



1. Departamento: Mecánica

2. Asignatura: Diseño Mecánico de Sistemas de Tuberías

3. Código de la asignatura: MC-5174

No. de unidades-crédito: 3

No. de horas semanales: Teoría: 2 Práctica: 3 Laboratorio: 0

4. Fecha de entrada en vigencia de este programa: Abril-Julio 2015

5. OBJETIVOS GENERALES:

- Proporcionar una formación básica sobre los aspectos de mayor relevancia relacionados con el análisis de esfuerzos en diversos componentes de un sistema de tuberías en una planta de procesos.
- Desarrollar en los participantes las habilidades y destrezas requeridas para la aplicación práctica de las normas de diseño, conceptos y modelos básicos que se utilizan en el campo de la ingeniería

6. CONTENIDOS:

1. Bases de diseño

Tipos de cargas: presión, cargas sostenidas, cargas térmicas y cargas ocasionales. Disposiciones generales de los códigos ANSI/ASME B31.1 y B31.3. Materiales de tuberías. Esfuerzos admisibles básicos. Termofluencia. Esfuerzos admisibles a altas temperaturas. Presión de diseño. Esfuerzos por presión. Cálculo del espesor de pared de la tubería. Factor de calidad. Corrosión permitida y tolerancia de fabricación. Tamaños y espesores normalizados de tuberías (Norma ANSI B36.10M). Determinación de la clase ANSI B16.5. Esfuerzos por cargas sostenidas. Esfuerzos de expansión térmica. Temperatura de diseño. Efecto de las cargas transitorias originadas por golpe de ariete y descarga de válvulas de alivio. Esfuerzos debido a sismo y viento.

2. Análisis de esfuerzos

Criterios generales para determinar si un sistema de tuberías requiere un análisis de esfuerzos. Esfuerzos por cargas sostenidas: efecto del peso propio y de la presión interna en la dirección axial de la tubería. Esfuerzos de expansión: efecto de la expansión térmica de la tubería y de los desplazamientos externos impuestos por los equipos conectados al sistema. Factores de flexibilidad y de intensificación de esfuerzos en los codos, conexiones "T" y bridas. Cálculo del refuerzo de una conexión "T". Estrategias para mejorar la flexibilidad de un sistema: reubicación de soportes, utilización de soportes flexibles, modificación del recorrido de la línea, lazos de expansión, pretensado en frío y juntas de expansión. Superposición de efectos. Análisis de esfuerzos en un sistema de tuberías sencillo sometido a expansión térmica, desplazamientos de anclajes, presión y peso propio de la tubería utilizando métodos elementales de Resistencia de Materiales. Análisis de esfuerzos en un sistema de tuberías complejo utilizando el computador.

3. Soportes

Consideraciones generales de diseño. Terminología y funciones básicas de los soportes. Tipos de soportes según su finalidad. Influencia de los soportes sobre la flexibilidad del sistema. Soportes rígidos: soportes deslizantes, guías, soportes colgantes, topes axiales, anclajes. Soportes flexibles: precarga y selección. Soportes flexibles de carga constante. Criterios para la selección y ubicación de soportes. Puntos preferentes de conexión de los soportes a la tubería. Puntos preferentes de conexión de los soportes a las estructuras. Criterios para el espaciado entre soportes en tuberías horizontales y verticales. Puentes de tuberías.

4. Cargas admisibles en quipos estáticos

Cargas admisibles en boquillas de recipientes cilíndricos. Casquetes esféricos, toriesféricos y elipsoidales. Métodos de Bijlaard. Uso de los boletines WRCB-107 y WRCB-297 del Welding Research Council. Parámetros del recipiente y de la boquilla. Estudio de la influencia de los distintos tipos de carga. Cargas admisibles y factores de flexibilidad en boquillas de tanques de almacenamiento (Norma API-650). Cargas admisibles en boquillas de intercambiadores de calor (Norma API-661). Análisis de esfuerzos por computador en un sistema de tuberías considerando las cargas admisibles en los equipos estáticos conectados al sistema.

5. Cargas admisibles en equipos rotativos

Cargas admisibles en bombas centrífugas de eje horizontal (Norma API-610). Cargas admisibles en bombas centrífugas en línea (Norma API-610). Cargas admisibles en bombas rotativas de desplazamiento positivo (Norma API-676). Cargas admisibles en turbinas de vapor (Norma MEMA SM-23). Cargas admisibles en compresores centrífugos (Norma API-671). Análisis de esfuerzos por computador en un sistema de tuberías considerando las cargas admisibles en los equipos rotativos conectados al sistema.

7. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS DE LA ASIGNATURA:

El curso estará dividido en dos sesiones semanales de dos horas cada una, en las que el profesor expondrá el contenido de la materia apoyándose en diversas técnicas audiovisuales (diapositivas, presentaciones en computadora, entre otras). En la segunda sesión se incluirán las prácticas donde se plantearán ejercicios para asentar los conocimientos adquiridos.

Además de las clases teóricas y las prácticas, se tendrá acceso a salas computacionales para realizar las actividades relacionadas con el proyecto final.

8. ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:

La evaluación estará basada en las actividades individuales llevadas a cabo por cada estudiante:

- Exámenes o proyectos (50%)
- Tareas individualizadas (20%)
- Proyectos (30%)

9. RECURSOS HUMANOS (ADEMÁS DEL PROFESOR DE LA ASIGNATURA)

Durante el curso, el estudiante podrá utilizar las salas de Mecánica Computacional. Estas salas cuentan con personal técnico de apoyo.

