

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Energética	
ASIGNATURA: Turbomáquinas				CÓDIGO: 4741	PAG: 1 DE: 7
REQUISITOS: Termodinámica II (4712) y Mecánica de Fluidos II (4722).					UNIDADES: 5
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
4	1		1		5

Universidad Central de Venezuela
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Mecánica
 Departamento de Energética
 Unidad Docente y de Investigación de Turbomáquinas

Asignatura

TURBOMÁQUINAS

Fecha Emisión: 3 marzo 2005		Nro. Emisión: Primera		Período Vigente: Octubre 2007 - Actualidad		Último Período			
Profesor: C. Quevedo C. Ferrer		Jefe Dpto.: R. Berríos		Director: C. Ferrer		Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2005		Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005	

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Energética	
ASIGNATURA: Turbomáquinas				CÓDIGO: 4741	PAG: 2 DE: 7
REQUISITOS: Termodinámica II (4712) y Mecánica de Fluidos II (4722).					UNIDADES: 5
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
4	1		1		5
1. PROPÓSITO					
<p>Las turbomáquinas son máquinas que, mediante el cambio del momentum del fluido de trabajo que pasa por ellas, convierten energía mecánica en energía hidráulica o térmica y viceversa. Estas máquinas son parte importante de la mayoría de las plantas de generación de electricidad, plantas de propulsión aérea, marítima y terrestre y de sistemas de transporte de líquidos y gases.</p> <p>El curso trata de la aplicación de los principios fundamentales de la mecánica de fluidos y la termodinámica en la descripción del proceso de conversión de energía hidráulica o térmica, en energía mecánica que tiene lugar en las turbomáquinas.</p>					
2. OBJETIVOS DEL APRENDIZAJE					
2.1 Objetivo general					
<p>Al finalizar el curso el estudiante estará capacitado para identificar y relacionar los parámetros de funcionamiento de una turbomáquina, seleccionar la turbomáquina adecuada para su aplicación y reconocer los fenómenos que se presentan en su funcionamiento.</p>					
2.2 Objetivos específicos					
Tema 1. Introducción.					
Al concluir el Tema 1 el alumno debe ser capaz de:					
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los componentes de las turbomáquinas. • Clasificar una turbomáquina. 					
Tema 2. Trabajo específico.					
Al concluir el Tema 2, el alumno debe ser capaz de:					
<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el trabajo, la potencia y la eficiencia de una turbomáquina. • Construir diagramas termodinámicos para calcular eficiencias. 					
Tema 3. Ecuaciones de Euler para turbomáquinas.					
Al concluir el Tema 3, el estudiante debe ser capaz de:					
Fecha Emisión: 3 marzo 2005		Nro. Emisión: Primera		Período Vigente: Octubre 2007 - Actualidad	
Profesor: C. Quevedo C. Ferrer		Jefe Dpto.: R. Berríos		Director: C. Ferrer	
				Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2005	
				Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005	

