

DENOMINACIÓN

VIBRACIONES ALEATORIAS

FUNDAMENTACIÓN

Esta asignatura corresponde al campo de las tecnologías aplicadas en el área aeroespacial, estando presente en los trayectos en dinámica aeroespacial y en estructuras y materiales. Presenta como lineamientos generales complementar la formación del maestrando en el campo de las vibraciones en estructuras y sistemas mecánicos. La misma toma particular sentido cuando se considera la necesidad de complementar los conocimientos de cálculo estructural adquiridos y aplicados a aeronaves para desarrollar en el estudiante la capacidad de modelar, analizar y simular la respuesta dinámica de los sistemas aeroespaciales. 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

- Conocer y desarrollar criterios y habilidades para el análisis probabilístico de vibraciones en estructuras y sistemas mecánicos.
- Modelar, analizar y simular la respuesta aleatoria de estructuras sometidas a procesos aleatorios de excitación.
- Aplicar técnicas computacionales de simulación de Monte Carlo en el contexto de vibraciones en estructuras y sistemas mecánicos.
- 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. Modelación de incertidumbre.

1.1. Modelización de la incertidumbre en la ingeniería. 1.2. Ejemplos de variables aleatorias y procesos aleatorios de aplicación en ingeniería

Unidad 2. Probabilidad y Variables Aleatorias.

2.1. Teoría de la probabilidad. Probabilidad condicional. Independencia estadística. 2.2. Teorema de la probabilidad total. Introducción a cadenas de Markov. 2.3. Variables aleatorias discretas y continuas. Distribuciones de probabilidad. 2.4. Valor esperado. Momentos. Función característica (generadora de momentos). 2.5. Funciones de variables aleatorias escalares y vectoriales. Suma de variables aleatorias independientes. 2.6. Matriz de covarianza. Coeficiente de correlación. Distribución normal condicional.

Unidad 3. Procesos aleatorios

3.1. Procesos de tiempo discreto y tiempo continuo. Procesos de banda ancha y banda angosta. 3.2. Media y función de autocorrelación. 3.3. Procesos estacionarios. Densidad espectral de potencia. 3.4. Procesos no estacionarios. 3.5. Densidad de potencia espectral evolucionaria. 3.6. Series de tiempo. Modelos AR, MA, ARMA. Procesos Gaussianos. 3.7. Proceso de Poisson.

Unidad 4. Simulación computacional de Monte Carlo

4.1. Generación de variables aleatorias. 4.2. Generación de procesos aleatorios. 4.3. Simulación de Monte Carlo de sistemas dinámicos sometidos a cargas aleatorias. 4.4. Modelos estocásticos de turbulencia en capa límite atmosférica. 4.5. Modelos estocásticos de aceleración sísmica. 4.6. Aplicaciones en efectos sísmicas, cargas de viento, rugosidad de calzada, propagación de vibraciones y ruido generado por vibraciones.

Unidad 5. Vibraciones en sistemas lineales

5.1. Formulación en la frecuencia de respuesta estacionaria de modelos lineales. 5.2. Formulación en el tiempo de la función de autocorrelación de la respuesta de modelos lineales sometidos a cargas estacionarias. 5.3. Formulación en espacio de estado de las ecuaciones de movimientos de un sistema dinámico sometido a ruido blanco y análisis de la matriz de covarianza del vector de estado.

Unidad 6. Análisis de valores extremos

6.1. Distribución de los máximos locales de un proceso aleatorio. 6.2. Cruces de barreras (umbrales). 6.3. Procesos aleatorios compatibles con un espectro de diseño.

Unidad 7. Vibraciones aleatorias en sistemas no lineales

7.1. Respuesta de sistemas no lineales sometidos a excitación aleatoria. 7.2. Ecuaciones de Fokker y Planck. 7.3. Linealización estadística.

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

- Solución de problemas de probabilidades, variables aleatorias, procesos aleatorios.
- Simulación de Monte Carlo de procesos aleatorios.
- Estimación de la respuesta de modelos lineales y no lineales a cargas aleatorias.
- Aplicaciones de procesos aleatorios a disciplinas de vibraciones y ruido.

Durante el curso se realizan varias clases de laboratorio en las que se trabaja con software de análisis de vibraciones y cálculo de procesos aleatorios. Como parte de las actividades de aprendizaje de la materia, el maestrando desarrolla un proyecto presentado en un formato de monografía, en la que se deberá efectuar el análisis, modelación y/o diseño de un sistema mecánico o estructural sometido a procesos aleatorios de carga. El alcance de este proyecto será acordado con el docente durante la segunda mitad del cuatrimestre y será evaluado en el examen final de la materia. En lo posible se tratará de modelos probabilísticos de sistemas dinámicos, un desarrollo computacional de algún aspecto relacionado a las vibraciones aleatorias de sistemas mecánicos o estructurales o el estudio y desarrollo parcial del contenido de un trabajo de investigación o publicación de terceros sobre un tema relacionado a los procesos aleatorios aplicados que resulte de interés al maestrando.

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.

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.

A fin de lograr las competencias planteadas en la presente asignatura y como método para fomentar el autoaprendizaje que requerirá el futuro profesional, el docente busca que los maestrandos lean material entregado y buscado por ellos de la materia con anticipación a la clase correspondiente. Esto permite por una parte dedicar la clase a la consideración de dudas y presentación de ejemplos y experiencias de modelación de procesos aleatorios y estimula a los maestrandos a buscar con criterio y exponerse a material bibliográfico de investigación y aplicación.

A los fines de fijar esos conocimientos, los maestrandos resuelven casos de análisis y modelación presentados en guías de ejercicios y desarrollan un trabajo final individual o grupal de modelación, análisis o diseño de un caso estructural o mecánico sometido a excitación aleatoria de su interés que constituye parte de la presentación que el maestrando realiza para el examen final de la materia.

Se utiliza Matlab® como lenguaje de programación, simulación y análisis numérico.

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

Se toman dos exámenes parciales los que deberán ser aprobados para lograr condición de regularidad. En caso de que el maestrando no apruebe uno, se toma un examen de recuperación. De resultar aplazado en los dos exámenes el maestrando no queda en condición regular. Si el maestrando logra en los dos exámenes parciales notas no menores a cinco (5) y promedio no menor a siete (7) en una escala de cero (0) a diez (10), promociona la materia y rendirá la misma con un coloquio final oral sobre los contenidos de la materia. En dicho examen el maestrando presenta los resultados de un proyecto desarrollado individualmente o en grupo. El contenido y alcance de dicho trabajo es acordado con el docente con anticipación no menor a un mes antes del coloquio, generalmente durante la segunda mitad del cuatrimestre. Los maestrandos que no cumplen las condiciones de promoción rinden una componente escrita en el examen final además de presentar el proyecto y un coloquio integrador.

Todas las evaluaciones, con excepción del coloquio (examen final) se realizan a libro abierto.

CARGA HORARIA

Modalidad	Carga Teórica	Carga Práctica	TOTAL
Presencial	30	30	60
A distancia	-	-	-
TOTAL	30	30	60

BIBLIOGRAFÍA

Clough. and Penzien, Dynamics of Structures, MacGraw Hill Company, Inc. New York, 1993.

Nigam, Introduction to Random Vibrations, The MIT Press, Cambridge, 1983.

Papoulis and Pillai, Probability, Random Variables and Stochastic Processes, McGraw-Hill, 4th Ed., 2002.

Roberts and Spanos, Random Vibration and Statistical Linearization, Dover Edition, 2003.

Soong and Grigoriu, Random Vibration of Mechanical Systems, Prentice Hall, 1993.