

# **Matemáticas de la Especialidad de Ingeniería Mecánica**

## **Plan 2010: Programa curso 2013-14**

### ***Módulo 1: Introducción***

Clase 01      Introducción a la asignatura. Introducción a Matlab.

Clases 02, 03      Primer ejemplo programado con Matlab: Programa para el cálculo matricial de estructuras de barras articuladas planas.

### ***Módulo 2: Problemas numéricos en Álgebra lineal***

Clase 04      Resolución de sistemas de ecuaciones lineales mediante el método de Gauss.

Clase 05, 06      Factorización LU. Pivotamiento. Factorización de Cholesky. Matrices sparse con Matlab. Almacenamiento.

Clase 07      Funciones para manejo de matrices sparse. Renumeración. Ejemplos.

Clases 08,09      Cálculo de valores y vectores propios. Iteración directa e inversa. Iteración simultánea. Método de Jacobi. Reducción a forma de Hessenberg o tridiagonal.

Clase 10      Problema generalizado de valores y vectores propios. Iteración directa e inversa.

Clase 11      Aplicación al cálculo de frecuencias y modos naturales de vibración. Análisis de Fourier.

### ***Módulo 3: Interpolación y aproximación de funciones***

Clases 12, 13      Interpolación y aproximación de funciones. Método de interpolación de Lagrange. La fórmula interpolatoria de Newton. Interpolación de Hermite. Splines cúbicas.

### ***Módulo 4: Raíces de ecuaciones y sistemas de ecuaciones no lineales***

Clases 14-16      Raíces de ecuaciones no lineales. Iteración de punto fijo. Métodos de la bisección y de la falsa posición. Método de Newton. Método de la secante. Extensión a sistemas de ecuaciones no lineales: Método de Newton-Raphson.

### ***Módulo 5: Trabajo de especialidad por grupos de 3-4 alumnos***

Clase 17      Presentación teórico práctica del trabajo correspondiente al Curso 2014-15.

Clases 18-19 Introducción a la modelización matemática de sistemas multicuerpo. Coordenadas dependientes y ecuaciones de restricción.

Clases 20-21 Resolución numérica de los problemas cinemáticos de sistemas multicuerpo.

Clases 22-24 Resolución numérica de los problemas dinámicos de sistemas multicuerpo.

### ***Módulo 6: Fórmulas de diferenciación e integración numéricas***

Clases 25-27 Fórmulas de diferenciación e integración numéricas. Fórmulas de diferencias finitas. Error de discretización. Derivadas de orden superior. Integración de Newton-Cotes. Fórmulas compuestas. Método de Gauss-Legendre.

### ***Módulo 7: Integración numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias***

Clases 28-30 Integración de ecuaciones diferenciales ordinarias. Métodos explícitos. Errores de truncamiento local y global. Estabilidad. Métodos de Runge-Kutta. Métodos multi-etapa de Adams-Bashforth y de Adams-Moulton. Cambio de paso y control de error.

Clase 31 Sistemas de ecuaciones diferenciales y ecuaciones diferenciales de orden superior. Métodos implícitos e integración de problemas stiff. Integradores estructurales.

Clase 32 Integración de sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias con Matlab. Ejemplos.

### ***Módulo 8: Introducción al Método de los Elementos Finitos***

Clase 33 Introducción al MEF. Métodos residuales y métodos variacionales. Aplicaciones.

Clases 34-35 Funciones de interpolación 1-D y 2-D. Elementos de tres y cuatro lados. Programación en Matlab del problema térmico transitorio 1-D.

Clase 36 Elementos isoparamétricos con lados curvos. Integración numérica de Gauss-Legendre.

Clases 37-39 Aplicación del MEF a transmisión de calor 2-D. Desarrollo en Matlab de un programa transitorio con elementos de 2, 3 ó 4 nudos por lado, con tres o cuatro lados.

Clases 40-41 Aplicación del MEF a Elasticidad 2-D. Desarrollo en Matlab de un programa para elasticidad plana con elementos de 2, 3 ó 4 nudos por lado, con tres o cuatro lados.

