



Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Bahía Blanca

1/6

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECÁNICA

PROGRAMA DE:**BOMBAS E INSTALACIONES DE BOMBEO**

Materia

Electiva

HORAS DE CLASE**PROFESOR RESPONSABLE****TEÓRICAS (anual)****PRÁCTICAS (anual)***Ing. Federico Stuhldreher Madsen.*

Por semana

Total

Por semana

Total

2

64

2

64

ASIGNATURAS CORRELATIVAS PRECEDENTES**ESPECIALIDAD****PARA CURSAR****APROB. PARA RENDIR****CURSADAS****APROBADAS****ING. MECÁNICA**

Mecánica de los Fluidos

Mecánica de los Fluidos

ING. CIVIL

Hidráulica General y Aplicada

Hidráulica General y Aplicada

Descripción del Eje Temático:

Análisis y cálculo de las instalaciones de bombeo; estudio de elementos de bomba.

Objetivos:

En el caso de esta asignatura su objetivo central es formar un ingeniero competente en encontrar la solución para típicas situaciones problemáticas planteados en la explotación y el diseño de las instalaciones de bombeo.

Al mismo tiempo esta solución se ajustará a un uso racional de la energía (traducido finalmente en ahorro de recursos monetarios) junto con un funcionamiento seguro (obtención de los parámetros deseados así como un flujo del líquido bombeado sin discontinuidades no deseadas)

La formación impartida capacitará para la actividad en cualquier sector de la sociedad (no solamente el industrial) sabiendo el área amplia de uso de las bombas y sus instalaciones.

Programa Sintético

1. Introducción y articulación con anteriores conocimientos.
 - 1.1. Conceptos básicos de Mecánica de los Fluidos
 - 1.2. Ecuaciones básicas utilizadas en el curso.
2. Bombeo Industrial
 - 2.1. Instalaciones de bombeo – componentes y materiales.
 - 2.2. Transporte de fluidos por tuberías
3. Análisis energéticos en la instalación de bombeo y su accionamiento.
 - 3.1. Análisis energético de la red de conductos.
 - 3.2. Cavitación y Golpe de Ariete
 - 3.3. Análisis energético de la bomba.
 - 3.4. Análisis energético de la instalación de bombeo.
 - 3.5. Uso racional de la energía en una instalación de bombeo.
4. Tuberías y configuraciones de redes.
 - 4.1. Diseño de tuberías simples. Introducción al Código ASME B.31
 - 4.2. Funcionamiento de tuberías complejas.
5. Turbo-maquinarias.
 - 5.1. Turbo-maquinarias: Clasificación y principio de funcionamiento (bombas y compresores)
 - 5.2. Turbo-bombas: Elementos constructivos y sus funciones materiales.
6. Turbobombas. Fundamentos hidrodinámicos. Similitud. Elección.
 - 6.1. Fundamentos de la hidrodinámica de las turbobombas. Curvas características.
 - 6.2. Similitud. Elección de la turbobomba.
7. Turbobombas. Operación.
 - 7.1. Asociación de las turbobombas.
 - 7.2. Regulación de las instalaciones de bombeo.

VIGENCIA
AÑOS2018

2019

2020

2021

2022

2023



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Bahía Blanca

2/6

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECÁNICA

PROGRAMA DE:

BOMBAS E INSTALACIONES DE BOMBEO

Materia

Electiva

8. Bombas volumétricas y aparatos de bombeo. Clasificaciones, elementos constructivos, modo de funcionamiento.
- 8.1. Bombas alternativas.
 - 8.2. Bombas rotativas.
 - 8.3. Aparatos de bombeo.

