

CÓDIGO DE ASIGNATURA

3029

ASIGNATURA: Estabilidad III

JEFE DE CÁTEDRA: Flavio Bertolini

AÑO: 2020

CARGA HORARIA: 8

OBJETIVOS:

1. Comprender las leyes fundamentales que gobiernan la Teoría de la Elasticidad dentro de la Mecánica del Continuo y su aplicación en el campo de la ingeniería estructural. Obtener las ecuaciones que permiten determinar el estado de tensiones y deformaciones al que está sometido un cuerpo estructural cualquiera bajo la acción de un campo de fuerzas externo, en su caso más general.
2. Aplicar la Teoría de Elasticidad al diseño y verificación de cuerpos de espesor delgado, ya sean placas planas o de geometría curva. Simplificar las ecuaciones generales por medio de las hipótesis de las teorías de placas y membranas, obteniendo las ecuaciones características de este tipo de estructuras.
3. Desarrollar distintos métodos de resolución, tanto analíticos como numéricos, que permiten resolver la ecuación diferencial de la curva elástica de las placas estructurales. Estimar el error característico de los métodos de aproximación y comparar los resultados obtenidos.
4. Aplicar la Teoría de Placas al caso particular de estructuras de materiales de propiedades elásticas anisotrópicas: Materiales ortotrópicos, placas sándwich y materiales compuestos.
5. Establecer los fundamentos que gobiernan el Método de los Elementos Finitos y aplicar la teoría a la resolución de estructuras planas.
6. Desarrollar la metodología de utilización de software de simulación estructural, basados en el Método de los Elementos Finitos, como asistencia en el diseño y verificación por medio de ejemplos reales de componentes de ingeniería. Comprender la importancia de la selección adecuada del método, la correcta discretización del dominio y la interpretación de los resultados y el impacto de cada uno de estos factores en el costo de la simulación.

CONTENIDOS MÍNIMOS:

Elasticidad bidimensional y tridimensional, tensor de tensiones, círculo de Mohr en tensiones triaxiales. Placas planas, placas rectangulares, teoría de la membrana. Ecuaciones de equilibrio. Ecuación Diferencial de la Elástica (Lagrange). Condiciones de Contorno. Distintos estados de carga. Métodos de resolución: Diferencias Finitas, Marcus y Galerkin. Simetría y antisimetría. Ecuación Diferencial de la Elástica para placas de materiales ortotrópicos y sándwich. Estructuras compuestas. Elementos finitos. Aplicaciones utilizando el método de los elementos finitos a diferentes estructuras. Método directo. Aplicación de programas computacionales para la resolución de estructuras.

PROGRAMA ANALÍTICO:

Teoría Matemática de la Elasticidad.

- Definición de estado de tensión en un punto.
- Estado plano de tensiones.
- Círculo de Mohr en dos dimensiones.
- Estado de tensión en tres dimensiones.
- Tensor de tensiones.
- Círculo de Mohr en tres dimensiones.
- Componentes hidrostática y desviadora del tensor de tensiones.
- Definición de estado de deformación en un punto.
- Estado de deformación en tres dimensiones.
- Tensor de deformaciones.
- Círculo de Mohr para deformaciones.
- Relaciones elásticas entre tensiones y deformaciones (Ley de Hooke generalizada).
- Cálculo de tensiones a partir de deformaciones elásticas.
- Energía de deformación elástica.

Introducción a placas planas y estructuras laminares (cáscaras).

- Diferencias fundamentales entre placas y cáscaras.
- Introducción a las teorías de placas y de membrana.
- Clasificación y ejemplos de estas estructuras en ingeniería.

Teoría de Placas.

- Hipótesis de Love-Kirchhoff.
- Ecuaciones Cinemáticas (Compatibilidad).
- Ecuaciones Constitutivas.
- Ecuaciones de equilibrio.
- Ecuación diferencial de la curva elástica (Lagrange).
- Condiciones de contorno: Borde empotrado, borde apoyado y borde libre.
- Distintos estados de carga.

Placas de Materiales Ortotrópicos y Placas Sándwich.

- Características fundamentales y campo de aplicación.
- Materiales ortotrópicos.
- Placas sándwich.

