



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Diligencia para hacer constar que las siguientes páginas de este documento se corresponden con la información que consta en la Secretaria de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla relativa al programa oficial de la asignatura “Cálculo Avanzado de Estructuras” (1140033) del curso académico “2003-2004”, de los estudios de “Ingeniero Técnico Industrial. Especialidad en Mecánica (Plan 2001)”.

Regina M^a Nicaise Fito

Gestora de Centro

Código:PFIRM809FIKB9MMwbNA9c0KZWfBcdd.
Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM809FIKB9MMwbNA9c0KZWfBcdd	PÁGINA	1/6

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

DPTO. MECÁNICA DE MEDIOS CONTINUOS TEORÍA DE ESTRUCTURAS E
INGENIERÍA DEL TERRENO

E.U.P. – SEVILLA -

CÁLCULO AVANZADO DE ESTRUCTURAS

Curso: 2003-2004

Asignatura: 3er. Curso

- 2º Cuatrimestre
- Mecánicos
- 7,5 Créditos

Bloque de Intensificación.

Profesor: Enrique J. Nieto García (P.T.E.U)

INDICE

- **OBJETIVOS**
- **PROGRAMA**
- **RESEÑA METODOLÓGICA**
- **SISTEMA DE EVALUACIÓN**
- **BIBLIOGRAFIA**

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM809FIKB9MMwbNA9c0KZWfBcdd	PÁGINA	2/6

OBJETIVOS

El programa se estructura alrededor de dos contenidos fundamentales del cálculo de estructuras:

- El cálculo matricial
- El método de los elementos finitos

Se pretende dar al alumno una formación en los procedimientos de cálculo de estructuras más actuales e importantes, estableciendo un cuerpo homogéneo de teoría, de manera que se establezcan las conexiones entre los métodos referidos.

Se pretende con ello dotar al alumno de herramientas que le permitan abordar los cálculos más complejos.

PROGRAMA

1ª PARTE: METODOLOGÍA DE CÁLCULO MATRICIAL

TEMA 1: Introducción al cálculo matricial de estructuras

Metodología: Concepto y ámbito de aplicación. Operatoria con matrices. Matriz de rigidez, vector carga y vector desplazamiento. Aplicación al caso de barra isostática empotrada-libre. Ejercicios.

TEMA 2: Cálculo matricial de barras I

Matriz de rigidez de una barra en el plano, con nudos articulados. Matriz de rigidez de una barra en el plano, con nudos rígidos. Matriz de rigidez de una barra en el plano: otros casos. Sistema de numeración. Submatrices. Ecuaciones matriciales de estado. Obtención de las submatrices: $\{K11\}$, $\{K12\}$, $\{K21\}$ y $\{K22\}$. Matriz de flexibilidad de una barra. Ejercicios.

TEMA 3: Cálculo matricial de barras II

La matriz de equilibrio $\{H\}$. Aplicación al caso de barras, planas y espaciales, de directriz recta, con nudos articulados. Aplicación al caso de barras, planas y espaciales, de directriz recta, con nudos rígidos. Ejercicios.

TEMA 4: Cálculo matricial de estructuras de nudos articulados I

Coordenadas locales y globales. Matriz de transformación. Definición topológica de una estructura. Matriz de conexión. Transformación de los desplazamientos. Transformación de la matriz de rigidez. Ensamblaje de la matriz de rigidez. Ejercicios.

TEMA 5: Cálculo matricial de estructuras de nudos articulados II

Caso de estructura espacial de nudos articulados. Caso de vínculos parciales. Los vectores desplazamiento en nudos. Los esfuerzos en barras. Las reacciones en vínculos. Ejercicios.

TEMA 6: Cálculo matricial de estructuras planas de nudos rígidos

Coordenadas locales y globales. Matriz de transformación. Vector carga equivalente. Matriz de rigidez para estructuras planas de nudos rígidos. Caso de vinculación parcial. Caso de estructuras mixtas. Determinación de desplazamientos y giros. Determinación de esfuerzos en barras. Ejercicios.