Unidad Temática	CONTENIDO TEMATICO / PROGRAMA ANALITICO	Horas desarrolladas
	Módulo 1 - Introducción y articulación con anteriores conocimientos	
1	Conceptos básicos de Mecánica de los Fluidos Características principales de los fluidos: cohesión, tensión superficial, adherencia, capilaridad. Líquidos y gases. Propiedades de los fluidos: densidad, volumen específico, peso específico, gravedad específica, compresibilidad, velocidad del sonido, presiones (atmosférica, absoluta, relativa, hidrostática, de vapor), viscosidad.	8
2	Ecuaciones básicas utilizadas en el curso. Resistencia Hidrodinámica. Compresibilidad. Hidrostática: teorema fundamental, principio de Pascal, principio de Arquímedes. Hidrodinámica: ecuación de continuidad, teorema de Bernoulli, viscosidad, tensión superficial, número de Reynolds. Ecuación del diferencial de presiones. Neumática: leyes de los gases.	8
	Módulo 2 – Bombeo industrial de fluidos	
3	Instalaciones de bombeo – elementos introductorios. Componentes de sistemas de bombeo: reservorios, tuberías: conexiones, válvulas y accesorios, máquinas impulsoras (de líquidos y gases). Materiales en tuberías, bombas y válvulas. Res. OPDS-231/96 - Transporte de sustancias peligrosas. Códigos aplicables (ASME, Res-SE 1460). Normas IRAM 2517. Sistemas de tuberías: serie, paralelos, redes. Instalación de equipamientos hidráulicos: consideraciones técnicas prácticas para la instalación de la bomba y criterios para instalaciones complementarias. Introducción a la documentación técnica de los sistemas de bombeo: ficha técnica, piping class, diagrama de layout, diagrama isométrico y P&ID (piping and instrumentation diagram).	16
	Módulo 3 - Análisis energéticos en la instalación de bombeo y su accionamiento	
4	Transporte de fluidos por tuberías Introducción al Balance de Energías. Ecuaciones del caudal, de continuidad y de la energía. Formas de la ecuación de la energía: específica (por unidad de masa), por unidad de peso y por unidad de volumen; Número de Reynolds y flujo laminar/turbulento.	8
5	Análisis energético de la red de conductos Balance energético de un tramo de la red. Estructura de las pérdidas de energía de un tramo de la red. Rendimientos. Cálculo de las pérdidas de energía: Altura de bombeo requerida por la red. Curva característica de funcionamiento de la red.	8
6	Fenómenos no deseados: Cavitación y golpe hidráulico (golpe de ariete) Cavitación. Condiciones de desarrollo y descripción del fenómeno. Fenómenos acompañantes y efectos sobre el funcionamiento y la vida útil de la instalación de bombeo. El concepto de ANPA (NPSH). ANPA disponible y ANPA requerido. Limitación de la altura geodésica de aspiración. Recaudos a tomar para evitar la	4

VIGENCIA
AÑOS

2018

2019

2020

2021

2022

2023



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Bahía Blanca

3/6

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECÁNICA

PROGRAMA DE: BOMBAS E INSTALACIONES DE BOMBEO

Materia
Electiva

<u>Unidad</u> <u>Temática</u>		<u>Horas</u> <u>desarrolladas</u>
	cavitación. Golpe hidráulico (Golpe de ariete) Condiciones de desarrollo y descripción del fenómeno. Fenómenos acompañantes y efectos. Recaudos a tomar para evitar el golpe hidráulico. Aplicación: ariete hidráulico.	
7	Análisis energético de la bomba Balance energético. Estructura de las pérdidas. Altura de la bomba, altura útil de la bomba y correspondientes potencias. Potencia absorbida por la bomba. Rendimientos de la bomba: rendimientos interno y mecánico, rendimiento (total) de la bomba, rendimientos hidráulico y volumétrico, diagrama Sankey. Curvas características de la bomba: definiciones, obtención de las curvas características de trabajo.	4
8	Análisis energético de la instalación de bombeo Balance energético. Ecuación de funcionamiento. Punto de operación. Rendimientos. Indicadores. Análisis energético del conjunto accionamiento-transmisión. Elección de la potencia del accionamiento. Rendimientos del conjunto accionamiento-transmisión-bomba, diagrama Sankey.	4
9	Uso racional de la energía en las instalaciones de bombeo Eficiencia energética y los sistemas de bombeo. Análisis energético de la instalación y opciones de mejora de rendimientos. Bombeo de líquidos viscosos; oportunidad del calentamiento previo. Aumento de la energía consumida por el envejecimiento de la tubería. Variación de la energía consumida con las diferentes ubicaciones de la boca de descarga en el tanque receptor.	8
	Módulo 4 – Tuberías y configuraciones de redes	
10	Diseño de tuberías simples Introducción al código ASME B.31. Ecuación de la velocidad. Diseño de la tubería. Comprobación de la capacidad de transporte. Velocidad óptima. Aspectos técnicos y económicos. Diseño hidráulico; comprobación de diseño; cálculo de la potencia requerida. Consideraciones de soportaría y flexibilidad de las cañerías. Aislaciones Térmicas en tuberías. Presentación del software de aplicación para diseño de tuberías. Introducción a la soldadura y montaje de cañerías industriales.	16
11	Funcionamiento de tuberías complejas Conductos en serie. Conductos en paralelo. Conductos descargando a diferentes cotas. Redes de distribución. Cálculo analítico. Condiciones de buen funcionamiento.	4
	Módulo 5 – Turbo-maquinarias: clasificaciones, elementos constructivos y sus funciones, materiales	
12	Construcción y principio de funcionamiento de las turbo-maquinarias. Clasificaciones Turbobombas: principales partes componentes y principio de funcionamiento. Clasificación de las bombas. Compresores: principales partes componentes y principio de funcionamiento; clasificación	4
13	Turbobombas - elementos constructivos y materiales Descripción de turbobombas estándar según estándar ANSI y detalle de sus elementos constitutivos. El empuje axial y su balanceo. Aseguramiento de la estanqueidad; anillos de desgaste, empaquetaduras y sellos mecánicos.	4