## Reducción inicial

1. Clases 3 y 4: Resolución de sistemas de ecuaciones lineales mediante el método de Gauss. Factorización LU. Pivotamiento.
2. Clases 5 y 6; Introducción a la modelización matemática de sistemas multicuerpo. Coordenadas dependientes y ecuaciones de restricción.
3. Clases 7 y 8: Resolución numérica de los problemas cinemáticos y dinámicos de sistemas multicuerpo.
4. Clases 9 y 10: Integración de sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias con Matlab
5. Clases 11 y 12: Raíces de ecuaciones no lineales. Iteración de punto fijo. Métodos de la bisección y de la falsa posición. Método de Newton. Método de la secante. Sistemas de ecuaciones no lineales. Iteración de punto fijo para funciones de varias variables. Método de Newton-Raphson.
6. Clases 13 y 14: Matrices sparse con Matlab. Almacenamiento. Funciones para manejo de matrices sparse. Factorización LU. Funciones de reenumeración para minimizar el llenado. Ejemplos.
7. Clases 15 y 16: Dinámica de sistemas multicuerpo 3-D. Planteamiento e integración de las ecuaciones diferenciales del movimiento. Ejemplos.
8. Clases 17 y 18: Interpolación y aproximación de funciones. Método de interpolación de Lagrange. La fórmula interpolatoria de Newton. Interpolación de Hermite. Splines cúbicas.
9. Clases 19 y 20: Fórmulas de diferenciación e integración numéricas. Fórmulas de diferencias finitas avanzadas, retrasadas y centradas. Error de discretización. Extrapolación de Richardson. Derivadas de orden superior. Integración de Newton-Cotes. Fórmulas compuestas. Método de Gauss-Legendre.
10. Clases 21 y 22: Integración de ecuaciones diferenciales ordinarias. Métodos explícitos. Errores de truncamiento local y global. Estabilidad. Métodos de Runge-Kutta. Métodos multi-etapa de Adams-Bashforth y de Adams-Moulton. Cambio de paso y control de error.
11. Clases 23 y 24: Sistemas de ecuaciones diferenciales y ecuaciones diferenciales de orden superior. Métodos implícitos e integración de problemas stiff. Integradores estructurales.
12. Clases 25 y 26: Cálculo de valores y vectores propios. Iteración directa e inversa. Iteración simultánea e iteración de subespacios. Método de Jacobi.
13. Clases 27 y 28: Problema generalizado de valores y vectores propios. Iteración directa e inversa. Iteración simultánea e iteración de subespacios. Método de Jacobi generalizado. Aplicación al cálculo de frecuencias y modos naturales de vibración.
14. Clases 29 y 30: Análisis de Fourier. Desarrollo en serie de Fourier. Integral de Fourier. Transformada de Fourier directa e inversa. Transformadas de Fourier de algunas funciones. Teorema de la convolución.

15. Clases 31 y 32: Análisis de Fourier. Transformada de Fourier discreta, directa e inversa. Teorema de la convolución discreta. Errores de la Transformada de Fourier Discreta: aliasing y leakage. Transformada rápida de Fourier.
16. Clases 33 y 34: Análisis sísmico de edificios. Aplicación de movimientos conocidos del terreno. Integración en coordenadas Cartesianas y en coordenadas modales.
17. Clases 35 y 36: Introducción al método de los elementos Finitos 1. Métodos residuales y métodos variacionales. Aplicación al régimen transitorio de transmisión de calor a las ecuaciones de la elasticidad.
18. Clases 37 y 38: Introducción al método de los elementos Finitos 2. Funciones de interpolación 1-D. Funciones de interpolación en 2-D. Elementos triangulares. Elementos de cuatro lados. Programación en Matlab del problema térmico transitorio 1-D.
19. Clases 39 y 40: El método de los elementos Finitos 3. Elementos isoparamétricos con lados curvos. Transformación entre coordenadas locales y generales. Integración de Gauss-Legendre.
20. Clases 41 y 42: Aplicaciones del método de los elementos Finitos: Transmisión de calor 2-D. Desarrollo en Matlab de un programa transitorio con elementos de 2, 3 ó 4 nudos por lado, con tres o cuatro lados.
21. Clases 43 y 44: Aplicaciones del método de los elementos Finitos: Elasticidad 2-D. Desarrollo en Matlab de un programa para elasticidad plana con elementos de 2, 3 ó 4 nudos por lado, con tres o cuatro lados.
22. Clases 45 y 46: Aplicaciones del método de los elementos Finitos: Problemas 3-D. Extensión a problemas 3-D. Funciones de interpolación para elementos tetraedros, pentaedros y hexaedros. Programación eficiente en Matlab.