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM809FIKB9MMwbNA9c0KZWfBcdd	PÁGINA	3/6

TEMA 7: Cálculo matricial de emparrillados

Matriz de rigidez de una barra de emparrillado. Determinación de desplazamientos y giros. Determinación de esfuerzos en barras. Interpretación de resultados: Diagramas de solicitaciones. Ejercicios.

TEMA 8: Cálculo matricial de estructuras espaciales de nudos rígidos

Definición topológica y notación. Matrices de transformación. Matriz de rigidez de una barra en globales. Ensamblaje de la matriz de rigidez de la estructura espacial. Determinación de desplazamientos y giros. Vector de esfuerzos de barras en locales. Interpretación de resultados: Diagramas de solicitaciones. Ejercicios.

2ª PARTE: MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS

TEMA 9: Introducción al Método de los Elementos Finitos (MEF)

Planteamiento general del problema elástico: principios fundamentales, ecuaciones de compatibilidad y condiciones de contorno. Aplicaciones del MEF: sistemas discretos. Conceptos generales del MEF: discretización, ensamblaje y análisis. Transformación de coordenadas. Descripción general del proceso.

TEMA 10: Estado de tensiones en los medios continuos elásticos: aplicación al MEF

Teorema fundamental y corolarios. Estado espacial. Estado de tensiones plano. Formulación tensorial.

TEMA 11: Estado de deformaciones en los medios continuos elásticos: aplicación al MEF

Deformaciones de un paralelepípedo elemental. Matrices de deformación y de giro. Formulación tensorial. Ecuaciones de Beltrami o de compatibilidad. Propiedades constitutivas: ley de Hooke generalizada y ecuaciones de Lamé. Características elásticas de los materiales estructurales.

TEMA 12: Energía potencial de deformación: aplicación al MEF

Energía potencial de deformación en función de los tensores de tensiones y deformaciones. Derivadas de la energía de deformación. Coeficientes de influencia. Aplicación al MEF del P.T.V., teoremas de Castigliano y teoremas de la reciprocidad. Aplicación a piezas prismáticas.

TEMA 13: MEF en un medio continuo elástico: Formulación directa I

Discretización de la estructura. Aproximación de la función desplazamiento de los puntos interiores. Estado de deformación en función de los desplazamientos nodales. Estado tensional en función de los desplazamientos nodales. Matriz tensión. Fuerzas nodales equivalentes. Vector elemental de cargas nodales equivalentes.

TEMA 14: MEF en un medio continuo elástico: Formulación directa II

Matriz de rigidez: elemental, elemento barra, elemento triángulo. Equilibrio nodal. Matriz de rigidez global. Criterios de convergencia de las funciones de aproximación de los desplazamientos. Compatibilidad en las deformaciones. Proceso general del método.

TEMA 15: Discretización de la estructura en el MEF

Generación de malla. Condiciones de convergencia. Minimización del ancho de banda. Condensación. Tipologías de elementos finitos: barra, triangulares, rectangulares, cuadrilátero, tetraédricos, hexaédricos, curvos y axisimétricos.

TEMA 16: Geometría de los elementos finitos

Definición de la forma de los elementos finitos. Continuidad geométrica. Elementos de borde recto o plano. Coordenadas: longitudinales, triangulares y tetraédricas. Elementos curvos. Geometría de los elementos finitos en coordenadas generalizadas.

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM809FIKB9MMwbNA9c0KZWfBcdd	PÁGINA	4/6

TEMA 17: Interpolación polinomial

Forma general. Interpolación de Lagrange. Interpolación de Hermite modificada. Acotación del error. Interpolación polinómica.

TEMA 18: Los elementos finitos en elasticidad plana

Matriz de rigidez del elementos finito triangular. Ensamblaje. Condiciones de contorno. Matriz de rigidez del elementos finito rectangular. Ensamblaje. Condiciones de contorno. Apoyos: concordantes, deslizantes no concordantes y elásticos. Desplazamientos forzados. Fuerzas nodales equivalentes. Tensiones y deformaciones del elemento. Aplicaciones.

