

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

| | |
|---------------------------|---|
| Nombre de la asignatura : | Máquinas de Fluidos Incompresibles |
| Carrera : | Ingeniería Mecánica |
| Clave de la asignatura : | MEF-1018 |
| SATCA ¹ | 3-2-5 |

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero el diseñar e implementar sistemas y dispositivos hidráulicos, referentes a la instalación y selección de bombas centrífugas, bombas rotodinámicas, bombas de desplazamiento positivo, ventiladores, turbinas hidráulicas y centrales hidroeléctricas para aplicarse en los sectores productivos y de servicios conforme a las normas nacionales e internacionales vigentes, bajo un enfoque de desarrollo sustentable.

La Asignatura de Máquinas de Fluidos Incompresibles tiene una relación muy estrecha con la de Mecánica de Fluidos; esta materia aporta las bases para instalar, y seleccionar bombas centrífugas, bombas de desplazamiento positivo, turbinas y ventiladores.

La asignatura de Máquinas de Fluidos Incompresibles es la base para poder entender, estudiar y cursar las asignaturas posteriores como son: Automatización industrial, Refrigeración y aire acondicionado, Máquinas de fluidos compresibles, Sistemas de generación de energía y Gestión de proyectos.

En esta asignatura se da un gran énfasis para que el futuro ingeniero mecánico tenga interés en el buen manejo de los fluidos incompresibles a ser transportados o bien utilizados para transmitir potencia, contemplando el uso racional de las fuentes diversas de energía.

Esta asignatura es de vital importancia en la formación del estudiante y es necesario hacerlo reflexionar al inicio del curso, ya que a través de ella puede elaborar proyectos de aprovechamiento hidráulico que permitan forjar un modo de vida al ejercer su profesión.

Es conveniente que el ingeniero mecánico analice sistemas hidráulicos a través de los métodos convencionales, pero también por medio de tecnologías avanzadas (software).

Intención didáctica.

Se contemplan los siguientes temas: Definición, clasificación e importancia de las máquinas de fluidos incompresibles, principio y funcionamiento de las bombas rotodinámicas, Bombas de desplazamiento positivo, Ventiladores, concluyendo con las turbinas hidráulicas y centrales hidroeléctricas.

El temario de esta asignatura se organiza en seis unidades las cuales deberán tratarse bajo un enfoque donde el alumno desarrolle sus habilidades, destrezas y aptitudes; esto es, cada tema debe ser orientado hacia la aplicación de distintas formas donde el estudiante sepa con claridad donde los va a utilizar y darles un uso adecuado en el campo laboral. El profesor deberá aplicar las estrategias pertinentes para llevar al alumno a su formación bajo esta didáctica.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

En la primera unidad se abordan los siguientes temas: Definición y clasificación de las máquinas de fluidos incompresibles, definición y clasificación de bombas turbinas y ventiladores, importancia de las máquinas de fluidos incompresibles.

En la segunda unidad se abordan temas relacionados con la primera y segunda forma de la ecuación de Euler, grado de reacción, velocidad específica y el método de los triángulos de velocidades. Con estos conocimientos, el alumno adquirirá la capacidad de seleccionar, proyectar e implementara un equipo de bombeo.

En la tercera unidad se estudian las bombas rotodinámicas, sus características generales desde su principio de operación hasta el cálculo y selección. Se propone abordar también el cálculo de la altura útil, pérdidas, potencias y rendimientos, cavitación y altura de succión, y además la aplicación de las leyes de semejanza desde un punto de vista teórico y práctico o su selección por catálogo de fabricante para su aplicación en el campo laboral industrial.

La unidad cuatro contempla la clasificación, selección y aplicación de las bombas de desplazamiento positivo.

En la quinta unidad se estudian los ventiladores, su clasificación, características generales y principio de operación. Asimismo se aborda la metodología de cálculo de la caída de presión, criterios de selección y principios para su instalación. También se contempla el análisis de las leyes de semejanza aplicables a ventiladores.

