

DENOMINACIÓN

MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS EN SÓLIDOS Y ESTRUCTURAS

FUNDAMENTACIÓN

Esta asignatura corresponde al campo de las tecnologías básicas en el área aeroespacial, estando presente en el trayecto de estructuras y materiales. Presenta como lineamientos generales complementar la formación del maestrando en el campo de los modelos de problemas de mecánica de sólidos y estructuras. La demanda de personal calificado se incrementa permanentemente debido al crecimiento de la actividad aeroespacial año a año situación que obliga a poner énfasis en la formación de los profesionales necesarios para atenderla.

OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA

- Reconocer que el método de rigidez se enlaza con una técnica más general y conocer los puntos de contacto.
- Incorporar los elementos básicos del método de elementos finitos como técnica numérica para la solución de ecuaciones diferenciales con valores en el contorno.
- Conocer elementos necesarios para el análisis de problemas de mecánica de medios continuos y estructuras.
- Producir programas de computadora orientados a la solución de problemas lineales.
- Adquirir un nivel formativo que facilite la incorporación del profesional a grupos de trabajo dedicados a la investigación y a la aplicación industrial en áreas de la especialidad.

CONTENIDOS

Unidad 1: Problemas unidimensionales de barras

1-Cinemática y constitutiva. Esfuerzos. Ecuación diferencial de una barra bajo carga axial. 2-Solución exacta. Solución sin carga de tramo. Esfuerzos en extremos de barras. Matriz de rigidez elemental. 3-Matriz de rigidez en el plano y en el espacio. Autovalores y Autovectores. Movimientos de cuerpo rígido. 4-Ensamble de elementos. Matriz de rigidez global. Condiciones de contorno. 5-Formulación débil. Forma de Trabajos Virtuales. Funciones de interpolación lineales.

Unidad 2: Problemas unidimensionales de viga

1-Cinemática y constitutiva. Esfuerzos. Ecuación diferencial de una viga bajo carga transversal. 2-Solución exacta con carga de tramo. Esfuerzos en extremos de barras. Matriz de rigidez elemental (viga continua). 3-Matriz de rigidez en el plano y en el espacio. Autovalores y Autovectores. Movimientos de cuerpo rígido. 4-Ensamble de elementos. Matriz de rigidez global. Condiciones de contorno. 5-Formulación débil. Forma de Trabajos Virtuales. Relación con el Principio de Mínima Energía Potencial Total. 6-Funciones de interpolación cúbicas. Continuidad C^1 . 7-Viga de Timoshenko. Continuidad C^0 . Bloqueo por cortante.

Unidad 3: Ecuaciones diferenciales de Corte y Torsión en Vigas

1-Torsión de Saint Venant. Función de alabeo. 2-Función de Tensión. Analogía de la membrana. 3-Distribución de tensiones de corte en una sección. 4- Formulación débil de los problemas considerados. 5-Método de Residuos Ponderados.

Unidad 4: Elementos Finitos en 2 Dimensiones

1-Elemento triangular lineal. Elemento rectangular. 2-Triángulos de mayor orden. 3-Elementos cuadriláteros, Lagrangeanos y serendípitos. 4-Elementos isoparamétricos. Integración numérica.

Unidad 5: Análisis Mecánico de Sólidos

1-Revisión de las ecuaciones de gobierno. Estados de tensión plana, deformación plana y axilsimetría. 2-Elementos de continuo en 2 dimensiones. Elementos de continuo en 3 dimensiones. 3-Matriz de Rigidez y Vectores de carga.

Unidad 6: Aspectos importantes de un programa de elementos finitos

1-Resolución de un sistema de ecuaciones simétrico y no simétrico. 2-Base de datos elemental, entrada y almacenamiento de datos. Características, evaluación y almacenamiento eficiente de la matriz de coeficientes. 3-Topología y generación de mallas. 4-Imposición de las condiciones de contorno. Restricciones multipunto, técnicas directa, de multiplicadores de Lagrange y de penalización. 5-Suavizado de variables para visualización. Estimación de errores

Unidad 7: Elementos de placas planas y láminas de revolución

1-Revisión de las teorías de placas y láminas. 2-Elementos de placa delgada. 3-Elementos de placa con deformaciones transversales de corte. 4-Bloqueo por cortante y cómo solucionarlo. 5-Elementos de lámina de revolución.

Unidad 8: Problemas dependientes del tiempo.

1-Discretización parcial aplicada a problemas con valores en el contorno. 2-Matriz de masa Consistente y matriz de masa diagonalizada. 3-Vibraciones libres. Cálculo de autovalores.

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Las actividades prácticas están fundamentalmente orientadas a la integración de conceptos teóricos y prácticos y principalmente consisten en la solución de Trabajos Prácticos individuales que pueden contener varios ejercicios (según la complejidad de los mismos). Estos ejercicios involucran necesariamente la utilización de herramientas computacionales como Matlab, Matemática o similares. Finalmente se utiliza el programa Gamma, desarrollado por docentes de la carrera, con GiD (pre y pos procesador), para modelar, resolver y visualizar resultados de problemas bidimensionales.