VIGENCIA AÑOS	2018	2019	2020	2021	2022	2023
------------------	------	------	------	------	------	------



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Bahía Blanca

4/6

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECÁNICA

PROGRAMA DE:

BOMBAS E INSTALACIONES DE BOMBEO

Materia

Electiva

<u>Unidad</u> <u>Temática</u>		<u>Horas</u> <u>desarrolladas</u>
	Módulo 6 - Turbobombas. Fundamentos hidrodinámicos. Similitud. Elección	
14	Fundamentos de la hidrodinámica de las turbobombas. Curvas características Movimiento del líquido en el rotor. Ecuación principal de las bombas (Euler); relación con ángulos, relación con velocidades y su forma común. Características de la altura de bombeo (teórica y real), de la potencia absorbida, del rendimiento y de la ANPA. Expresiones polinomiales. Modificación de las curvas características para el bombeo de líquidos viscosos.	4
15	Similitud. Elección de la turbobomba Similitud geométrica y cinemática; relaciones entre los parámetros. Parábolas de isoeficiencia. Coeficientes de caudal, de altura y de potencia. Coeficiente de rapidez; número característico. Influencia del diámetro del rotor. Elección de la turbobomba del catálogo del fabricante.	4
	Módulo 7 - Turbobombas. Operación y Mantenimiento	
16	Asociación de las turbobombas. Operación en paralelo y operación en serie. Asociación de turbobombas idénticas, diferentes y con conductos individuales. Elección de la modalidad de asociación en función de la inclinación de las características de las turbobombas asociadas y de la inclinación de la característica de la red.	4
17	Regulación de las instalaciones de bombeo Regulación por la modificación de la característica de la red: por estrangulación, por la desviación de la corriente y por la compensación del caudal. Regulación por la modificación de la característica de la turbobomba: por la variación de la velocidad de giro del rotor y por la variación de la inclinación de las paletas rotóricas. La regulación y el uso racional de la energía. Arranque y parada de la turbobomba. Bombas autocebantes.	4
18	Mantenimiento de instalaciones de bombeo Aspectos generales del mantenimiento: correctivo, preventivo y predictivo. Aplicaciones de cada tipo de mantenimiento a diversos componentes del sistema de bombeo. Prerrequisitos de seguridad para los trabajos de mantenimiento.	4
	Módulo 8 - Bombas volumétricas y aparatos de bombeo. Clasificaciones. Elementos constructivos. Modo de funcionamiento	
19	Bombas alternativas Principio de funcionamiento. Bomba alternativa de pistón: relaciones entre las principales magnitudes, curvas características, elección. Bomba de embolo buzo. Bomba de diafragma.	4
20	Bombas (volumétricas) rotativas Generalidades. Bomba de engranes. Bomba de tornillo.	4
21	Aparatos de bombeo El eyector. El inyector. El hidroelevador.	2

VIGENCIA
AÑOS

2018

2019

2020

2021

2022

2023



Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Bahía Blanca

5/6

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECÁNICA

PROGRAMA DE: **BOMBAS E INSTALACIONES DE BOMBEO**Materia
Electiva**METODOLOGÍA UTILIZADA:**

Durante las clases teóricas, el alumno recibirá material de estudio con el desarrollo de todos los temas, junto con las filmas de desarrollo de los temas durante las clases. Todo este material estará disponible en el aula virtual.