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Energética	
ASIGNATURA: Turbomáquinas				CÓDIGO: 4741	PAG: 3 DE: 7
REQUISITOS: Termodinámica II (4712) y Mecánica de Fluidos II (4722).					UNIDADES: 5
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
4	1		1		5
<ul style="list-style-type: none"> • Distinguir cuando usar el grado de reacción cinemática y cuando usar el grado de reacción termodinámico, y relacionarlos con la geometría del rodete. • Identificar la influencia del resbalamiento en el aumento de la presión en bombas y compresores. • Evaluar el resbalamiento con fórmulas semi-analíticas. • Construir y analizar diagramas de velocidades para turbomáquinas centrífugas, radiales y axiales. <p>Tema 4. Cavitación y flujo supersónico. Al concluir el Tema 4, el estudiante debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconocer los límites de funcionamiento y aplicación de una turbomáquina, desde el punto de vista de la cavitación y del flujo supersónico. <p>Tema 5. Análisis dimensional, semejanza y curvas características. Al concluir el Tema 5, el estudiante debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar las leyes de semejanza a las turbomáquinas • Reconocer los casos límites por inestabilidad en turbomáquinas. <p>Tema 6. Etapas radiales y diagonales. Al concluir el Tema 6, el estudiante debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relacionar la cinemática del flujo del fluido de trabajo con el trabajo específico realizado con la forma geométrica general radial y diagonal. <p>Tema 7. Etapas axiales. Al concluir el Tema 7, el estudiante debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relacionar la cinemática del flujo del fluido de trabajo con el trabajo específico realizado con la forma geométrica general axial. <p>3. EVALUACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realizarán al menos tres (3) exámenes parciales que podrán consistir de una parte teórica y otra de problemas de aplicación. El promedio de la calificación de estos exámenes tendrá una ponderación del 90% de la calificación definitiva. • Los laboratorios de evaluarán mediante informes. El promedio de la calificación de los informes tendrá una ponderación del 10% de la nota definitiva. • Se efectuará un examen de reparación, con una ponderación del 100% de la nota definitiva, para los alumnos que no tengan un promedio en la calificación de los exámenes parciales igual o mayor que 					
Fecha Emisión: 3 marzo 2005		Nro. Emisión: Primera		Período Vigente: Octubre 2007 - Actualidad	
Profesor: C. Quevedo C. Ferrer		Jefe Dpto.: R. Berríos		Director: C. Ferrer	
				Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2005	
				Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005	

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Energética	
ASIGNATURA: Turbomáquinas				CÓDIGO: 4741	PAG: 4 DE: 7
REQUISITOS: Termodinámica II (4712) y Mecánica de Fluidos II (4722).					UNIDADES: 5
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
4	1		1		5
<p>diez (10) puntos. Es requisito para presentar examen de reparación tener en el laboratorio una nota de al menos diez (10) puntos.</p> <p>4. CONTENIDO</p> <p>4.1 SINÓPTICO</p> <p>Introducción. Trabajo específico. Cavitación y flujo supersónico. Análisis dimensional, semejanza y curvas características.</p> <p>4.2 DETALLADO</p> <p>Tema 1. Introducción.</p> <p>Definición de turbomáquina. Modos de trabajo de una turbomáquina. Elementos de una turbomáquina. Formas de proyección de una turbomáquina. Proyección circular. Desarrollo de sección cilíndrica. Turbomáquinas radiales, diagonales, axiales, tangenciales y de flujo cruzado. Turbomáquinas generatrices y motrices: bombas, ventiladores, compresores, turbinas hidráulicas, turbinas a gas y turbinas a vapor. Método de análisis.</p> <p>Tema 2. Trabajo específico.</p> <p>Trabajo específico teórico en caso de fluidos incompresibles y compresibles. Disipación de energía: pérdidas de carga y de presión total. Rendimientos hidráulico, volumétrico, isentrópico, politrópico, mecánico y total. Diagramas termodinámicos en turbomáquinas. Eficiencia en toberas y difusores. Factor de recalentamiento.</p> <p>Tema 3. Ecuaciones de Euler para turbomáquinas.</p> <p>Movimiento absoluto y relativo. Triángulo de velocidades. Momento del momentum: ecuación de Euler para las turbomáquinas. Resbalamiento. Pfleiderer. Grado de reacción termodinámico. Grado de reacción cinemático. Fórmulas respectivas. Grado de reacción aplicado a turbomáquinas. Forma del perfil de los álabes.</p> <p>Tema 4. Cavitación y flujo supersónico.</p> <p>Cavitación. Altura de succión de una bomba. Altura de aspiración de una turbina hidráulica. Energías crítica de entrada y salida: altura neta positiva de succión (NPSH) requerido y disponible, parámetros de diseño.</p>					
Fecha Emisión: 3 marzo 2005		Nro. Emisión: Primera		Período Vigente: Octubre 2007 - Actualidad	
Profesor: C. Quevedo C. Ferrer		Jefe Dpto.: R. Berríos		Director: C. Ferrer	
				Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2005	
Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005					