La ejercitación se realiza individualmente. Al final de cada clase, se remite la actividad a los maestrandos, que tienen un plazo para entregarla.

METODOLOGÍA

La metodología de enseñanza para esta asignatura se plantea en el marco del dictado de clases teórico/prácticas.

El sistema de enseñanza es de carácter teórico-práctico, con preeminencia del método deductivo (de lo general a lo particular) al tratar la faz teórica de los temas listados en los contenidos. En la medida de lo posible, siempre se intentará lograr que las clases por su contenido y modalidad de dictado estimulen la participación de los maestrandos.

Para desarrollar la habilidad de modelar y solucionar problemas, los maestrandos podrán disponer de un conjunto de ellos, entre los cuales se incluyen los problemas "tipo" que serán resueltos en clase bajo la tutela del profesor o en casa de forma individual y discutidos entre los pares en el aula.

La parte teórica de las clases tiene carácter expositivo, donde el docente presenta las definiciones, conceptos y formulaciones matemáticas. La parte práctica presenta una mayor interacción, debido a que se aplica un formato de exposición dialogada, guiando a los alumnos a realizar análisis deductivos para poder hallar las soluciones a los problemas planteados, usando los conceptos desarrollados en la parte teórica. Se destaca que las clases no están formalmente divididas en teóricas y prácticas si no que, según el tema, se produce una combinación de ambos tipos.

La estructura de dictado de la asignatura consiste en una clase semanal. Además, los docentes establecen un horario de consulta por fuera del horario de clases formal, el cual tiene una extensión adecuada en función de la cantidad de maestrandos inscriptos en la asignatura.

El docente explicará a los maestrandos cómo el contenido de los temas de la presente asignatura se relaciona con los conocimientos impartidos en las demás asignaturas de su plan de estudios de manera de articular las nuevas capacidades a las ya adquiridas. Se busca con esto formar una conciencia aeroespacial en el profesional dotando al mismo de la capacidad para interpretar la fenomenología propia de la actividad.

Esta metodología busca desarrollar aptitudes para modelar problemas de mecánica de sólidos y estructuras a través de resolución de ejercicios, análisis de proyectos de simuladores y estudios de trabajos científicos publicados. Posibilitará que el maestrando se familiarice en técnicas de diseño y proyecto de actividades que demanden el dominio del Método de Elementos Finitos. Así, se espera que la metodología aplicada desarrolle en el maestrando las competencias para:

- Resolver ecuaciones diferenciales con valores en el contorno utilizando el Método de Elementos Finitos en sólidos y estructuras aeroespaciales.
 - Conocer e interpretar las ecuaciones de movimiento orbital y de actitud reconociendo las limitaciones de las hipótesis simplificadoras aplicadas.
- Analizar problemas de mecánica de medios continuos y estructuras aeroespaciales.
 - Plantear hipótesis válidas con la física del problema que se busca la solución.
 - Aplicar correctamente las ecuaciones necesarias y adecuadas para la resolución de problemas.
- Desarrollar un programa de computadora orientado a la solución de problemas lineales relacionados a la especialidad.
- Adquirir un nivel formativo que facilite la incorporación a grupos de trabajo dedicados a la investigación y a la aplicación industrial en áreas de la especialidad.
 - Desarrollar análisis crítico y criterio analítico sobre planteo y solución de problemas relacionados con la dinámica de vehículos espaciales.

Además, su busca que el maestrando adquiera competencias de carácter por un lado actitudinal, como el cumplimiento de responsabilidades y obligaciones y tener participación activa en las actividades prácticas, y por otro aptitudinal, como la identificación de problemas y la organización del tiempo y tareas.

EVALUACIÓN

La evaluación del curso se realiza teniendo en cuenta el alcance de los objetivos que acredita el maestrando en las actividades propuestas a este fin, y que pueden comprender:

- Trabajos prácticos sobre los temas desarrollados. En este caso se toma en cuenta la calidad de los contenidos y el cumplimiento de los plazos de entrega.
- Presentaciones en clase de temas estudiados independientemente.
- Examen final integrador escrito.

Para promocionar el curso, el maestrando debe alcanzar la condición de suficiente. En términos porcentuales esta calificación se alcanza cuando el estudiante acredita un 70% en las actividades propuestas. Este porcentaje, corresponde a una calificación siete (7) en una escala de cero (0) a diez (10).

Los maestrandos que cumplan con el 50% de las exigencias referidas a las actividades evaluativas propuestas serán considerados regulares. Los demás estarán libres.

La nota final corresponderá al promedio ponderado de las calificaciones obtenidas.

CARGA HORARIA

Modalidad	Carga Teórica	Carga Práctica	TOTAL
Presencial	40	20	60
A distancia	-	-	-
TOTAL	40	20	60

BIBLIOGRAFÍA

Bathe, Finite Element Procedures, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1996.
Felippa. Introduction to Finite Element Methods, Department of Aerospace Engineering
Sciences University of Colorado at Boulder, 2004.
Fish, Belytschko, A First Course in Finite Elements, Wiley, 2007.
Oñate, Structural Analysis with the Finite Element Method: Linear Statics. CIMNE, 2009.