Placas de Materiales Compuestos.

- Definiciones.
- Desplazamientos y deformaciones.
- Tensiones y momentos resultantes.
- Ecuaciones constitutivas para multilaminados.

Métodos de resolución de la ecuación diferencial de la curva elástica.

- Método analítico directo (Navier).
- Método analítico indirecto (Galerkin).
- Método numérico iterativo: Diferencias Finitas.

Método de los Elementos Finitos

- Descripción general del método.
- Clasificación de los tipos de elementos.
- Analogía resortes en elementos 1D.
- Matriz de rigidez local.
- Matriz de cambio de coordenadas y matriz de rigidez global.
- Aplicación del método a pórticos y estructuras planas.
- Aplicación del método a piezas reales de ingeniería (Elementos 3D) mediante la asistencia de herramientas de software.
- Etapas: Pre-proceso, mallado, condiciones de contorno y post-proceso.

- Criterio económico: Análisis de convergencia.

Teoría de la membrana.

- Geometría de las cáscaras. Coordenadas curvilíneas.
- Equilibrio de un elemento diferencial de cáscara.
- Ecuaciones de equilibrio para cáscaras de revolución.
- Aplicación de la Teoría de Membrana a cáscaras de translación.
- Estados de carga simétrico y anti simétrico.
- Desplazamientos y deformaciones.
- Relaciones constitutivas para cáscaras de revolución.

BIBLIOGRAFÍA:

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

(Debe existir en Biblioteca o estar disponible para la compra)

Autor	Título	Editorial	Año	Edición
S. Timoshenko	Teoría de la Elasticidad	Urmo	1968	1ra.
S. Timoshenko	Teoría de Placas y Láminas	McGraw-Hill	1959	2da.
Phillip L. Gould	Analysis of Shells and Plates	Prentice-Hall	1999	1ra.
Robert D. Cook	Finite Element Modeling for Stress Analysis	Wiley	1995	1ra.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Autor	Título	Editorial	Año	Edición
O.A. Bauchau J.I. Craig	Structural Analysis – With Applications to Aerospace Structures	Springer	2009	1ra.
Wilhelm Flügge	Stresses in Shells	Springer	1973	2da.
Chapra-Canale	Métodos numéricos para ingenieros	McGraw-Hill	2007	5ta.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:

El dictado de clases se desarrolla en carácter presencial y está compuesto tanto por la exposición teórica de los módulos como por la ejercitación práctica. En ambas componentes se promueve la participación activa del alumno.

La cátedra se compone de doce clases teóricas en la primera mitad del cuatrimestre, seguidas de un examen parcial. Idéntica estructura se adopta para la segunda mitad.

Para el dictado de clases se hace uso de herramientas informáticas, principalmente Power Point, que serán puestas a disposición del alumno en su versión digital.

El material informático contiene toda la información necesaria para la comprensión de la totalidad de los módulos que integran la asignatura. No obstante, también se pone a disposición referencias para profundizar cualquiera de los temas si el alumno lo desea.

La ejercitación práctica se desarrollará durante el transcurso de la clase, aunque también se podrá solicitar al alumno la realización de alguno de ellos fuera del dictado de la cursada.

EXPERIENCIAS DE LABORATORIO/ TALLER / TRABAJOS DE CAMPO:

Para facilitar la comprensión de los conceptos teóricos y concebir una idealización de la aplicación de los mismos en la práctica profesional, se desarrollarán en el transcurso de la asignatura las siguientes guías de ejercitación:

1. Estado de tensiones y deformaciones.
2. Métodos de resolución analíticos de la curva elástica.
3. Flexión de placas de materiales ortotrópicos y compuestos.
4. El Método de los Elementos finitos.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN:

El proceso de evaluación consta de una primera componente informal en la que se valora la comprensión lograda por el alumno mediante preguntas teóricas conceptuales, discusiones y su participación en la ejercitación práctica, efectuadas durante el dictado de las clases, y una segunda componente, formal, vinculada a las normativas establecidas por el Régimen académico integrado, cuyos requisitos se detallan a continuación:

- La asistencia no debe ser inferior al 75% de las clases.
- Se tomarán dos (2) exámenes parciales.
- La calificación mínima para la aprobación del examen es de cuatro (4) puntos.
- Se cuenta con una (1) única instancia de recuperación.
- La nota del recuperatorio aprobado reemplaza a la del correspondiente parcial.

