

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Energética	
ASIGNATURA: Bombas y Ventiladores				CÓDIGO: 4742	PAG: 1 DE: 7
REQUISITOS: Turbomáquinas (4741).					UNIDADES: 3
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
2	2				4

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

Asignatura

BOMBAS Y VENTILADORES

Fecha Emisión: 3 marzo 2005		Nro. Emisión: Primera		Período Vigente: Octubre 2007 – Actualidad	Último Período
Profesor (a): R. Grullón	Jefe Dpto.: R. Berríos	Director: C. Ferrer	Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2003	Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005	

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Energética	
ASIGNATURA: Bombas y Ventiladores				CÓDIGO: 4742	PAG: 2 DE: 7
REQUISITOS: Turbomáquinas (4741).					UNIDADES: 3
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
2	2				4
<p>1. PROPÓSITO</p> <p>Las turbomáquinas hidráulicas motoras (TBMHM) se utilizan ampliamente en gran cantidad de procesos domésticos, semi-industriales e industriales ya que se adaptan con facilidad a las condiciones de operación con costos sensiblemente bajos. Es por ello que muchos ingenieros mecánicos se encontrarán en su vida profesional con estas máquinas, por lo cual se justifica la inclusión de la asignatura Bombas y Ventiladores como electiva en el Plan de Estudios.</p> <p>2. OBJETIVOS DEL APRENDIZAJE</p> <p>2.1 Objetivo General</p> <p>Familiarizar al estudiante con la teoría y operación de las bombas y ventiladores en sistemas hidráulicos independientes del fluido.</p> <p>2.2 Objetivos Específicos</p> <p>Tema 1. Conceptos fundamentales. Al concluir el Tema 1, el alumno debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diferenciar entre turbomáquinas y máquinas de desplazamiento. • Clasificar las TBMHM. • Establecer los campos de aplicación de las TBMHM. • Aplicar el principio del impulso y del momento angular a las TBMHM. • Calcular trabajo, potencias y rendimientos de TBMHM. • Establecer el grado de reacción teórico y real de TBMHM. • Utilizar el Sistema Internacional y el Sistema Técnico de Unidades. <p>Tema 2. Curvas características y punto de trabajo en las TBMHM. Al concluir el Tema 2, el alumno debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Graficar curvas características teóricas y reales de TBMHM. 					
Fecha Emisión: 3 marzo 2005		Nro. Emisión: Primera		Período Vigente: Octubre 2007 – Actualidad	
Profesor (a): R. Grullón	Jefe Dpto.: R. Berríos	Director: C. Ferrer	Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2003		Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Energética	
ASIGNATURA: Bombas y Ventiladores				CÓDIGO: 4742	PAG: 3 DE: 7
REQUISITOS: Turbomáquinas (4741).					UNIDADES: 3
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
2	2				4
<ul style="list-style-type: none"> • Establecer la influencia de la velocidad, diámetro, ángulo α_2, el coeficiente de resbalamiento y las pérdidas hidráulicas en las TBMHM. • Utilizar las curvas de las TBMHM suministradas por los fabricantes. • Graficar y utilizar conchas de rendimientos y curvas de potencias. • Obtener la curva de un sistema mediante la ecuación de Bernoulli. • Diferenciar bombas y ventiladores. • Calcular pérdidas hidráulicas en conductos a presión. • Establecer el punto de trabajo de las TBMHM. Distinguir ubicación óptima y zonas inestables. • Aplicar análisis dimensional a las TBMHM. Reconocer limitaciones y discrepancias. • Realizar análisis volumétrico y másico en sistemas de ventilación mecánica con intercambiadores de calor. <p>Tema 3. Inestabilidades en las TBMHM. Al concluir el Tema 3, el alumno debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar e interpretar el η_{lc}, HSVc y NPSHc en bombas. • Calcular la altura máxima de colocación de una bomba. • Calcular del nuevo η_{lc}, HSVc y NPSHc de bombas debido a modificaciones de altitud, temperatura, velocidad y diámetro. • Analizar la influencia de la turbulencia y el paralelismo en la operación y rendimiento de ventiladores. • Explicar cómo y por qué se produce el bombeo. <p>Tema 4. Análisis de redes en las TBMHM. Al concluir el Tema 4, el alumno debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solucionar redes abiertas por el método de Reducción (Gráfico). • Solucionar redes por los métodos de Hardy-Cross, Newton-Raphson, Charles y Woods, y hojas dinámicas computarizadas. <p>Tema 5. Golpe de ariete. Al concluir el Tema 5, el alumno debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interpretar el fenómeno del golpe de ariete. • Obtener la solución del golpe de ariete mediante los modelos matemáticos de Allievi, Michaud y Mendiluce. • Obtener la solución del golpe de ariete por el método gráfico. 					
Fecha Emisión: 3 marzo 2005		Nro. Emisión: Primera		Período Vigente: Octubre 2007 – Actualidad	
Profesor (a): R. Grullón	Jefe Dpto.: R. Berríos	Director: C. Ferrer	Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2003		Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Energética	
ASIGNATURA: Bombas y Ventiladores				CÓDIGO: 4742	PAG: 4 DE: 7
REQUISITOS: Turbomáquinas (4741).					UNIDADES: 3
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
2	2				4
<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar el método de las características para resolver el problema del golpe de ariete. <p>Tema 6. Control de ruido. Al concluir el Tema 6, el alumno debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar el espectro del sonido de motores, bombas y ventiladores. • Controlar el ruido de una fuente. Seleccionar el modo de atenuación. Establecer los efectos de paredes, barreras y encerramientos. <p>Tema 7. Sistemas hidroneumáticos. Al concluir el Tema 7, el alumno debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calcular y seleccionar el grupo de bombeo para sistemas de presión constante y de presión variable. <p>Tema 8. Medios de accionamiento. Al concluir el Tema 8, el alumno debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distinguir los conceptos de potencia aparente, activa, reactiva, pérdidas, rendimientos, carga plena, parcial y factor de potencia en motores de inducción. • Interpretar los datos de placa de un motor de inducción trifásico. • Determinar el punto de trabajo de bombas y ventiladores y validar con el diagnóstico de la potencia del motor. • Efectuar diagnósticos de operación de TBMHM. <p>3. EVALUACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entre 20 y 25 asignaciones para realizar fuera del aula de clases cuyo promedio tendrá una ponderación del 45% de la nota definitiva. • Un mínimo de cuatro (4) exámenes realizados en el aula de clases, cuyo promedio tendrá una ponderación del 45% de la nota definitiva. • La asistencia a clases tendrá una ponderación del 10% de la nota definitiva. • Examen de reparación, con una ponderación del 100% de la nota definitiva, para aquellos alumnos que no logren con la evaluación anterior la nota mínima aprobatoria que es de diez (10) puntos. <p>4. CONTENIDO</p>					