El temario finaliza con la unidad seis que trata sobre las Turbinas Hidráulicas y Centrales Hidroeléctricas: Características generales y funcionamiento, turbinas de acción y de reacción, triángulo de velocidades, altura neta, pérdidas potencias y rendimientos, tubo de aspiración, cavitación y centrales hidroeléctricas.

En esta asignatura se pretende que el estudiante desarrolle competencias para comprender los principios de funcionamiento de las máquinas de fluidos incompresibles. En esta asignatura el estudiante utilizará las competencias adquiridas previamente en los cursos de mecánica de fluidos y sistemas e instalaciones hidráulicas. A su vez, las que adquiera en este curso, le permitirán adquirir otras competencias en cursos posteriores tales como: sistemas de generación de energía y refrigeración y aire acondicionado.

Al cursar esta asignatura es necesario que las actividades del estudiante sean orientadas a la relación de la teoría con la práctica donde desarrolle sus habilidades, destreza, aptitudes y valores como compromiso de trabajo individual y por equipo que propicien procesos intelectuales tales como: habilidades para trabajar en un ambiente laboral, apreciación de la diversidad y multiculturalidad, trabajo en equipo, capacidad crítica y autocrítica, habilidades interpersonales, capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario, capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas y compromiso ético; donde el profesor sea un asesor, guía o instructor de los alumnos a su cargo (grupo) para que ellos desarrollen y lleven a cabo el curso. El aprendizaje debe ser significativo y colaborativo donde, para el alumno cada uno de los temas tenga un significado y un por que es necesario estudiarlo dentro de un contexto para su formación en ingeniería.

Todo el desarrollo de este programa es bajo un enfoque por competencias: donde el alumno tenga interacción reflexiva y funcional de saberes cognitivos, procedimentales, actitudinales e metacognitivos, enmarcada en principios de valores, que genere evidencias y actuaciones

transferibles a distintos contextos y transformadoras de la realidad interna y externa de la persona.

Además los estudiantes deben resaltar actividades para que desarrollen competencias genéricas y se proponen las siguientes: resolver problemas del tema, asistir continuamente a clases, resolver las prácticas de laboratorio. Realizar investigaciones en Internet, bibliográficas o visitas a empresas, estas últimas por medio de entrevistas y encuestas. Investigar por distintas fuentes y discutir en grupo el tema. Asistir a visitas industriales de estudio esto es para que el alumno desarrolle sus competencias genéricas deberá realizar las siguientes actividades, tales como: desarrollar investigación, resolver problemas, ser emprendedor, generar nuevas ideas, diseñar y gestionar proyectos, adaptarse a nuevas situaciones, trabajar en equipo, preocuparse por la calidad y buscar el logro.

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

| | | |
|--|---|--|
| <p>Competencias específicas:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Comprender y explicar las definiciones, criterios de clasificación e importancia de las máquinas de fluidos incompresibles.▪ Comprender y aplicar el principio de funcionamiento de las máquinas de fluidos incompresibles en la solución de problemas y selección de equipos relacionados con: bombas centrífugas y de desplazamiento positivo, turbinas hidráulicas y ventiladores. | <p>Competencias genéricas:</p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis• Capacidad de planificar y organizar.• Conocimientos del área de estudio y la profesión• Habilidad en el uso de las tecnologías de la información y comunicación• Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.• Capacidad para tomar decisiones. <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad crítica y autocrítica• Capacidad de trabajo en equipo• Habilidades interpersonales• Capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios• Compromiso ético. <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica• Habilidades de investigación• Capacidad de aprender• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)• Liderazgo• Habilidad para trabajar en forma autónoma• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos• Iniciativa y espíritu emprendedor• Preocupación por la calidad• Búsqueda del logro. | |
|--|---|--|

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

| Lugar y fecha de elaboración o revisión | Participantes | Evento |
|---|---|--|
| <p>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec del 9 al 13 de noviembre de 2009.</p> | <p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango, Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.</p> | <p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p> |
| <p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 16 de noviembre de 2009 al 26 de mayo de 2010.</p> | <p>Academias de Ingeniería Mecánica de los Institutos Tecnológicos de: Saltillo, Pachuca, Boca del Río, Durango, Celaya, Ciudad Juárez, Mérida y Culiacán.</p> | <p>Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p> |
| <p>Instituto Tecnológico de Zacatecas del 12 al 16 de abril de 2010.</p> | <p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, La Piedad, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.</p> | <p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p> |

