



CARRERA: INGENIERIA ELECTROMECHANICA – INGENIERIA MECANICA			
DEPARTAMENTO: MECANICA			
ASIGNATURA: MAQUINAS HIDRAULICAS (Código 425) APROBADO POR RESOLUCION N° 164/10 – C.D.			
AREA: TECNOLOGICAS APLICADAS			
REGIMEN	HORAS DE CLASE		PROFESORES
Anual	Por Semana	Total	Adjunto: Ing. Héctor G. LORENZO J.T.P.: Ing. Jorge E. PEYRANO Aux.: Ing. Jorge RAICEVICH
	4	120	
ASIGNATURAS CORRELATIVAS PRECEDENTES			
Aprobadas		Regularizadas	
Mecánica Racional Termodinámica		Mecánica de los Flúidos	

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

1. OBJETIVOS

- Conocer los principios de funcionamiento, la selección, y el diseño de las distintas turbo-máquinas empleadas en la transferencia de energía en las centrales hidroeléctricas.
- Conocer las técnicas necesarias para la selección de los distintos tipos de bombas.

1.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- Conocer la clasificación de las máquinas de fluido. Máquinas Hidráulicas y Máquinas Térmicas.
- Estudiar los Sistemas de Tuberías en Malla.
- Estudiar la expresión fundamental de los turborrotos. Conocer el diseño del rodete. Expresiones de la altura manométrica.
- Conocer formas de selección de máquinas de acuerdo a las necesidades de operación.
- Estudiar los circuitos hidráulicos con bombeo, en serie y en paralelo. Cavitación
- Conocer las turbinas, su clasificación y funcionamiento. Impacto de las Centrales en el medioambiente.
- Introducir al estudio de la lubricación hidrodinámica.
- Estudiar los movimientos impermanentes (Golpe de Ariete) su aplicación a la apertura y cierre de válvulas. Método de Allievi, de Bergeron y Ecuaciones características.
- Estudiar el Golpe de Ariete en instalaciones de Bombeo.
- Conocer la determinación de Costos de Instalación y operativos en un sistema de bombeo y la determinación de los valores fundamentales para la comparación y toma de decisión.
- Estudiar los ventiladores y los circuitos que los contienen.
- Estudiar el Funcionamiento de las máquinas de desplazamiento positivo. Máquinas Alternativas y Rotativas.
- Conocer el principio de funcionamiento de los Aerogeneradores y molinos para bombeo.

2. CONTENIDOS

2.1 CONTENIDOS MINIMOS

Turbomáquinas. Diseño y aplicación. Movimiento impermanente y transitorios. Estudio económico. Máquinas de desplazamiento positivo. Introducción a la aerogeneración.

2.2 CONTENIDO ANALITICO

UNIDAD I: Fluidos Reales



Bernoulli para fluidos Reales- Coeficiente de Coriolis- Ec. De Darcy- Weisbach y diagrama de Rouse-Ec. De Williams Hazen- Comparación- Pérdidas Localizadas-. Energía disponible y requerida en un sistema de Tuberías. Curva del sistema de tubería. Sifones- Cañerías en serie y en Paralelo. Redes de tuberías. Cálculo con el auxilio de computadoras, planilla de cálculo y EPANET.

UNIDAD II: Clasificación de las Máquinas Hidráulicas

Definición de Máquinas de fluidos. Diferenciación respecto de las máquinas Térmicas. Clasificación por el principio de funcionamiento. Clasificación por el sentido de la transformación. Por la dirección del flujo. Otros criterios de clasificación. Ejemplos.

UNIDAD III: Turbomáquinas: Máquina Ideal

Planos de representación- Triángulos de Velocidades. Ecuación de Euler para Turbinas y para Bombas.- Caudal en el rodete de las turbomáquinas. -Grado de reacción del rodete.- 2ª forma de la ecuación de Euler. -Análisis de la altura rotórica por la circulación.- Influencia de los ángulos β_1 y β_2 en las bombas.