### **Programa de Métodos Matemáticos de Especialidad (Mecánica-Máquinas) 2010**

Clase 1 y 2 (15 de septiembre de 2010)

Introducción a la asignatura. Introducción a Matlab

Clases 3 y 4 (20 de septiembre de 2010)

Primer ejemplo programado con Matlab: Programa para el cálculo matricial de estructuras de barras articuladas planas

Clases 5 y 6 (21 de septiembre de 2010)

Resolución de sistemas de ecuaciones lineales mediante el método de Gauss.  
Factorización LU. Pivotamiento.

Clases 7 y 8 (22 de septiembre de 2010)

Introducción a la modelización matemática de sistemas multicuerpo. Coordenadas dependientes y ecuaciones de restricción.

Clases 9 y 10 (27 de septiembre de 2010)

Resolución numérica de los problemas cinemáticos de sistemas multicuerpo.

Clases 11 y 12 (28 de septiembre de 2010)

Resolución numérica de los problemas dinámicos de sistemas multicuerpo.

Clases 13 y 14 (29 de septiembre de 2010)

Integración de sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias con Matlab

Clases 15 y 16 (4 de octubre de 2010)

Raíces de ecuaciones no lineales. Iteración de punto fijo. Métodos de la bisección y de la falsa posición. Método de Newton. Método de la secante.

Clases 17 y 18 (5 de octubre de 2010)

Sistemas de ecuaciones no lineales. Iteración de punto fijo para funciones de varias variables. Método de Newton-Raphson. Método de Broyden.

Clases 19 y 20 (6 de octubre de 2010)

Matrices sparse con Matlab. Almacenamiento. Funciones para manejo de matrices sparse. Factorización LU. Funciones de reenumeración para minimizar el llenado. Ejemplos.

Clases 21 y 22 (11 de octubre de 2010)

Análisis cinemático de robots con cadena abierta y cerrada. Desplazamientos finitos, Ejemplos.

Clases 23 y 24 (12 de octubre de 2010)

Dinámica de sistemas multicuerpo 3-D. Planteamiento e integración de las ecuaciones diferenciales del movimiento. Ejemplos.

Clases 25 y 26 (15 de octubre de 2010)

Modelos multicuerpo para la cinemática y dinámica de vehículos.

Clases 27 y 28 (18 de octubre de 2010)

Interpolación y aproximación de funciones. Método de interpolación de Lagrange. La fórmula interpolatoria de Newton. Interpolación de Hermite.

Clases 29 y 30 (19 de octubre de 2010)

Estimación de los errores de interpolación. Nociones sobre polinomios ortogonales. Polinomios de Chebyshev. Splines cúbicas.

Clases 31 y 32 (20 de octubre de 2010)

Fórmulas de diferenciación e integración numéricas. Fórmulas de diferencias finitas avanzadas, retrasadas y centradas. Error de discretización. Extrapolación de Richardson. Derivadas de orden superior. Integración de Newton-Cotes. Fórmulas compuestas. Método de Gauss-Legendre.

Clases 33 y 34 (25 de octubre de 2010)

Integración de ecuaciones diferenciales ordinarias. Métodos explícitos. Errores de truncamiento local y global. Estabilidad. Métodos de Runge-Kutta. Métodos multi-etapa de Adams-Bashforth y de Adams-Moulton. Cambio de paso y control de error.

Clases 35 y 36 (26 de octubre de 2010)

Sistemas de ecuaciones diferenciales y ecuaciones diferenciales de orden superior. Métodos implícitos e integración de problemas stiff. Integradores estructurales.

Clases 37 y 38 (27 de octubre de 2010)

Cálculo de valores y vectores propios. Iteración directa e inversa. Iteración simultánea e iteración de subespacios.

Clases 39 y 40 (2 de noviembre de 2010)

Cálculo de valores y vectores propios. Método de Jacobi. Método QR. Descomposición de valores singulares.