Fecha Emisión: 3 marzo 2005		Nro. Emisión: Primera		Período Vigente: Octubre 2007 – Actualidad	
Profesor (a): R. Grullón	Jefe Dpto.: R. Berríos	Director: C. Ferrer	Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2003		Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Energética	
ASIGNATURA: Bombas y Ventiladores				CÓDIGO: 4742	PAG: 5 DE: 7
REQUISITOS: Turbomáquinas (4741).					UNIDADES: 3
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
2	2				4
4.1 Sinóptico					
Conceptos fundamentales. Curvas características y punto de trabajo en las TBMHM. Inestabilidades en las TBMHM. Análisis de redes en las TBMHM. Golpe de ariete. Control de ruido. Sistemas hidroneumáticos. Medios de accionamiento.					
4.2 Detallado					
Tema 1. Conceptos fundamentales.					
Definición de TBMHM. Clasificación. Campos de aplicación. Principio de funcionamiento: Ecuación de Euler. Altura teórica y real. Proceso de transformación de energías. Trabajo, potencias y rendimientos. Grado de reacción teórico y real. Sistemas de unidades.					
Tema 2. Curvas características y punto de trabajo en las TBMHM.					
Características teóricas. Influencia de la velocidad, diámetro, ángulo α_2 y coeficiente de resbalamiento. Pérdidas hidráulicas. Curvas y/o características reales. Curvas de las TBMHM suministradas por los fabricantes. Conchas de rendimiento. Curvas de potencia. Curvas η_{lc} , η_{SVc} y η_{NPSHc} para bombas. Curva del sistema mediante la ecuación de Bernoulli. Diferencias entre las bombas y los ventiladores. Pérdidas hidráulicas en conductos a presión. Métodos genéricos para cualquier tipo de fluido. Diagrama de Moody. Ecuación de Darcy-Weisbach. Ecuación de Hazen-Williams. Modelos de Colebrook y Swarnee. Modelo de Cameron. Uso de tablas. Pérdidas en válvulas y accesorios. Rugosidad absoluta y factor de incrustación. Punto de trabajo en las TBMHM. Ubicación óptima. Zonas de inestabilidad. Aplicación del análisis dimensional a las TBMHM. Limitaciones y discrepancias. Sistemas de ventilación mecánica con intercambiadores de calor. Análisis volumétrico y másico.					
Tema 3. Inestabilidades en las TBMHM.					
Cavitación. Determinación de la altura de succión de bombas, η_{lc} , η_{SVc} y η_{NPSHc} . Cálculo de la altura máxima. Influencia de la altitud, temperatura, velocidad y diámetro sobre la altura de succión en bombas. Turbulencia y paralelismo en ventiladores. Bombeo en bombas.					
Tema 4. Análisis de redes en las TBMHM.					
Solución de redes abiertas por el Método Gráfico. Solución de redes por los métodos de Hardy-Cross, Newton Raphson, Charles y Woods, y por hojas dinámicas computarizadas.					
Tema 5. Golpe de ariete.					
Fecha Emisión: 3 marzo 2005		Nro. Emisión: Primera		Período Vigente: Octubre 2007 – Actualidad	
Profesor (a): R. Grullón	Jefe Dpto.: R. Berríos	Director: C. Ferrer	Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2003		Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Energética	
ASIGNATURA: Bombas y Ventiladores				CÓDIGO: 4742	PAG: 6 DE: 7
REQUISITOS: Turbomáquinas (4741).					UNIDADES: 3
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
2	2				4
<p>Conceptos fundamentales. Flujo transitorio en tuberías. Ecuaciones fundamentales. Solución del golpe de ariete por los métodos gráfico y modelos matemáticos: Allievi, Michaud y Mendiluce. Solución del golpe de ariete por el método de las características.</p> <p>Tema 6. Control de ruido. Conceptos fundamentales: potencia, presión sonora, reflexión, refracción, difracción y transmisión sonora. Fuentes de ruido. Espectro de frecuencias en bombas y ventiladores. Propagación en espacios abiertos y cerrados. Técnicas de control de ruido.</p> <p>Tema 7. Sistemas hidroneumáticos. Conceptos fundamentales. Sistemas de presión variable. Sistemas de presión constante.</p> <p>Tema 8. Medios de accionamiento. Generalidades y conceptos básicos de los motores de inducción. Protocolo de un motor (datos de placa). Diagnóstico de operación. Validación de la máquina accionada.</p>					
5. ESTRATEGIAS INSTRUCCIONALES					
<p>El curso se desarrolla cada semana en dos sesiones de dos horas cada una. En estas sesiones el profesor expone los contenidos del temario y luego realiza un ejercicio donde aplica los conceptos. Posteriormente se realizan en el aula ejercicios con participación activa de los estudiantes y en los cuales el profesor aclara las dificultades que aquéllos encuentran en su resolución. Adicionalmente se envían asignaciones no supervisadas pero evaluadas con el objetivo de consolidar los conocimientos.</p>					
6. MEDIOS INSTRUCCIONALES					
Se utilizarán los siguientes medios o recursos:					
<ul style="list-style-type: none"> • Material impreso (Guías, Textos indicados en la bibliografía). • Pizarrón • Transparencias • Multimedia 					
Fecha Emisión: 3 marzo 2005		Nro. Emisión: Primera		Período Vigente: Octubre 2007 – Actualidad	
Profesor (a): R. Grullón	Jefe Dpto.: R. Berríos	Director: C. Ferrer	Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2003		Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Energética	
ASIGNATURA: Bombas y Ventiladores				CÓDIGO: 4742	PAG: 7 DE: 7
REQUISITOS: Turbomáquinas (4741).					UNIDADES: 3
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
2	2				4

