Diseño de Turbomáquinas

Curso Académico: (2022 / 2023) **Fecha de revisión: 20/05/2022 23:42:29**

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Ingeniería Aeroespacial

Coordinador/a: DISCETTI , STEFANO

Tipo: Optativa Créditos ECTS : 6.0

Curso : 4 Cuatrimestre :

REQUISITOS (ASIGNATURAS O MATERIAS CUYO CONOCIMIENTO SE PRESUPONE)

Mecánica de Fluidos I
Mecánica de Fluidos II
Ingeniería Térmica

OBJETIVOS

El objetivo de este curso es que los/las estudiantes adquieran un conocimiento teórico y aplicado de las técnicas y procedimientos de diseño de turbomáquinas axiales y radiales, y de su aplicación a la resolución de problemas de diseño en el ámbito de la propulsión aeroespacial.

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 especifica: selección de la maquina adecuada. Ensayos de modelos.

Mecánica de fluidos y ecuaciones de termodinámica
- Ecuaciones en forma integral
- Ecuación de Euler de las turbo-máquinas
- Definición de rotalpía
- 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. Análsis 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

Clases de teoría.
Clases de problemas trabajando de forma individual y en grupo
Sesiones de laboratorio.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Peso porcentual del Examen/Prueba Final:	25
Peso porcentual del resto de la evaluación:	75

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 75% la nota de evaluación continua y un 25% la nota del examen final.

La evaluación continua incluye 2 exámenes parciales (correspondientes cada uno al 15% de la nota final) e informes de prácticas de laboratorio (correspondientes al 45% de la nota final).

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