UNIDAD IV: Turbomáquinas: Bombas -Máquina Real

Bernoulli para movimientos relativos- Paradoja de la máquina de número infinito de álabes. La máquina de número finito de álabes.-Coeficiente de reducción de trabajo.- Máquina de álabes de espesor real.- Pérdidas en el rodete, y en la bomba.- Curvas reales de una bomba, comparación con las ideales. Rendimiento en las Bombas.

UNIDAD V: Diagramas fundamentales de las bombas

Expresión de la altura manométrica desde el punto de vista de la máquina y desde el punto de vista del sistema.- Punto de funcionamiento.- Ensayo de una bomba, y determinación de las curvas de H-Q, N-Q y η -Q.- Modelo matemático de la bomba , curvas por regresión.

UNIDAD VI: Semejanza y Número específico en Turbomáquinas

Semejanza en las TMH: T y B.- Coeficientes de velocidad. Leyes de semejanza y su relación con las condiciones de semejanza. Números específicos según caudal y según potencia. Número específico adimensional. Número específico de rodetes en serie y en paralelos. Relación del N° específico en el diseño y en la selección de TMH. Fisonomía de las TMH en función del N° específico.- Carta de selección de Bombas.

UNIDAD VII: Sistemas de Bombeo-Selección de Bombas

Elementos de una instalación de bombeo. Criterios de selección de válvulas, y su ubicación en el sistema. Cálculo de los sistemas. Líneas de energía del sistema y curvas H-Q. Elección de la bomba adecuada y determinación del punto de funcionamiento.- Acoplamiento de bombas en serie y en paralelo. Sistemas de bombeo con derivaciones.- Análisis gráfico de distintos tipos de sistemas y su modelizado. Utilización de Modelos (EPANET, planillas de cálculo).- Corrección de las curvas de bombas para fluidos viscosos.

UNIDAD VIII: Cavitación en Bombas

Descripción del fenómeno.- NPSH requerido y disponible. Número de Thoma.- Relación del Número de Thoma con el número específico. Otras formas de análisis de la cavitación. Número específico de la cavitación y su relación con el número de Thoma y con el ns. Semejanza en cavitación. Métodos de prevención y solución de problemas de cavitación en instalaciones existentes. Ensayo de la cavitación en bombas.

UNIDAD IX: Turbinas Hidráulicas

Clasificación de las Turbinas. Instalaciones para el aprovechamiento de la energía Hidráulica. Elementos de la Turbina. Salto neto y salto bruto. Cavitación en turbinas, tubo de aspiración. Curvas características. Curvas de explotación. Ejemplos de Turbinas y Centrales en el país y en la zona y su impacto en la economía y ecosistema.

UNIDAD X: Teoría de Lubricación

Descripción del Fenómeno.- Cuña de lubricación.- Expresiones de la fuerza portante, y de la fuerza de rozamiento. Perdidas.- Aplicación al cálculo de cojinetes de empuje de una turbina hidráulica.



UNIDAD XI: Cupla en Turbomáquinas-Regulación en Bombas

Acoplamiento de las Turbomáquinas con otras máquinas (motoras o generadoras). Expresión del equilibrio dinámico. Determinación de la cupla resistente de una bomba en el arranque.- Dinámica de la parada de una bomba.-Acoplamiento de una bomba a un motor eléctrico y motor de combustión interna. Métodos de arranque de bombas. Válvulas de control. Regulación mediante válvulas de control. Regulación mediante variación de la velocidad.

UNIDAD XII: Transitorios Hidráulicos

Descripción del fenómeno. Ec. de Michaud.- Teoría de Allievi. Comparación entre ambas. Método Gráfico de Schnyder-Bergerón. Determinación de las presiones en un punto intermedio. Aplicación a conductos regulados aguas abajo. Golpe de ariete en conductos de características múltiples. Golpe de ariete en sistemas de Bombeo. Descripción del fenómeno y aplicación del método de Bergerón a estaciones de bombeo. Métodos de prevención del golpe de ariete. Chimeneas de equilibrio, tanques hidroneumáticos, volantes de inercia, etc.

UNIDAD XIII: Cañerías

Potencia de una cañería. Cálculo de los esfuerzos en el conducto y accesorios. Cálculo mecánico. Criterios de dimensionamiento de la cañería. Diámetro económico. Economía en el diseño de sistemas hidromecánicos. Criterios de diseño y operación económica.