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Energética	
ASIGNATURA: Turbomáquinas				CÓDIGO: 4741	PAG: 5 DE: 7
REQUISITOS: Termodinámica II (4712) y Mecánica de Fluidos II (4722).					UNIDADES: 5
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
4	1		1		5
<p>Coeficientes de entrada y salida. Flujo supersónico. Pérdidas de presión total en turbo-compresores: ángulo de entrada. Pérdida de presión total en turbinas a gas: ángulo de salida.</p> <p>Tema 5. Análisis dimensional, semejanza y curvas características. Velocidad específica. Diámetro específico. Velocidad específica de succión y número de Thoma. Relación entre eficiencia y velocidad específica. Semejanza y modelos. Forma de las curvas características. Bombas: inestabilidad y límite de cavitación. Ventiladores: inestabilidad. Turbinas hidráulicas: embalamiento. Compresores: inestabilidad y ahogamiento. Turbinas a gas: embalamiento. Aplicación de la semejanza a problemas de cavitación.</p> <p>Tema 6. Etapas radiales y diagonales. Definiciones. Bomba y compresor centrífugos: entrada, rodete y difusor, Limitaciones de velocidad de entrada: pre-giro, inductor. Aplicación del factor de deslizamiento. Relación de presiones de un compresor centrífugo. Grado de reacción cinemático y termodinámico. Número de Mach de salida. Difusor: sin paletas, con paletas directrices. Ahogamiento de una etapa de compresor.</p> <p>Tema 7. Etapas axiales. Forma geométrica de un perfil axial. Ángulos de incidencia y desviación. Ala portante. Fuerza de sustentación y resistencia.</p>					
4.3. LABORATORIO.					
5. ESTRATEGIAS INSTRUCCIONALES					
<p>El curso se dicta en cinco (5) horas de clases teóricas semanales y dos (2) horas de laboratorio quincenales. A modo de recordatorio y ubicación en el contexto del curso, al inicio de la clase el profesor hace un breve recuento de lo tratado en la clase anterior.</p> <p>Se estimula el estudio y la lectura del texto de la temática de la asignatura mediante preguntas del profesor al estudiante, efectuadas después del recuento inicial y otras intercaladas en la clase. Esto permite pulsar el seguimiento a la exposición teórica y a los ejemplos desarrollados en clase.</p>					
6. MEDIOS INSTRUCCIONALES					
Fecha Emisión: 3 marzo 2005		Nro. Emisión: Primera		Período Vigente: Octubre 2007 - Actualidad	
Profesor: C. Quevedo C. Ferrer		Jefe Dpto.: R. Berríos		Último Período	
		Director: C. Ferrer		Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2005	
				Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005	