7. REQUISITOS

Formales: Turbomáquinas (4741).

Académicos: Saber aplicar los concepto de la mecánica clásica a las turbomáquinas.

8. UNIDADES

Esta asignatura tiene un total de tres (3) Unidades, de acuerdo a las horas de docencia establecidas.

9. HORAS DE CONTACTO

Esta asignatura se dicta en dos sesiones semanales de dos horas cada una. Estas cuatro horas se distribuyen en dos (2) horas de teoría y dos (2) horas de práctica, todas impartidas por profesores especialistas en la asignatura.

10. PROGRAMACIÓN CRONOLÓGICA

Tema	1	2	3	4	5	6	7	8	Totales
Horas Totales	4	12	8	10	8	6	6	6	60
Horas de Teoría	2	6	4	5	4	3	3	3	30
Horas de Práctica	2	6	4	5	4	3	3	3	30

11. BIBLIOGRAFÍA

INGERSOL-RAND. *Cameron hydraulic data.*

CRANE. *Flow of fluid.* Technical paper N°. 410.

The TRANE CO. *Fans and their application in air conditioning.*

Jeppson, R. *Análisis of flow in pipe networks.* An Arbor Science.

Parmakian, J. *Watherhammer analysis.* Dover publications, INC.

Truman, A. & K.C. Willatams. *Secrets of noise control.* C. A. Lax.

Fecha Emisión: 3 marzo 2005		Nro. Emisión: Primera		Período Vigente: Octubre 2007 – Actualidad		Último Período	
Profesor (a): R. Grullón	Jefe Dpto.: R. Berríos	Director: C. Ferrer	Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2003		Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005		

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Energética	
ASIGNATURA: Bombas y Ventiladores				CÓDIGO: 4742	PAG: 8 DE: 7
REQUISITOS: Turbomáquinas (4741).					UNIDADES: 3
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
2	2				4
Méndez, M. V. <i>Tuberías a presión</i> . Fundación Polar.					
Fecha Emisión: 3 marzo 2005		Nro. Emisión: Primera		Período Vigente: Octubre 2007 – Actualidad	
Profesor (a): R. Grullón	Jefe Dpto.: R. Berríos	Director: C. Ferrer	Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2003		Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005