Las actividades prácticas a ser desarrolladas por los alumnos consisten en la resolución de las situaciones problemáticas o de las aplicaciones numéricas correspondientes a la parte de teoría impartida en la misma reunión.

Para las consultas, la disponibilidad del profesor es todo el tiempo, durante y después del ciclo lectivo.

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

El proceso de evaluación es permanente, mediante la presentación de los trabajos prácticos y las evaluaciones parciales a lo largo de la cátedra.

Requisito para la aprobación del cursado de la asignatura es la realización de los Trabajos prácticos individuales y de laboratorio (calificados como: aprobado / recuperado / desaprobado) así como las dos evaluaciones escritas (exámenes parciales de teoría y práctica) y la obtención en estas instancias notas no menores a 6.

En conformidad con la Ordenanza no.1549 de la UTN, se implementa el régimen de aprobación directa de la asignatura. Esta aprobación se logra si en los parciales las notas obtenidas son no menores a 6 y el alumno no presenta más de 1 (un) trabajo práctico calificado como "recuperado" o "desaprobado" (se considera "recuperado" a aquel trabajo práctico que está aprobado pero fue entregado en fecha posterior a la fecha de vencimiento que se detalla en el enunciado del mismo) y la presentación de un trabajo integrador final que será defendido ante el profesor para obtener la promoción de la materia.

Para todas las instancias de exámenes parciales existe una segunda oportunidad donde deben participar los correspondientes ausentes o con notas inferiores a 6.

El examen final – para los que no aprobaron directamente – consiste en una parte práctica escrita y un coloquio que se centra en un diálogo con el examinado sobre la teoría, cuya extensión es función del grado de cumplimiento del objetivo de la asignatura para los módulos de su programa.

Durante todas las instancias de evaluación descriptas, el estudiante podrá hacer uso de la carpeta individual o de cualquier otro material suyo.

PRÁCTICAS EN LABORATORIO Y/O CAMPO y/o TALLER:

Cálculo de la altura requerida por el conducto para determinados caudales del líquido bombeado.
Determinación de los valores para la confección de las curvas características de la altura útil, de la potencia absorbida y del rendimiento, para una bomba centrífuga.
Visita para el conocimiento de la instalación de bombeo para la calefacción de un grande edificio.
Visita a un taller de reparación de bombas.

VIGENCIA AÑOS	2018	2019	2020	2021	2022	2023
------------------	------	------	------	------	------	------



Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Bahía Blanca

6/6

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECÁNICA

PROGRAMA DE: **BOMBAS E INSTALACIONES DE BOMBEO**Materia
Electiva**BIBLIOGRAFÍA:**

Claudio Mataix – Mecánica de los fluidos y máquinas hidráulicas

Daily/Harleman – Dinámica de los fluidos con aplicaciones en ingeniería

Majumdar – Sistemas neumáticos – principios y mantenimiento

Mobley – Fluid power dynamics

Karassik, I.J., Messina, J.P., Cooper, P. y Heald, C.C. (editores) - Pump Handbook

Saldarriaga V, J.G. - Hidráulica de tuberías

Luszczewski, A. - Redes industriales de tubería. Bombas para agua, ventiladores y compresores. Diseño y construcción

Catálogos y folletos de firmas productoras de bombas

Chemical Engineering (Colección de la revista)

Liquid Magazine (idem)

URL: [http:// www.pumps.org](http://www.pumps.org)URL :[http:// www.pipeflow.uk.com](http://www.pipeflow.uk.com)**VIGENCIA DE ESTE PROGRAMA**

AÑO	PROFESOR RESPONSABLE (firma aclarada)	AÑO	PROFESOR RESPONSABLE (firma aclarada)
2018	Ing. Federico Stuhlreher Madsen		

VISADO

SECRETARIO DE DEPARTAMENTO	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	SECRETARIO ACADÉMICO
FECHA:	FECHA:	FECHA:

VIGENCIA AÑOS	2018	2019	2020	2021	2022	2023