5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Comprender y aplicar el principio de funcionamiento de las maquinas de fluidos incompresibles en la solución de problemas y selección de equipo relacionado con bombas centrifugas y de desplazamiento positivo, turbinas hidráulicas y ventiladores.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Conocer y aplicar las operaciones algebraicas fundamentales.
- Conocer y aplicar los métodos de solución para el cálculo diferencial e integral.
- Conocer las funciones básicas del cálculo vectorial y su aplicación a problemas de ingeniería.
- Conocer las propiedades de los fluidos.
- Realizar análisis de la primera ley de la termodinámica.
- Realizar interpretación de graficas, nomogramas, tablas y planos de instalaciones hidráulicas, así como utilización de manuales relacionados.
- Desarrollar y aplicar las ecuaciones fundamentales del movimiento de fluidos: continuidad, cantidad de movimiento y energía. Ecuación de Bernoulli.
- Resolver problemas relacionados con sistemas de tuberías.
- Conocer los métodos de medición volumétrica y de presión.
- Conocer el principio de funcionamiento de motores eléctricos.

7.- TEMARIO

| Unidad | Temas | Subtemas |
|--------|---|--|
| 1. | Importancia y clasificación de las máquinas de fluidos incompresibles | 1.1. Definición y clasificación. 1.2. Importancia. |
| 2. | Fundamentos de turbomaquinaria | 2.1. Primera forma de la ecuación de Euler. 2.2. Triángulos de velocidades. 2.3. Segunda forma de la ecuación de Euler. 2.4. Grado de reacción. 2.5. Velocidad específica. |
| 3. | Bombas rotodinámicas | 3.1. Características generales y funcionamiento. 3.2. Altura útil. 3.3. Pérdidas, potencias y rendimientos. 3.4. Cavitación y altura de succión. 3.5. Leyes de semejanza. 3.6. Selección y problemas de aplicación. |
| 4. | Bombas de desplazamiento positivo | 4.1. Características generales y funcionamiento. 4.2. Bombas alternativas. 4.3. Bombas rotoestáticas. 4.4. Deducción de las ecuaciones de caudal. 4.5. Selección y problemas de aplicación. |
| 5. | Ventiladores | 5.1. Características generales y funcionamiento. 5.2. Cálculo de caída de presión en |

| | | |
|----|--|---|
| | | <p>ventiladores.</p> <p>5.3. Ventiladores centrífugos.</p> <p>5.4. Ventiladores axiales.</p> <p>5.5. Selección y problemas de aplicación.</p> |
| 6. | Turbinas hidráulicas y centrales hidroeléctricas | <p>6.1. Características generales y funcionamiento.</p> <p>6.2. Turbinas de acción y de reacción.</p> <p>6.3. Triángulo de velocidades.</p> <p>6.4. Altura neta. Pérdidas, potencias y rendimientos.</p> <p>6.5. Tubo de aspiración. Cavitación.</p> <p>6.6. Centrales Hidroeléctricas.</p> |

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El docente debe:

- Elaborar e interpretar, en forma oral, escrita y grafica: informes, propuestas y análisis relacionados con maquinas de fluidos incompresibles.
- Utilizar el pensamiento creativo y critico en el análisis de situaciones, en la formulación y solución de problemas donde intervengan maquinas de fluidos incompresibles.
- Participar en proyectos de innovación, transferencia y adaptación de tecnología en maquinas de fluidos incompresibles.
- Formular, gestionar o participar en proyectos de desarrollo o de investigación tecnológicos a fines a su área.
- Formar parte de grupos interdisciplinarios en proyectos integrales con una actitud que fortalezca el trabajo de equipo, contribuyendo con su capacidad profesional al logro conjunto.
- Buscar información de fabricantes y distribuidores de maquinas de fluidos incompresibles en internet y en su área de influencia, para su discusión en el grupo.
- Observar las normas y especificaciones nacionales e internacionales relacionadas con maquinas de fluidos incompresibles utilizados en los procesos industriales.
- Fomentar la participación de trabajo en equipo, discusiones en clase y trabajos de investigación.
- Resolver problemas relacionados con los contenidos temáticos, utilizando lenguajes de programación y software de aplicación.
- Discutir temas de interés en forma grupal.
- Preparar experiencias didácticas, objetivas, concretas, procurando que el estudiante se forme su propia visión de las cosas.
- Traducir y discutir las normas y procedimientos del Hydraulic Institute y el American Petroleum Institute Std 610 y las contrastara con la norma oficial Mexicana.
- En equipos resolver problemas relativos al funcionamiento e instalación de las bombas, turbinas y ventiladores.
- Asistir y participar en foros de discusión sobre turbomáquinaria hidráulica. Ventiladores y temas afines (simposios, congresos, seminarios, conferencias).
- Participar en proyectos tecnológicos y de investigación con el objetivo de restituir y conservar el medio ambiente que propicien un desarrollo sustentable.
- Construir un modelo didáctico para mostrar el funcionamiento de una bomba, turbina o ventilador.
- Realizar un proyecto de solución de movimiento de fluidos con transferencia de energía. A través de catálogos de proveedores, seleccionar un equipo de: bombeo, ventilación y turbinas, para presentar una memoria de cálculo y su procedimiento.
- Visitar fábricas de bombas y solicitar manuales para la selección de equipo de bombeo.
- Realizar visitas a empresas e instalaciones en donde se utilicen todo tipo de maquinas de fluidos incompresibles: bombas, ventiladores y turbinas.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura se hará con base en el siguiente desempeño del alumno.

- Participa y organiza foros de discusión con sus compañeros sobre turbomáquinaria hidráulica, ventiladores y bombas en general, presentando un informe escrito.
- Presentar un informe escrito de la comparación entre las normas aplicables de la NOM, HI, API std 610, a través de un foro de discusión.
- Presentar reportes de los resultados obtenidos de las demostraciones y practicas realizadas en clase con sus comentarios y conclusiones.
- Presentar un informe escrito de su participación en una mesa redonda acerca de la importancia de las maquinas de fluidos incompresibles en el desarrollo socioeconómico de la región, país y su impacto mundial.
- Presenta exámenes escritos para solucionar problemas de bombas, turbinas y ventiladores.
- Presenta ante el grupo y en exposición el modelo didáctico construido junto con su memoria de cálculo.
- Realiza una presentación y discusión del reporte de visitas a empresas y organizaciones.
- Realiza mapas conceptuales y mentales con temas afines a la asignatura.
- Participa en la realización de ejercicios prácticos.
- Desarrolla un proyecto en equipo sobre una instalación hidráulica, presentando por escrito cálculos, planos y referencias bibliográficas.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Importancia y clasificación de las maquinas de fluidos incompresibles

| <i>Competencia específica a desarrollar</i> | <i>Actividades de Aprendizaje</i> |
|---|---|
| Comprender y explicar las definiciones, criterios de clasificación e importancia de las máquinas de fluidos incompresibles. | <ul style="list-style-type: none"> • Realizar investigación bibliográfica para conocer diferentes criterios de clasificación y definición de las máquinas de fluidos incompresibles; discutirlos en grupo y arribar a conclusiones. • Investigar la manera de utilización de las máquinas de fluidos incompresibles en diferentes lugares como gasolineras, embotelladoras, sistemas de distribución de agua potable, sistemas de fluidos en vehículos, fábricas y demás lugares con manejo de fluidos, con el propósito de exponer en grupos en sesión plenaria el uso e importancia de las máquinas citadas. • Realizar visitas a empresas e instalaciones donde se usen las máquinas de fluidos incompresibles. |

