



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA
EN INGENIERÍA QUÍMICA



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA DE:				
FLUJO DE FLUIDOS				
IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA				
MODALIDAD:		Curso		
TIPO DE ASIGNATURA:		Teórico-Práctica		
SEMESTRE EN QUE SE IMPARTE: Cuarto				
CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria				
NÚMERO DE CRÉDITOS:		8		
HORAS A LA SEMANA:	5	Teóricas:	3	Prácticas:
			2	Semanas de clase:
				16
				TOTAL DE HORAS:
				80
SERIACIÓN: Si (X) No () Obligatoria (X) Indicativa ()				
SERIACIÓN ANTECEDENTE: Fenómenos de Transporte y seriación por bloques. Haber aprobado por lo menos el 80% de las asignaturas de los 3 primeros semestres.				
SERIACIÓN SUBSECUENTE: Ninguna				

OBJETIVO GENERAL:

Al finalizar el curso el alumno deberá ser capaz de dimensionar sistemas de flujo de fluidos y maquinaria de transporte para fluidos compresibles e incompresibles, de cualquier comportamiento reológico y en régimen laminar o turbulento, a través de tuberías, redes de tuberías o canales de cualquier geometría en su sección transversal y cualquier conformación topológica en su recorrido.

ÍNDICE TEMÁTICO			
UNIDAD	TEMAS	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1	Introducción	3	0
2	Definición y Principales Propiedades Físicas de un Fluido	3	2
3	Flujo Laminar	6	4
4	Flujo Turbulento	6	4
5	Coeficientes de Fricción	3	2
6	Tuberías y Accesorios	3	2
7	Criterios para el Dimensionamiento de Sistemas de Transporte de Fluidos	3	0
8	Medidores de Flujo	3	2
9	Flujo de Fluidos Compresibles	3	2
10	Maquinaria para Transporte de Fluidos	3	4

11	Sistemas de Flujo de Fluidos	9	6
12	Flujo Bifásico	3	4
	TOTAL DE HORAS TEÓRICAS	48	0
	TOTAL DE HORAS PRÁCTICAS	0	32
	TOTAL DE HORAS	80	

CONTENIDO TEMÁTICO

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Mecánica y Dinámica de fluidos
- 1.2. Áreas de la mecánica de fluidos
 - 1.2.1. Reología
 - 1.2.2. Flujo laminar viscoso
 - 1.2.3. Flujo de potencial
 - 1.2.4. Teoría de capa límite
 - 1.2.5. Dinámica de flujos incompresibles
 - 1.2.6. Dinámica de flujos compresibles
 - 1.2.7. Flujo turbulento
 - 1.2.8. Análisis dimensional de flujo de fluidos
 - 1.2.9. Cálculo de pérdidas por fricción en tuberías y accesorios
 - 1.2.10. Dimensionamiento de redes de flujo
- 1.3. Importancia de la asignatura de flujo de fluidos en la formación profesional del Ingeniero Químico

2. DEFINICIÓN Y PRINCIPALES PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS FLUIDOS

- 2.1. Tensión superficial
 - 2.1.1. Capilaridad
 - 2.1.2. Fluidos que mojan y fluidos que no mojan
- 2.2. Densidad de fluidos compresibles e incompresibles
- 2.3. Presión de vapor y volatilidad
- 2.4. Ejercicios

3. FLUJO LAMINAR

- 3.1. Ejercicios de aplicación de la ecuación de continuidad.
- 3.2. Ecuación de Navier-Stokes. Significado físico de cada término
- 3.3. Cálculo de perfiles de velocidad, flujos volumétricos y distribuciones de presión en diferentes configuraciones de flujo laminar.
 - 3.3.1. Aplicación de la ecuación de Hagen-Poiseuille.
 - 3.3.1.1. Reómetros capilares
 - 3.3.1.2. Cálculo de caídas de presión
 - 3.3.1.3. Determinación del diámetro óptimo de tubería
 - 3.3.2. Flujo no newtoniano a través de la región anular de dos tubos concéntricos. Cálculo analítico o numérico.
 - 3.3.3. Cálculo del perfil de velocidad para el flujo laminar bidimensional de un fluido newtoniano a través de un extrusor.

- 3.3.4. Cálculo numérico del perfil de velocidad del flujo laminar de un fluido no newtoniano a través de una extrusora.
- 3.3.5. Obtención de la ecuación de balance de energía mecánica de Bernoulli.
 - 3.3.5.1. A partir del producto punto de la ecuación de Navier-Stokes con un elemento diferencial de desplazamiento
 - 3.3.5.2. A partir del principio de conservación de energía.