10. RECURSOS MATERIALES Y/O INSTRUCCIONALES

Para el logro de los objetivos se hará uso de exposiciones en pizarra, transparencias, material impreso (guías y textos indicados en la bibliografía) y/o material multimedia (presentaciones y animaciones).

Se emplearán dos patrones básicos de enseñanza y aprendizaje:

- Exposición del Profesor
- Actividades de grupo completo en el aula
- Actividades individuales: tareas y proyectos individuales

11. FUENTES DE INFORMACIÓN:

Kannappan, S. *Introduction to Pipe Stress Analysis*. ABI Enterprise, 2008.

Nayyar, M. L. *Piping Handbook*. 7ª Ed., McGraw-Hill, 1999.

Keith Escoe, A. *Mechanical Design of Process Systems*, Vol. I: *Piping and Pressure Vessels*, Gulf Publishing Co., 2 Sub Edition, 1994.

The M.W. Kellogg Co. *Design of Piping Systems*. John Wiley, 1956.

Goncalves, R. *Introducción al Análisis de Esfuerzos en Sistemas de Tuberías*, Universidad Simón Bolívar, Editorial Equinocio, 2008.

Silva Telles, P. C. *Tabulações Industriais: Materiais, Projeto e Desenho*. 6ª Ed., Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 1982.

Silva Telles, P. C. *Tabulações Industriais: Cálculo*. 6ª Ed., Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 1982.

ANSI/ASME B31.1 *Power Piping*. Edición 2007.

ANSI/ASME B31.3 *Process Piping*. Edición 2009.

12. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES (este ítem variará según criterio de cada profesor):

Semana	Contenido detallado
1	Tipos de cargas: presión, cargas sostenidas, cargas térmicas y cargas ocasionales. Disposiciones generales de los códigos ANSI/ASME B31.1 y B31.3. Materiales de tuberías. Esfuerzos admisibles básicos. Termofluencia. Esfuerzos admisibles a altas temperaturas. Presión de diseño. Esfuerzos por presión. Cálculo del espesor de pared de la tubería. Factor de calidad. Corrosión permitida y tolerancia de fabricación. Tamaños y espesores normalizados de tuberías (Norma ANSI B36.10M).
2	Determinación de la clase ANSI B16.5. Esfuerzos por cargas sostenidas. Esfuerzos de expansión térmica. Temperatura de diseño. Efecto de las cargas transitorias originadas por golpe de ariete y descarga de válvulas de alivio. Esfuerzos debido a sismo y viento
3	Criterios generales para determinar si un sistema de tuberías requiere un análisis de esfuerzos. Esfuerzos por cargas sostenidas: efecto del peso propio y de la presión interna en la dirección axial de la tubería. Esfuerzos de expansión: efecto de la expansión térmica de la tubería y de los desplazamientos externos impuestos por los equipos conectados al sistema. Factores de flexibilidad y de intensificación de esfuerzos en los codos, conexiones "T" y bridas. Cálculo del refuerzo de una conexión "T".
4	Estrategias para mejorar la flexibilidad de un sistema: reubicación de soportes, utilización de soportes flexibles, modificación del recorrido de la línea, lazos de expansión, pretensado en frío y juntas de expansión. Superposición de efectos. Análisis de esfuerzos en un sistema de tuberías sencillo sometido a expansión térmica, desplazamientos de anclajes, presión y peso propio de la tubería utilizando métodos elementales de Resistencia de Materiales. Análisis de esfuerzos en un sistema de tuberías complejo utilizando el computador.
5	Consideraciones generales de diseño. Terminología y funciones básicas de los soportes. Tipos de soportes según su finalidad. Influencia de los soportes sobre la flexibilidad del sistema. Soportes rígidos: soportes deslizantes, guías, soportes colgantes, topes axiales, anclajes. Soportes flexibles: precarga y selección. Soportes flexibles de carga constante. Criterios para la selección y ubicación de soportes. Entrega de proyecto 1
6	Puntos preferentes de conexión de los soportes a la tubería. Puntos preferentes de conexión de los soportes a las estructuras. Criterios para el espaciado entre soportes en tuberías horizontales y verticales. Puentes de tuberías. Evaluación de temas 1 y 2.
7	Cargas admisibles en boquillas de recipientes cilíndricos. Casquetes esféricos, torisféricos y elipsoidales. Métodos de Bijlaard. Uso de los boletines WRCB-107 y WRCB-297 del Welding Research Council. Parámetros del recipiente y de la boquilla. Estudio de la influencia de los distintos tipos de carga.

Semana	Contenido detallado
8	Cargas admisibles y factores de flexibilidad en boquillas de tanques de almacenamiento (Norma API-650). Cargas admisibles en boquillas de intercambiadores de calor (Norma API-661).
9	Análisis de esfuerzos por computador en un sistema de tuberías considerando las cargas admisibles en los equipos estáticos conectados al sistema. Entrega de proyecto 2
10	Cargas admisibles en bombas centrífugas de eje horizontal (Norma API-610). Cargas admisibles en bombas centrífugas en línea (Norma API-610). Cargas admisibles en bombas rotativas de desplazamiento positivo (Norma API-676). Evaluación Individual 1
11	Cargas admisibles en turbinas de vapor (Norma MEMA SM-23). Cargas admisibles en compresores centrífugos (Norma API-671). Análisis de esfuerzos por computador en un sistema de tuberías considerando las cargas admisibles en los equipos rotativos conectados al sistema. Evaluación Individual 2
12	Examen temas 3, 4 y 5