Unidad 2: Fundamentos de turbomaquinaria

| <i>Competencia específica a desarrollar</i> | <i>Actividades de Aprendizaje</i> |
|---|--|
| Aplicar la Ecuación fundamental de las turbomáquinas (Ec. de Euler en todas sus formas) para la solución de | <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar de forma individual la primera y segunda formas de la ecuación de Euler. |

| | |
|--------------------------------------|---|
| <p>problemas de turbomaquinaria.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Investigar la nomenclatura y significado físico de cada elemento de los triángulos de velocidades para el análisis de turbomaquinaria. • Elaborar un trabajo escrito acerca del significado físico del grado de reacción y la ecuación aplicable. • Explicar el concepto de velocidad específica y su importancia en la clasificación de turbomaquinaria. • Identificar los parámetros que influyen en el movimiento de un fluido a través de un impulsor de álabes. • Resolver problemas teórico prácticos de aplicación de la ecuación de Euler en grupos y de manera individual. |
|--------------------------------------|---|

Unidad 3: Bombas rotodinámicas

| <i>Competencia específica a desarrollar</i> | <i>Actividades de Aprendizaje</i> |
|---|--|
| <p>Aplicar los principios de rendimiento y Selección en instalaciones hidráulicas para la solución de sistemas de bombas rotodinámicas.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar las expresiones de • Rendimiento en sistemas de bombas rotodinámicas, tomando en cuenta las normas para tal efecto. • Aplicar las ecuaciones y conceptos de rendimiento en la solución de problemas de bombeo. • Plantear y discutir la validez de las leyes de semejanza, aplicándolas en la solución de problemas reales. • Discutir en sesión plenaria las diferentes maneras de seleccionar bombas y obtener el procedimiento que el grupo usará, aplicándolo en situaciones reales. • Visitar fábricas de bombas y solicitar manuales para la selección de equipo de bombeo. |

Unidad 4: Bombas de desplazamiento positivo

| <i>Competencia específica a desarrollar</i> | <i>Actividades de Aprendizaje</i> |
|---|---|
| <p>Comprender y aplicar las ecuaciones de las bombas de desplazamiento positivo en la solución de problemas. Seleccionar bombas de desplazamiento positivo para una aplicación industrial específica.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Investigar acerca del principio de desplazamiento positivo, así como las ecuaciones aplicables en la solución de problemas de bombas de desplazamiento positivo. Organizar una discusión grupal. • Clasificar las bombas de acuerdo a las normas que apliquen. • Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias de las bombas de |

| | |
|--|---|
| | <p>desplazamiento positivo así como sus instalaciones hidráulicas, y normas de instalación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar en base al catálogo de fabricante, las bombas de desplazamiento positivo, tomando en cuenta el cuidado del medio ambiente, los fluidos a manejar, y contemplando aspectos de seguridad. • Resolver problemas de bombas de desplazamiento positivo. |
|--|---|

Unidad 5: Ventiladores

| <i>Competencia específica a desarrollar</i> | <i>Actividades de Aprendizaje</i> |
|---|--|
| <p>Calcular y seleccionar ventiladores con base en las necesidades de aplicación. Aplicar las ecuaciones de los ventiladores en la solución de problemas.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Clasificar ventiladores en función de su aplicación, en exposición grupal, apoyándose con diversos medios didácticos. • Resolver problemas prácticos donde se involucre la selección y aplicación de los ventiladores. • Realizar una actividad grupal para ejercitar los criterios de selección de ventiladores con base en un problema real proporcionado por el profesor. • Desarrollar y comprobar la validez de las ecuaciones de ventiladores. • Discutir en equipos la validez de las leyes de semejanza de los ventiladores. |

Unidad 6: Turbinas hidráulicas y centrales hidroeléctricas

| <i>Competencia específica a desarrollar</i> | <i>Actividades de Aprendizaje</i> |
|--|---|
| <p>Analizar y comprender el funcionamiento y operación de las turbinas hidráulicas, así como su relación con las centrales hidroeléctricas. Calcular y seleccionar las turbinas hidráulicas utilizadas en el campo industrial.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Investigar y discutir la aplicación de la Ec. de Euler y los conceptos de potencias y rendimientos en la solución de problemas de turbinas hidráulicas. • Investigar y elaborar un mapa conceptual sobre la clasificación de las turbinas, normas y sus aplicaciones. • Discutir el principio de funcionamiento de las turbinas. • Resolver problemas de turbinas aplicados a centrales hidroeléctricas. |