4. FLUJO TURBULENTO

- 4.1. Características esenciales de los flujos turbulentos (aleatoriedad espacio-temporal, existencia de remolinos tridimensionales a todas escalas, cascada de energía, ubicuidad).
- 4.2. Tensor de esfuerzos de Reynolds.
- 4.3. Ecuación de movimiento de un fluido en tiempo ajustado.
- 4.4. Modelos de cerradura.
 - 4.4.1. Boussinesq.
 - 4.4.2. Longitud de mezcla de Prandtl.
 - 4.4.3. Kolmogorov.
- 4.5. Cálculo de perfiles de velocidad en régimen turbulento.
 - 4.5.1. Determinaciones analíticas.
 - 4.5.2. Determinaciones numéricas.
- 4.6. Inestabilidades Hidrodinámicas.
 - 4.6.1. Descripción cualitativa e importancia en procesos de la ingeniería química.
 - 4.6.1.1. Inestabilidad de Taylor-Couette.
 - 4.6.1.2. Inestabilidad de Rayleigh-Bénard.
 - 4.6.1.3. Inestabilidad de Bénard Poiseuille.

5. COEFICIENTES DE FRICCIÓN

- 5.1. Cálculo de coeficientes de fricción para flujo en régimen laminar en tuberías.
- 5.2. Cálculo de coeficientes de fricción para flujo turbulento y en estado de transición en tuberías.
- 5.3. Ecuación de Darcy y diagrama de Moody.
- 5.4. Algoritmo computacional para el cálculo de coeficientes de fricción
- 5.5. Ejercicios.

6. TUBERÍAS Y ACCESORIOS

- 6.1. Materiales de construcción.
- 6.2. Métodos de fabricación
- 6.3. Dimensiones.
- 6.4. Número de código (cédula)
- 6.5. Válvulas y accesorios especiales.
- 6.6. Ejercicios de cálculo de pérdidas por fricción en válvulas y accesorios.
- 6.7. Coeficiente de fricción y longitud equivalente
- 6.8. Coeficiente de descarga.

7. CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMAS DE TRANSPORTE DE FLUIDOS.

- 7.1. Criterio de velocidades recomendables.
- 7.2. Criterios de caídas de presión
- 7.3. Modelos de diámetro económico
- 7.4. Criterios de dimensiones de tubería

8. MEDIDORES DE FLUJO

- 8.1. Métodos de medición
- 8.2. Medidores dinámicos
 - 8.2.1. Venturi. Cálculos
 - 8.2.2. Placas de orificio. Dimensionamiento de placas de orificio. Cálculos
 - 8.2.3. Tubo de Pitot. Cálculos
- 8.3. Medidores de área variable
 - 8.3.1. Rotámetro. Dimensionamiento y selección
- 8.4. Medidores de corriente
 - 8.4.1. Tasa
 - 8.4.2. Propela
 - 8.4.3. Anemómetro de hilo caliente. Selección.
 - 8.4.4. Anemómetro láser. Selección.
- 8.5. Medidores compuestos. Selección y Cálculos.
- 8.6. Criterios globales de selección de medidores de flujo.

9. FLUJO DE FLUIDOS COMPRESIBLES

- 9.1. Modelo matemático para el flujo de fluidos compresibles
- 9.2. Aplicación a condiciones específicas
 - 9.2.1. Flujo isotérmico
 - 9.2.2. Flujo adiabático
 - 9.2.3. Flujo isoentrópico
- 9.3. Flujo límite de descarga.
- 9.4. Número de Mach.
- 9.5. Flujos subsónico, sónico y supersónico.
- 9.6. Criterios en la evaluación de pérdidas por fricción.
- 9.7. Cálculo de pérdidas por fricción para flujo compresible.
- 9.8. Flujo compresible en conductos de área variable.
- 9.9. Cálculo de eyectores. Determinación analítica o numérica de perfiles de velocidad y presión en un eyector
- 9.10. Sistemas de ventilación

10. MAQUINARIA PARA TRANSPORTE DE FLUIDOS

- 10.1. Clasificación general
- 10.2. Características de operación.
- 10.3. Máquinas de desplazamiento positivo: pistón, émbolo, diafragma, engranes, lóbulos, tornillos, levas, hojas. Criterios de selección. Ejercicios.
- 10.4. Máquinas centrífugas:
 - 10.4.1. Principio de funcionamiento

- 10.4.2. Tipos
- 10.4.3. Criterios de selección. Ejercicios.
- 10.5. Características del funcionamiento de bombas centrífugas
 - 10.5.1. Potencia
 - 10.5.2. Eficiencia
 - 10.5.3. Cabezal neto de succión.
 - 10.5.4. Curvas de funcionamiento de bombas
- 10.6. Compresores
 - 10.6.1. Clasificación
 - 10.6.2. Dimensionamiento

