

Curso Académico: ( 2019 / 2020 )

Fecha de revisión: 03-05-2019

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Bioingeniería e Ingeniería Aeroespacial

Coordinador/a: DISCETTI , STEFANO

Tipo: Optativa Créditos ECTS : 6.0

Curso : 4 Cuatrimestre :

**MATERIAS QUE SE RECOMIENDA HABER SUPERADO**

Mecánica de Fluidos  
Ingeniería Térmica

**COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.**

Conocimiento adecuado y aplicado de las técnicas y procedimientos de diseño de turbomáquinas axiales y radiales.

**DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA**

Introducción. Análisis dimensional

- Definición de turbo-máquina. Tipologías y aplicaciones
- Variables principales, dimensiones y propiedades de los fluidos. Unidades.
- Análisis dimensional y actuaciones. Análisis de flujo compresible. Velocidad específica: selección de la máquina adecuada. Ensayos de modelos.

Mecánica de fluidos y ecuaciones de termodinámica

- Ecuaciones en forma integral
- Ecuación de Euler de las turbo-máquinas
- Definición de rotalpia
- Definición de eficiencia politrópica y adiabática. Diagramas entalpía/entropía.
- Ecuaciones en forma diferencial

Cascadas de alabes

- Introducción. Definición de superficie de corriente
- Nomenclatura en cascadas para compresores y turbinas
- Cinemática de las cascadas. Triángulos de velocidad. Dinámica de las cascadas: fuerzas. Variaciones de entalpía y de entropía. Pérdidas.
- Actuaciones de cascadas de compresores. Características del compresor: incremento de entalpía y de presión, desviación y pérdida. Carga de alabe: distribución de velocidades sobre la superficie, coeficiente de difusión. Correlaciones para cascadas de compresor: solidez óptima, curva polar. Eficiencia de difusión.
- Actuaciones de cascadas de turbina. Características de la turbina: giro de la corriente, coeficiente de Zweifel. Distribución de las velocidades sobre la superficie. Parámetro de difusión. Correlaciones para cascadas de turbinas: pérdidas, ratio óptimo entre pitch y cuerda.
- Ensayos en túnel de viento de cascadas. Descripción de túneles y medidas. No estacionaridad.

Turbinas axiales: Teoría de etapas 2D

- Análisis dimensional de etapa de turbina. Triángulos de velocidad, carga y parámetros de flujo, reacción. Hipótesis de repeating stage.
- Termodinámica de una etapa de turbina. Eficiencia total-total. Relaciones de eficiencia de etapa.
- Grado de reacción. Efectos sobre la eficiencia. Reacción óptima.
- Diagrama de Smith. Empírico contra reversible.
- Características de una turbina multi-etapa
- Directrices de diseño. Análisis de tensiones. Refrigeración.

Compresores axiales. Teoría de etapas 2D

- Análisis dimensional de etapa de compresor. Triángulos de velocidad, carga y parámetros de flujo, reacción. Hipótesis de "repeating stage".
- Termodinámica de una etapa de turbina. Eficiencia total-total. Relaciones de eficiencia de etapa.
- Diagrama de coeficiente de carga. Elección de grado de reacción. Sustentación y resistencia en términos de parámetros de flujo y de carga. Factor de difusión y selección de la solidez. - - Estimación

de la eficiencia de compresor. Actuaciones simplificadas fuera de diseño.

- Teoría del elemento de alabe.
- Fenómenos de "stall" y "surge".

Flujos 3D en turbo-máquinas axiales

- Teoría de equilibrio radial. Problema indirecto: flujo free-vortex, flujo forced-vortex, distribución generalizada de ángulo. Problema directo
- Flujo compresible en líneas de alabes
- Flujo con masa específica constante
- Actuaciones fuera de diseño de una etapa (turbina free-vortex)
- Disco actuador. Interacción entre alabes. Métodos para resolución numérica del problema through-flow.
- Pérdidas 3D: tipologías y modalidades
- Características de diseño 3D: lean, sweep, bow.

Compresores centrífugos, ventiladores, bombas

- Introducción y definiciones. Componentes de compresores centrífugos
- Análisis teoría de compresores centrífugos. Parámetros adimensionales. Ecuaciones de entrada, impeller y difusor.
- Selección y diseño de alabes para turbo-máquinas radiales.
- Factor de slip. Correlaciones
- Actuaciones de compresores centrífugos.
- Sistemas de difusión. Difusores con y sin vanos.
- Bloqueo en etapas de compresores centrífugos.

Turbinas radiales

- Introducción. Tipologías de turbina radial "inward flow".
- Termodinámica de la turbina IFR 90 grados
- Diseño básico de rotor. Definición de eficiencia de rotor. Relaciones de número de Mach. Coeficientes de pérdida.
- Consideraciones para la eficiencia óptima. Mínimo número de alabes
- Criterios de diseño. Límites de ratio de presiones.

## ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

La metodología docente incluirá:

- Clases magistrales, donde se presentarán los conocimientos que los alumnos deben adquirir. Para facilitar su desarrollo los alumnos recibirán las notas de clase y tendrán textos básicos de referencia que les facilite seguir las clases y desarrollar el trabajo posterior.
- Clases de ejercicios y problemas, en las que se desarrollen y discutan los problemas que se proponen a los alumnos. Una parte de los mismos serán resueltos por parte del alumno, lo que le servirá de autoevaluación y para adquirir las capacidades necesarias.
- Prácticas en laboratorio, donde el alumno verifique experimentalmente los conceptos y resultados teóricos vistos en clase, y prácticas en aula informática, donde el alumno resuelve ejercicios y problemas con códigos numéricos que desarrolla personalmente.
- Tanto las clases de problemas como las prácticas de laboratorio se llevarán a cabo en grupos de tamaño reducido, lo que permitirá una atención más personalizada al alumno. En el mismo sentido, para algunas de las sesiones de clases prácticas, especialmente aquellas que involucran el uso de instrumentación de medida compleja, está prevista la presencia de más de un profesor en el laboratorio.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

Para aprobar la asignatura en la convocatoria ordinaria es necesario superar 2 criterios:

- 1) tener una nota mínima de 4.0/10 en el examen final;
- 2) tener una nota mínima de 5.0/10 al ponderar con un 40% la nota de evaluación continua y un 60% la nota del examen final.

**Peso porcentual del Examen Final:** 60

**Peso porcentual del resto de la evaluación:** 40

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- R. I. Lewis Turbomachinery Performance Analysis, John Wiley & Sons Inc, 1996
- S Larry Dixon, Cesare Hall Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery, Seventh Edition, BH (Butterworth-Heinemann), 2013

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Budugur Lakshminarayana Fluid Dynamics and Heat Transfer of Turbomachinery, John Wiley & Sons Inc, 1995

- Korpela, S.A. Principles of Turbomachinery, Wiley & Sons, 2011
- Saeed Farokhi Aircraft Propulsion, John Wiley & Sons Inc, 2008