- Si ambos exámenes parciales (con una nota reemplazada, en caso de haber requerido un recuperatorio) obtienen la calificación de siete (7) o más puntos, la materia queda aprobada bajo el régimen de promoción, es decir, no deberá rendirse examen final.
- Si los dos exámenes parciales fueron aprobados, pero uno de ellos o ambos con calificación de cuatro (4), cinco (5) o seis (6) puntos, la materia se considera cursada y debiéndose rendir el examen final para su aprobación.
- La validez de la condición de materia cursada se extenderá por un período de cinco (5) cursos consecutivos, contados a partir del inmediato siguiente al de cursada.
- El recuperatorio es opcional si la calificación de uno de los exámenes es de cuatro (4), cinco (5) o seis (6) puntos y de siete (7) puntos o más en el otro, constituyéndose la posibilidad de aprobar la asignatura bajo el régimen de promoción.
- La condición de cursada habilita a presentarse hasta tres (3) veces a rendir el examen final durante su período de validez.
- Si ambos parciales registran aplazos, la condición de la materia será de reprobada.
- Con dos (2) ausentes a exámenes parciales y/o recuperatorios, la condición final será ausente.

Los alumnos serán previamente informados acerca de las condiciones reglamentarias para la cursada y aprobación de la asignatura, así como de las modalidades y exigencias de cada evaluación parcial y final.

Con cada entrega de notas, el alumno podrá revisar las correcciones efectuadas en sus exámenes y aclarar las dudas correspondientes.

CRONOGRAMA ORIENTATIVO DE ACTIVIDADES

Clase	Contenido
1	Presentación de la Asignatura. Lectura del Programa Analítico. Introducción a la Teoría de la Elasticidad. Estado plano de tensiones.
2	Continuación teoría y ejercitación de estado plano de tensiones.
3	Estado triple de tensiones. Círculo de Mohr.
4	Continuación teoría y ejercitación de ejercitación de estado triple de tensiones.
5	Estado de deformación en tres dimensiones. Tensor de deformaciones.
6	Círculo de Mohr para deformaciones. Ejercitación.
7	Ley de Hooke Generalizada. Energía de deformación.
8	Introducción a teoría de placas y láminas. Hipótesis de Kirchhoff para placas.
9	Ecuaciones: Compatibilidad, constitutivas y de equilibrio para placas.
10	Obtención de la Ecuación diferencial de la elástica para placas. Caso particular para distintas condiciones de borde y estados de carga.
11	Cáscaras estructurales: Teoría de la membrana. Coordenadas curvilíneas.
12	Ecuaciones de Equilibrio para cáscaras de revolución y de traslación.

Clase	Contenido
13	Relaciones constitutivas. Estados de carga simétrico y anti-simétrico.
14	Desplazamientos y deformaciones en elementos de cáscara. Ejercitación.
15	1er. Parcial.
16	Introducción a los Métodos de resolución de la ecuación diferencial de la elástica en placas. Método analítico directo: Navier.
17	Método analítico indirecto: Galerkin. Ejercicios.
18	Método numérico iterativo: Diferencias Finitas. Ejercicios.
19	Ecuaciones para placas de materiales anisotrópicos.
20	Caso particular: Placas de materiales ortotrópicos, sándwich y compuestos.
21	El método de los elementos finitos (MEF). Fundamentos matemáticos.
22	Aplicación del MEF a distintas estructuras.
23	2do. Parcial.
24	Recuperatorio / Cierre de notas.

CONDICIONES DE CURSADA Y APROBACIÓN

Según lo establecido en la RHCS 054/2011 (Régimen académico integrado)

“Declaro que el presente programa de estudios de la asignatura **Estabilidad III** es el vigente para el ciclo lectivo 2020 y guarda consistencia con los contenidos mínimos del Plan de Estudios”



Firma

Aclaración

Fecha