TEMA 19: Estudio de las funciones de forma en el MEF

Requisitos de las funciones de forma: Compatibilidad, complitud y discontinuidad admisible. Aproximación polinomial de los corrimientos. Aplicación a diferentes elementos: barra, triángulo, rectángulo, tetraedro y hexaédrico. Ensamblado de elementos finitos con nodos interiores. Fórmulas de integración. Comprobación de la formulación. Elementos isoparamétricos. Aplicaciones.

TEMA 20: MEF en un medio continuo elástico: Formulación variacional

Introducción al procedimiento. Ecuación de Euler-Lagrange. Ecuaciones de ligadura. Método de Ritz. La energía potencial total como variacional. Discretización de la energía potencial total con condiciones de enlace. Discretización de la energía potencial total con condiciones de ligadura entre los corrimientos. Aplicaciones.

TEMA 21: MEF en un medio continuo elástico: Formulación residual

Método general de los residuos ponderados. Método Galerkin. Aplicaciones.

RESEÑA METODOLÓGICA

Se plantea como aspecto importante metodológico estimular la participación del alumno en el desarrollo de las clases.

Se expone habitualmente, al final de cada clase, un anticipo detallado de la actividad a desarrollar en la próxima clase, de forma que el alumno pueda orientarse y documentarse previamente.

Se plantean una serie de trabajos o ejercicios durante el curso para que el alumno desarrolle una serie de aplicaciones prácticas de cálculo de estructuras.

El contenido referente al cálculo matricial y otros aspectos de carácter complementario acerca de las estructuras, se desarrollan utilizando Internet, aprovechando especialmente las potencialidades de la red como sistema de incorporación de información, gráficos y comunicación, dentro del Programa desarrollado por el S.A.V. de asignaturas por Internet en la Universidad de Sevilla, desde el curso 2001/02.

Se plantea como de la mayor importancia el que el desarrollo de la signatura se corresponda con la problemática práctica del cálculo de estructuras y por ello se hace especial hincapié en el ejercicio, cuestión, problema, etc. como medio de reflexión y análisis acerca del comportamiento físico de las estructuras.

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM809FIKB9MMwbNA9c0KZWfBcdd	PÁGINA	5/6

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Se realizará 1 ejercicio, escrito, como mínimo.

Se plantean una serie de ejercicios propuestos, para que el alumno vaya realizando por su cuenta como complemento a los problemas de clase, de forma que pueda tener una actividad personal guiada por el profesor mediante las tutorías.

La realización de tales problemas es voluntaria.

Se realizarán una serie de ejercicios o trabajos de cálculo de estructuras que el alumno debe entregar obligatoriamente para su posterior valoración como nota de clase.

Dichos trabajos serán en algunos casos comunes a todo el grupo y en otros casos individualizados .

Se evaluará fundamentalmente el ejercicio escrito pero también serán objeto de evaluación los trabajos obligatorios que habrán de realizar los alumnos durante el curso.

Dichos trabajos obligatorios serán como mínimo 2 (uno referente al cálculo matricial y otro referente al MEF).

También se tendrá en cuenta la participación en el conjunto de actividades voluntarias que se desarrollarán fundamentalmente en la primera parte del programa.

La calificación final será un resultado de las calificaciones parciales antes referidas.

BIBLIOGRAFÍA

NIETO, E. (1998): Estructuras Arquitectónicas e Industriales: Su cálculo. Madrid. Editorial Tébar

ARGÜELLES, R. (1981): Cálculo de Estructuras. Madrid.E.T.S.I. Montes

VAZQUEZ, M. (1992): Cálculo matricial de estructuras. Madrid. Colegio O.Ing.Tcos.O.P.

ALARCÓN, E. (1978): Notas sobre el método de los elementos finitos
Madrid, Publicaciones de la E.T.S.I.Industriales.

FORNONS, J.M. (1982): El método de los elementos finitos en la ingeniería de estructuras
Barcelona, Boixareu Editores.

OñATE, E. (1992): Cálculo de Estructuras por el Método de los Elementos Finitos
C.Intern.de Mét.Num. en Ingeniería. Barcelona.

ZIENKIEWICZ, O.C. (1980): El método de los elementos finitos. Barcelona, Reverte.

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM809FIKB9MMwbNA9c0KZWfBcdd	PÁGINA	6/6