Clases 41 y 42 (3 de noviembre de 2010)

Problema generalizado de valores y vectores propios. Iteración directa e inversa. Iteración simultánea e iteración de subespacios. Método de Jacobi generalizado. Aplicación al cálculo de frecuencias y modos naturales de vibración.

Clases 43 y 44 (4 de noviembre de 2010)

Análisis de Fourier. Desarrollo en serie de Fourier. Integral de Fourier. Transformada de Fourier directa e inversa. Transformadas de Fourier de algunas funciones. Teorema de la convolución.

Clases 45 y 46 (8 de noviembre de 2010)

Análisis de Fourier. Transformada de Fourier discreta, directa e inversa. Teorema de la convolución discreta. Errores de la Transformada de Fourier Discreta: aliasing y leakage. Transformada rápida de Fourier.

Clases 47 y 48 (10 de noviembre de 2010)

Aplicación: Cálculo sísmico de estructuras planas de nudos rígidos. Matriz de rigidez e inercia. Programación en Matlab.

Clases 49 y 50 (15 de noviembre de 2010)

Análisis sísmico de edificios. Aplicación de movimientos conocidos del terreno. Integración en coordenadas Cartesianas y en coordenadas modales.

Clases 51 y 52 (16 de noviembre de 2010)

Introducción al método de los elementos Finitos 1. Métodos residuales y métodos variacionales. Aplicación al régimen transitorio de transmisión de calor a las ecuaciones de la elasticidad.

Clases 53 y 54 (17 de noviembre de 2010)

Introducción al método de los elementos Finitos 2. Funciones de interpolación 1-D. Funciones de interpolación en 2-D. Elementos triangulares. Elementos de cuatro lados. Programación en Matlab del problema térmico transitorio 1-D.

Clases 55 y 56 (22 de noviembre de 2010)

Introducción al método de los elementos Finitos 3. Elementos isoparamétricos con lados curvos. Transformación entre coordenadas locales y generales. Integración de Gauss-Legendre.

Clases 57 y 58 (23 de noviembre de 2010)

Aplicaciones del método de los elementos Finitos: Transmisión de calor 2-D. Desarrollo en Matlab de un programa transitorio con elementos de 2, 3 ó 4 nudos por lado, con tres o cuatro lados.

Clases 59 y 60 (24 de noviembre de 2010)

Aplicaciones del método de los elementos Finitos: Elasticidad 2-D. Desarrollo en Matlab de un programa para elasticidad plana con elementos de 2, 3 ó 4 nudos por lado, con tres o cuatro lados.

Clases 61 y 62 (29 de noviembre de 2010)

Aplicaciones del método de los elementos Finitos: Problemas 3-D. Extensión a problemas 3-D. Funciones de interpolación para elementos tetraedros, pentaedros y hexaedros. Programación eficiente en Matlab.

Clases 63 y 64 (30 de noviembre de 2010)

Programación lineal 1. Planteamiento del problema. Ecuaciones de restricción. Conjunto admisible. Formas del problema de programación lineal. Reducción a la forma estándar. Teoremas fundamentales

Clases 65 y 66 (1 de diciembre de 2010)

Programación lineal 2. Método simplex. Variables básicas e independientes. Proceso de sustitución de una variable básica. Condición de óptimo. Implementación práctica del método simplex. Variables doblamente acotadas.

Clases 67 y 68 (7 de diciembre de 2010)

Programación lineal 3. Programación del método simplex con Matlab. Utilización de matrices sparse.

Clases 69 y 70 (13 de diciembre de 2010)

Optimización no lineal sin restricciones 1. Introducción. Algoritmo general de minimización. Método de la búsqueda de línea.

Clases 71 y 72 (14 de diciembre de 2010)

Optimización no lineal sin restricciones 2. Método del máximo descenso. Método del gradiente conjugado. Método de Newton. Métodos quasi-Newton. Método BFGS.

Clases 73 y 74 (15 de diciembre de 2010)

Optimización no lineal sin restricciones 3. Programación de los distintos métodos con Matlab. Ejemplos.

Clases 75 y 76 (20 de diciembre de 2010)

Ayuda a la preparación del examen final 1.

Clases 77 y 78 (21 de diciembre de 2010)  
Ayuda a la preparación del examen final 2.