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Viejo Zubicaray Manuel, Álvarez Fernández Javier. Bombas, Teoría, Diseño y Aplicación. Editorial LIMUSA.
2. Greene Richard W. Bombas. Selección uso y mantenimiento. Ed. Mac Graw-Hill.
3. ASTM, ANSI, DIN. NOM (norma oficial mexicana). Portal de la Comisión Nacional del Agua.
4. Streeter, Víctor. Mecánica de Fluidos. Editorial Mc Graw Hill.
5. American Petroleum Institute. Centrifugal Pumps for General Refinery Services. API ESTÁNDAR 610. SIXTH EDITION. Ed. American Petroleum Institute. 2101 L. Street Northwest. Washington DC 20037.
6. Karassik Igor y Carter Roy. Bombas Centrifugas. Ed. CECSA.
7. Munson Young. Fundamentos de Mecánica de Fluidos. Editorial Noriega Limusa.
8. Fernández, Francisco. Introducción a la Mecánica de Fluidos. Editorial Alfa Omega.
9. Mott, Robert L. Mecánica de Fluidos. Editorial Prentice Hall.
10. Joseph B. Franzini. Mecánica de Fluidos con Aplicación en Ingeniería. Editorial Mc Graw Hill.
11. Fay James A. Mecánica de Fluidos. Editorial CECSA.
12. Mataix, Claudio. Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas. Editorial Harla.
13. Vickers. Bombas Selección, Uso y Mantenimiento. Editorial Vickers.
14. Kuszczewski, Antoni. Redes Industriales de Tuberías, Bombas para Agua,
15. Ventiladores y Compresores. Editorial Reverte Ediciones.
16. Kenneth J. Bombas selección, uso y mantenimiento. Editorial Mc Graw Hill. 1987.
17. Yunus A. Cengel, John M. Cimbala. Mecánica de fluidos, fundamentos y aplicaciones. Editorial Mc Graw Hill. 2006.
18. Robert W. Fox, Philip J. Pritchard, Alan T. McDonald. Introduction To Fluid Mechanics. Seventh Edition Editorial Mc Graw Hill. 2009.
19. Tyler G. Hicks. Bombas, Selección y Aplicación. Ed. CECSA.
20. Hydraulic Institute. Hydraulic Institute Standards 14th edition. Ed. Library of Congress Card No. A82-84047. USA.
21. Zepeda Sergio. Manual de instalaciones. Ed. LIMUSA.
22. Carnicer Royo y Mainar Hasta. Bombas Centrifugas. Ed. Paraninfo.
23. Golden, Batres y Terrones. Termofluidos, turbomáquinas y máquinas térmicas.
24. Ed. CECSA.
25. Reyes Aguirre Miguel. Máquinas Hidráulicas. Ed. Representaciones y servicios de ingeniería.
26. Polo Encinas Manuel. Turbomáquinas Hidráulicas. Ed. LIMUSA.
27. Mancebo del Castillo Uriel. Teoría del Golpe de Ariete y sus aplicaciones en ingeniería hidráulica. Ed. LIMUSA/Grupo Noriega Editores

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

Realizar prácticas de medición de caudal, presiones, velocidades, potencias y graficar curvas de comportamiento a velocidad constante y a velocidad variable.

Realizar prácticas de laboratorio en el banco de pruebas de bombas de desplazamiento positivo, donde se determine: carga manométrica, potencia al freno, potencia hidráulica y eficiencia, a velocidad constante y variable con la finalidad de elaborar curvas características.

- Conocimiento de las partes y funcionamiento de las máquinas de fluidos incompresibles.
- Trazar la curva de operación de una bomba centrífuga.
- Trazar la curva de operación de un Ventilador axial.
- Trazar la curva de operación de un ventilador radial.
- Trazar la curva de operación de una turbina Pelton.

- Trazar la curva de operación de una turbina Francis.
- Trazar la curva de operación de una bomba de pistón o embolo.
- Trazar la curva de operación de una bomba de membrana.
- Trazar la curva de operación de una bomba de engranes.