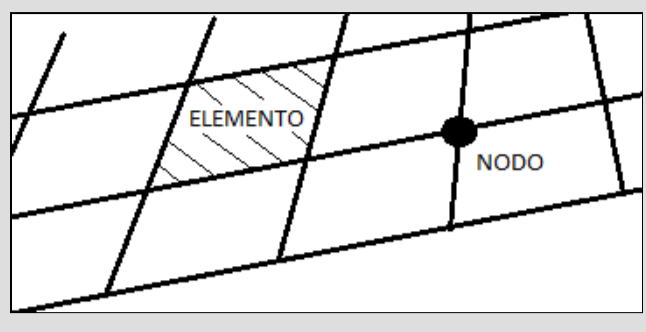


Figura 1. "Discretización" de un medio continuo.

Los orígenes de este método se remontan a la década de 1950 y fue impulsado por los avances en el análisis estructural de la industria aeronáutica. Durante esta década hubo grandes avances en la formulación matricial de problemas estructurales, hasta que en 1956 se publicó el primer artículo sobre el Método de los Elementos Finitos. En la década de 1960, el MEF se generalizó para la solución aproximada de problemas de análisis de tensiones, flujo de fluidos y transferencia de calor. La evolución del MEF ha ido en paralelo a los avances en la capacidad computacional de los ordenadores, surgiendo en la década de 1970 los primeros programas comerciales de cálculo basados en este método.

Uno de estos programas es ANSYS, caracterizado por el gran número de aplicaciones que es capaz de abordar: análisis estructurales, modales, térmicos, magnéticos, etc.

Por lo tanto, el análisis de elementos finitos constituye una de las técnicas más ampliamente utilizadas para evaluar el comportamiento mecánico de cualquier componente estructural para la ingeniería.

La Tabla 1 muestra algunos de los elementos utilizados para la resolución de diferentes tipos de problemas estructurales. La clasificación se ha basado en el desarrollo de los ejercicios de esta publicación.

Tabla 1. Elementos estructurales.

ELEMENTOS BARRA (LINK)			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	NODOS	G.D.L.
<p>LINK 180</p>	Elemento uniaxial para tracción-compresión.	2	3 UX UY UZ
ELEMENTOS VIGA (BEAM)			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	NODOS	G.D.L.
<p>BEAM 188</p>	Elemento lineal tridimensional utilizado para vigas.	2	6 UX UY UZ ROTX ROTY ROTZ
<p>BEAM 189</p>	Elemento cuadrático tridimensional utilizado para vigas.	3	6 UX UY UZ ROTX ROTY ROTZ
ELEMENTOS PLANOS (PLANE)			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	NODOS	G.D.L.
<p>PLANE 182</p>	Elemento utilizado para estructuras sólidas bidimensionales en tensión y deformación planas.	4	2 UX UY
<p>PLANE 183</p>	Elemento utilizado para estructuras sólidas bidimensionales en tensión y deformación planas (o aplicaciones axisimétricas).	8	2 UX UY
ELEMENTOS CHAPA (SHELL)			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	NODOS	G.D.L.
<p>SHELL 281</p>	Elemento utilizado para estructuras laminares de pequeño espesor.	8	6 UX UY UZ ROTX ROTY ROTZ
ELEMENTOS SÓLIDOS (SOLID)			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	NODOS	G.D.L.
<p>SOLID 187</p>	Elemento tetraédrico utilizado para estructuras sólidas.	10	3 UX UY UZ

### FUNDAMENTOS DEL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS

Los análisis por elementos finitos se basan en el uso de valores de rigidez para establecer los desplazamientos de los nodos de la retícula y poder obtener las tensiones en cada elemento.

Para un material elástico, se puede expresar la siguiente ecuación fundamental:

$$F = k \cdot x$$

- F, es la fuerza aplicada.
- k, es la rigidez.
- x, es el desplazamiento.

Y la matriz de rigidez, que es la parte principal de todas las tensiones de trabajo en los cálculos de la retícula de elementos finitos:

$$[F] = [K] \cdot [x]$$

- [F], es la matriz de fuerzas nodales.
- [K], es la matriz de rigidez.
- [x], son los desplazamientos nodales.

Cada tipo de elemento se puede definir en función de los siguientes tres parámetros:

- FORMA, según la posición relativa de sus nodos.
- GRADOS DE LIBERTAD, según las posibilidades de desplazamiento y rotación de cada nodo.
- La MATRIZ DE RIGIDEZ que viene dada por el número de grados de libertad.

### SOFTWARE ANSYS

Se trata de un software de cálculo comercial basado en el Método de los Elementos Finitos. Es probablemente uno de los programas más utilizado, pudiendo abarcar gran número de aplicaciones.

El programa ANSYS está dividido en tres módulos principales: PRE-PROCESADOR (preparación del modelo), SOLUCIÓN (tipo de análisis para el modelo) y POST-PROCESADOR (evaluación de los resultados). Tanto el pre-procesador como el post-procesador están provistos de una interfaz gráfica. El programa incluye análisis de estructuras estáticas y dinámicas (ambas para problemas lineales y no-lineales), análisis de transferencia de calor y de flujo de fluidos, y también problemas de acústica y de electromagnetismo.

#### Pre-procesador

Esta parte del programa permite la construcción del modelo geométrico de un determinado componente estructural. En esta fase se establecen parámetros tales como:

- Geometría del modelo: tipo de elemento, coordenadas nodales e intensidad de la retícula (mallado).
- Características de carga: magnitudes, posiciones y direcciones de las fuerzas que actúan sobre el modelo.
- Condiciones de contorno: posiciones y direcciones de las fijaciones nodales, ejes rotacionales, resistencias a la fricción, etc.
- Propiedades del material: módulo de elasticidad, coeficientes de Poisson, densidad, etc.

#### Solución

En esta parte se indica el tipo de análisis con el que se va a resolver el problema.

#### Post-procesador

Esta parte del programa proporciona herramientas para analizar y evaluar los resultados.

**Para seguir leyendo haga click aquí**