11. SISTEMAS DE FLUJO DE FLUIDOS

- 11.1. Clasificación.
 - 11.1.1. Sistemas sencillos
 - 11.1.2. Sistemas equivalentes
 - 11.1.3. Sistemas de tuberías en serie
 - 11.1.4. Sistemas de tuberías en paralelo. Desviaciones de flujo (Bypass)
 - 11.1.5. Sistemas de tuberías en serie-paralelo.
 - 11.1.6. Sistemas ramificados
- 11.2. Dimensionamiento y cálculo de caídas de presión en sistemas sencillos.
- 11.3. Dimensionamiento y cálculos de caídas de presión en sistemas de tuberías en serie y paralelo.
- 11.4. Dimensionamiento de redes de tuberías correspondientes a sistemas ramificados.
- 11.5. Métodos de Hardy Cross.
- 11.6. Elaboración de algoritmos computacionales para el dimensionamiento de redes de flujo.
- 11.7. Uso de software para el dimensionamiento de redes de flujo

12. FLUJO BIFÁSICO

- 12.1. Líquido-gas
- 12.2. Líquido-vapor
- 12.3. Mapas y patrones de flujo
- 12.4. Métodos Baker, Lockhart-Martinelli y Dukler
- 12.5. Cálculo y diseño de tuberías

ACTIVIDADES PRÁCTICAS:

Durante las sesiones prácticas se realizará la resolución de problemas que se relacionen con las unidades temáticas descritas; estas actividades deberán reflejar el número de horas prácticas señaladas en este programa. Estas actividades deberán ser consideradas en la evaluación final de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Valiente, B. A. Problemas de Flujo de Fluidos. Limusa. México. 2010.
- Crane. Flow of Fluids Through Valves, Fittings, and Pipe (TP-410). Crane Co. USA. 2009.
- Munson, R. Fundamentos de Mecánica de Fluidos. Mc Graw Hill. México. 2008.
- Potter, M. Mecánica de Fluidos. Thomson Internacional. México. 2007.
- White, F. M. Mecánica de Fluidos. Mc Graw Hill. México. 2008.
- Nevers, N. D. Mecánica de Fluidos para Ingenieros Químicos. CECSA. México. 2006.
- Barrero-Ripoll, A., Pérez-Saborid, M. Fundamentos y Aplicaciones de la Mecánica de Fluidos. McGraw Hill. México. 2005.
- Cengel, Y. Mecánica de Fluidos y Aplicaciones. Mc Graw Hill. México. 2007.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Crowe, C. T. Mecánica de Fluidos. CECSA. México. 2007.
- Ludwig, N. Ludwig's Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants. 4th ed. Gulf Professional Publishing. New York. 2007.
- Levenspiel, O. Flujo de Fluidos e Intercambio de Calor. Limusa. México. 2010.
- Streeter, V. L. Mecánica de Fluidos. McGraw Hill. México. 2000.
- Menon, S. Piping Calculations Manual (McGraw-Hill Calculations). Mc Graw Hill. USA. 2004.
- Wistance, D. Sherwood, D. R. The Piping Guide: For the Design and Drafting of Industrial Piping Systems. 2nd ed. Construction Trades Press. USA. 2009.
- Volk, M. Pump Characteristics and Applications. 2nd ed. Dekker Mechanical Engineering, CRC Press. USA. 2005.
- Scousen, P. Valve Handbook. 3rd ed. Mc Graw Hill Professional. USA. 2011.
- Wilkes, J. O. Fluid Mechanics for Chemical Engineers with Microfluidics and CFD. 2nd ed. Prentice Hall. USA. 2005.
- Sulzer Pumps. Centrifugal Pumps Handbook. 3rd ed. Butterworth-Heinemann. UK. 2010.
- Brown, R. N. Compressors. Selection and Sizing. 3rd ed. Gulf Professional Publishing. USA. 2005.
- Lüdtke, K. Process Centrifugal Compressors: Basics, Function, Operation, Design, Application. Springer Verlag. Germany. 2004.

CIBERGRAFÍA

- <http://es.scribd.com/doc/18455290/Flujo-de-Fluidos-en-Valvulas-Accesorios-y-Tuberias-Crane>

- <http://virtuotecacivil.webnode.com.co/products/flujo-de-fluidos-en-valvula-accesorios-y-tuberias-crane-/>

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS RECOMENDADAS PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS	UTILIZACIÓN EN EL CURSO
Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Actividades prácticas dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Seminarios	
Lecturas obligatorias	
Trabajo de investigación	
Prácticas de Taller	
Taller de resolución de problemas asistidos por el profesor	X
Otras	

MECANISMOS DE EVALUACIÓN.

ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EVALUAR EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	UTILIZACIÓN EN EL CURSO
Exámenes parciales	X
Examen final	X
Trabajos y tareas fuera del aula	X
Exposición de seminarios por los alumnos.	
Participación en clase	X
Taller de resolución de problemas asistidos por el profesor	X
Asistencia	

PERFIL PROFESIOGRÁFICO REQUERIDO PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA			
LICENCIATURA	POSGRADO	ÁREA INDISPENSABLE	ÁREA DESEABLE
Ingeniería Química ó, Ingeniería Mecánica ó Ingeniería en Alimentos	Ingeniería	Ingeniería	Mecánica de fluidos
Con experiencia docente			