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Energética					
ASIGNATURA: Turbomáquinas				CÓDIGO: 4741	PAG: 6 DE: 7				
REQUISITOS: Termodinámica II (4712) y Mecánica de Fluidos II (4722).						UNIDADES: 5			
HORAS									
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO				
4	1		1		5				
<p>Para alcanzar los objetivos planteados se recurre al texto y a la bibliografía citados en el programa de la asignatura, todos disponibles en la Biblioteca de la EIM.</p> <p>En clase se emplea la pizarra magnética y los marcadores de colores que permiten destacar partes de la exposición, ecuaciones, esquemas y gráficos.</p> <p>En el análisis de los procesos de conversión de energía en turbomáquinas y la solución de problemas se aplican esquemas, gráficos y tablas.</p> <p>Para la visualización de los elementos de turbomáquinas y del flujo a través de ellas se emplean figuras y esquemas presentados en transparencias, material impreso y multimedia.</p> <p>Se realizan prácticas de laboratorio con demostraciones físicas en las que participa activamente el estudiante y que conducen a la presentación de informes sobre la experiencia realizada.</p>									
7. REQUISITOS									
Formales: Mecánica de Fluidos II (4722) y Termodinámica II (4712).									
Académicos: Manejar los conceptos y principios fundamentales de la mecánica de fluidos y termodinámica, y aplicarlos al flujo a través de un volumen de control.									
8. UNIDADES									
Cinco (5) unidades.									
9. HORAS DE CONTACTO									
La asignatura semanalmente tiene dos sesiones una de tres (3) horas y otra de dos (2) horas. Quincenalmente tiene una sesión de laboratorio de dos (2) horas. En las sesiones semanales se dictan cuatro (4) horas de teoría y una (1) de práctica.									
10. PROGRAMACIÓN CRONOLÓGICA									
Tema		1	2	3	4	5	6	7	Totales
Horas totales		6	18	12	18	18	12	12	96
Horas teóricas		4	12	8	12	12	8	8	64
Horas prácticas		1	3	2	3	3	2	2	16
Fecha Emisión: 3 marzo 2005		Nro. Emisión: Primera		Período Vigente: Octubre 2007 - Actualidad			Último Período		
Profesor: C. Quevedo C. Ferrer		Jefe Dpto.: R. Berríos		Director: C. Ferrer		Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2005		Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005	

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Energética					
ASIGNATURA: Turbomáquinas			CÓDIGO: 4741		PAG: 7 DE: 7				
REQUISITOS: Termodinámica II (4712) y Mecánica de Fluidos II (4722).					UNIDADES: 5				
HORAS									
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO			SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO		
4	1		1				5		
Horas de laboratorio		1	3	2	3	3	2	2	16
11. BIBLIOGRAFÍA									
11.1 TEXTO BÁSICO									
Dixon, S. L. 1978. <i>Mecánica de fluidos y termodinámica de las turbomáquinas</i> . Dossat. Madrid.									
11.2 TEXTOS COMPLEMENTARIOS									
Adolph, M. 1970. <i>Turbomáquinas</i> . Espasa. Madrid.									
Balje, O. E. 1981. <i>Turbomachines a guide to design, selection and theory</i> . Wiley. New York.									
Bogusz, S. 1977. <i>Turbomáquinas</i> . UCV-EIM. Caracas.									
Golden, F. M., V. Batres & M. Terrones. 1989. <i>Termofluidos, turbomáquinas y máquinas térmicas</i> . CECSA. México.									
Japikse, D. & N. Baines. 1994. <i>Introduction to turbomachinery</i> . OUP. Oxford.									
Karassik, I, J. Messina & P. Cooper. 2001. <i>Pump handbook</i> . 3ra Ed. McGraw-Hill. New York.									
Lakshminarayana, B. 1996. <i>Fluid dynamics and heat transfer of turbomachinery</i> . Wiley. New York.									
Lewis, R. 1996. <i>Turbomachinery performance analysis</i> . Wiley. New York.									
Mataix, C. 1975. <i>Turbomáquinas hidráulicas</i> . Dossat. Madrid.									
Mataix, C. 1988. <i>Turbomáquinas térmicas</i> . Dossat. Madrid.									
Polo, E. 1984. <i>Turbomáquinas de fluido compresible</i> . Limusa. México.									
Potter, M. & D. Wiggert. 1998. <i>Mecánica de fluidos</i> . Prentice-Hall Hispanoamericana. México.									
Sedille, M. 1966. <i>Turbomachines hydrauliques et thermiques</i> . Tomos I y II. Masson. Paris.									
Fecha Emisión: 3 marzo 2005		Nro. Emisión: Primera		Período Vigente: Octubre 2007 - Actualidad		Último Período			
Profesor: C. Quevedo C. Ferrer		Jefe Dpto.: R. Berríos		Director: C. Ferrer		Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2005		Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005	