UNIDAD XIV: Ventiladores

Particularidades de los ventiladores. Límites de presión. Cálculo del error al considerarlo una máquina hidráulica- Leyes de semejanza en los ventiladores.- Reducción de los parámetros a condiciones normales y standard. Ensayos de ventiladores, tipos de ensayos y de mediciones.-Diseños típicos de ventiladores. Ruido en los ventiladores y la disminución del impacto como polución sonora.- Número específico en los ventiladores.

UNIDAD XV: Máquinas volumétricas o de desplazamiento positivo.

Principios de funcionamiento. Generación de la altura. Curvas características. Máquinas alternativas. Gasto instantáneo y medio. Relación entre el movimiento y los parámetros de funcionamiento. Pérdidas en una máquina alternativa. Rendimientos.- Amortiguadores neumáticos.

UNIDAD XVI: Transmisión de potencia Fluida.

Transmisión hidrostática e hidrodinámica.- Acoplamientos y Convertidores.

UNIDAD XVII: Molinos de viento.

Energía y potencia de un recurso eólico.- Generalización a toda energía dinámica de una corriente fluida.- Teoría de Betz.- Tipos de Aerogeneradores y molinos para bombeo de agua. Curvas características. Campo de aplicación. Máquinas para aprovechamiento de energía de las corrientes marinas y fluviales. Impacto ambiental de éstos tipos de aprovechamientos.

Trabajos Prácticos

1. Sistemas de Tuberías
2. Triángulos de Velocidades
3. Semejanza y número específico.
4. Sistemas de Bombeo simples. Cavitación.
5. Sistemas de Bombeo complejos.
6. Golpe de Ariete.
7. Ventiladores.
8. Máquinas Volumétricas.
9. Trabajo práctico integrador.

Laboratorios

1. En SAMEEP: Laboratorio de medidores. Medición de caudal y volumen. Calibración de medidores.
2. Modelado de sistema hidráulico mediante EPANET. (Laboratorio de informática)



3. Ensayo de bombas.- Determinación de las curvas H-Q, N-Q y η -Q. (banco de bombas con bombas radiales)-Taller Dpto. Mecánica.
4. Ensayo de bombas a distintas velocidades de rotación. Comprobación de Semejanza (banco de bombas con bombas radiales)-Taller Dpto. Mecánica.
5. Ensayo de bombas en serie y en paralelo. (banco de bombas con bombas radiales). Taller Dpto. Mecánica.
6. Ensayo de bombas.- Determinación de las curvas H-Q, N-Q y η -Q. (Bomba axial del canal de Hidráulica). Laboratorio Dpto. Hidráulica.
7. Ensayo de Cavitación. -Taller Dpto. Mecánica.
8. Ensayo de ventiladores. Determinación de las curvas Δp -Q. (banco de ventiladores. Ventilador radial)-Taller Dpto. Mecánica.
9. En Facultad de Ingeniería de UnaM. Oberá: Ensayo de Turbina Mitchell-Banki, en aprovechamiento El Tigre. (Sujeto a disponibilidades para realizar el viaje)

Visitas Técnicas

1. Estaciones de Bombeo de la empresa SAMEEP, en la Toma de las plantas de agua en Barranqueras, y de Bombeo al acueducto.
2. Estaciones de Bombeo Cloacales de la empresa de SAMEEP, en Bº Independencia.
3. Estaciones de Bombeo de la A.P.A. Del sistema de defensas del Área Metropolitana del Gran Resistencia. Dique sobre el río Negro y Lagunas de AMGR.
4. Aprovechamientos Hidroeléctricos de la zona: Yaciretá.- El Tigre (Oberá).- Saltito 1 y 2 (2 de Mayo). Uruguay Pto. Libertad) Itaipú (Foz do Iguazú Brasil). (Sujeto a disponibilidades para realizar el viaje).

3. BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA BASICA

- "Mecánica de los fluidos"- POTTER Y WIDGGERT
- "Manual del Usuario de Epanet 2"- LEWIS ROSSMAN
- "Turbomáquinas Hidráulicas"- CLAUDIO MATAIX
- "Bombas, selección y Aplicación" - TYLER HICKS
- "Mecánica de los fluidos"- STREETER- WILLYE
- "Máquinas Hidráulicas"- CAMILO RODRIGUEZ
- "Hidráulica"- ALBERT SCHLAG
- "Bombas, funcionamiento, cálculo y construcción"- FLUSCHSLOCHER- SCHULZ
- "Energía Eólica"- FERNÁNDEZ DIEZ
- "Bombas Centrifugas"- KARASSIK- CARTER
- "Apuntes de Cátedra".

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

- "Suplementos técnicos de Eternit: Conducciones de Asbesto Cemento"- ETERNIT
- "Proyecto de Máquinas"- PABLO TEDESCHI
- "Mecánica de los Fluidos y Máq. Hid."- CLAUDIO MATAIX
- "Hidráulica"- NEKRASOV
- "Fundamentos de las Normas ENHOSA"- ENHOSA
- "Introducción a la Energía Eólica"- LYSEN
- "Redes Industriales de Tubería - Bombas para Agua, Ventiladores y Compresores"- ANTONI KUSZCZEWSKI
- "Hidráulica de Tuberías" - JUAN G. SALDARRIAGA V.
- "Tuberías" - RAÚL VARETTO.
- "Cañerías y recipientes a presión" - J.L. OTEGUI- E. RUBERTIS.
- "Fundamentos y Aplicaciones de las Bombas" - BREIER-SANTANA

4. METODOLOGIA DE ENSEÑANZA



Clases teóricas, dictadas frente a curso con proyecciones de filminas, participación de los alumnos y entrega de copias de apuntes de clase en formato digital.

Prácticas con ejemplos extraídos de casos reales, los cuales son dirigidos por los ayudantes de la Cátedra y realizados por los Alumnos en clase en forma grupal con discusión de los resultados.

Trabajos de determinaciones en Laboratorio, en el Taller de Mecánica, en el canal de agua del Dpto. de Hidráulica, y en SAMEEP. Modelado de sistemas hidráulicos en aula informática.

Visitas técnicas.

5. EVALUACION

Teoría

a- 80% de asistencia a clases teóricas.

b- Aprobar 60% de las evaluaciones que se tomaran todas las clases al comienzo de las mismas. Tienen recuperación por monografía.

c- Aprobar coloquio Integrador Final de Teoría.

Práctica

d- 100% de los trabajos prácticos realizados en grupo. Aprobados por coloquios grupales

e- Tres (3) parciales con recuperatorio (al final del cuatrimestre)

f- Trabajo de Integración aprobado por exposición grupal oral. Con calificación individual.

g- Asistencia al 100 % de Laboratorios. Aprobados con informes y coloquios.

Para promocionar la materia:

Se deben cumplir los puntos a, b, c, d y e con un mínimo de 70 %, además f y g. Aprueban sin examen final. La nota final es un promedio de lo logrado en los puntos b, e y g con lo logrado en el punto f con mayor peso en éste.(70% punto f y 30% promedio de los puntos b, e y g).

Para Regularizar la materia:

Se deben cumplir los puntos d) y e) con un mínimo de 60% y g). El examen final es teórico práctico, con presentación y aprobado previo del Trabajo de Integración. El examen es primero teórico, luego práctico y luego oral, exposición del Trabajo de Integración.

Para rendir Libre la materia:

Se debe solicitar con anticipación un tema para realizar el Trabajo de Integración, y la semana previa a la mesa realizar y aprobar un Laboratorio a elección de la cátedra. Quedan exceptuados de este requisito, los alumnos que habiendo cursado y hechos los laboratorios quedaron libres por las otras condiciones de cursado.

El examen es primero teórico, luego práctico y luego en forma oral, exposición del Trabajo de Integración.

Como alternativa para rendir Libre la materia: la semana previa a la mesa realizar y aprobar un Laboratorio a elección de la cátedra. Aprobar examen teórico en horario normal de tarde (15 a 20 hs) de todos los temas. Aprobar al día siguiente por coloquio un examen práctico con problemas de todos los temas con corrección mediante coloquio oral.