



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES EN INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN HIDRÁULICA
FACULTAD DE INGENIERÍA
Programa de actividad académica



Nombre de la asignatura: Temas selectos terminales de hidráulica II
Tema: Transitorios hidráulicos

Clave: 43370	Semestre: 2020-1	Campo de conocimiento: Ingeniería Civil	No. Créditos: 9
Carácter: Opcional	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórica	Teoría:	Práctica:	4.5
	4.5	0	
Modalidad: Curso		Duración del programa: 16 semanas	

Seriación: Sin Seriación () Obligatoria (X) Indicativa ()

Actividad académica subsecuente: Ninguna

Actividad académica antecedente: Ninguna

Objetivo general: El alumno conocerá las causas que originan los transitorios hidráulicos en sistemas con tuberías a presión, los problemas que pueden originar y distinguirá los fenómenos de oscilación de masa y golpe de ariete. Comprenderá la operación de los dispositivos de control de transitorios y aprenderá a utilizar el software Trans para realizar análisis de la operación transitoria para que en su actividad profesional pueda diseñar esquemas de protección de las tuberías ante las variaciones de presión que se producen por golpe de ariete.

Índice temático

Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1.	Transitorios lentos o de oscilación de masa.	18	0
2.	Transitorios rápidos o golpe de ariete.	4.5	0
3.	Método de las características.	9	0
4.	Sistemas de bombeo.	4.5	0
5.	Sistema de simulación de transitorios Trans.	2.25	0
6.	Dispositivos de control de transitorios.	33.75	0
Total de horas:		72	0
Suma total de horas:		72	

Contenido temático

Unidad	Tema y subtemas
1	1. Transitorios lentos o de oscilación de masa. 1.1. Modelo de tubería rígida y fluido incompresible. 1.2. Solución analítica, fricción nula. 1.3. Solución numérica, fricción diferente de cero.
2	2. Transitorios rápidos o golpe de ariete. 2.1. Celeridad de la onda de presión. 2.2. Ecuación de Joukowsky. 2.3. Ecuación dinámica. 2.4. Ecuación de continuidad.

3	3. Método de las características. 3.1. Solución numérica del modelo de golpe de ariete utilizando el método de las características.
4	4. Sistemas de bombeo. 4.1. Operación del sistema en flujo estable. 4.2. Curva del sistema. 4.3. Sistemas con bombas en paralelo. 4.4. Sistemas con bombas en serie.
5	5. Sistema de simulación de transitorios Trans. 5.1. Construcción del archivo de datos. 5.2. Simulación de la operación de válvulas. 5.3. Simulación de la operación de bombas en flujo estacionario y transitorio. 5.4. Interpretación de los archivos de resultados.
6	6. Dispositivos de control de transitorios. 6.1. Torres de oscilación. Descripción, modelo matemático, ubicación y diseño. 6.2. Cámaras de aire. Descripción, modelo matemático, ubicación y diseño. 6.3. Tanques unidireccionales. Descripción, modelo matemático, ubicación y diseño 6.4. Válvulas de admisión y expulsión de aire. Descripción, modelo matemático, ubicación y dimensionamiento. (La presentación de este tema depende del avance del grupo) 6.5. Comparación de la operación de los dispositivos de control de transitorios, ventajas y desventajas.

Bibliografía básica:

Carmona P. L. y Carmona P. R. (2013) Manual del sistema de simulación de transitorios hidráulicos en tuberías a presión: TRANS, versión 2010.1.0, Serie Manuales, SM 14, Instituto de Ingeniería, UNAM. **Se obtiene a través de la página Web del Instituto**

Chaudhry, M. H. (2014) Applied Hydraulic Transients, Springer, Nueva York. **Se los envío en pdf**

Chaudhry, M. H. (1979) Applied Hydraulic Transients, Van Nostrand Reinhold Co, Nueva York. **Se los envío en pdf**

Guarga F, R., Sánchez B, J.L., Carmona, P. R. y Aguilar, M. L. (1985), Diseño y operación hidráulicos de conducciones de agua a presión, Fascículos II, III y IV, Instituto de Ingeniería, UNAM. **Se los envío en pdf**

Wylie, E. B. y Streeter, V.L. (1978) Fluid Transients, McGraw Hill. **Se los envío en pdf**

Abreu, José M., Guarga, R., Izquierdo, J., et al. (1995), Transitorios y oscilaciones en sistemas hidráulicos a presión, Ed. Abreu, Guarga e Izquierdo, España.

Bibliografía complementaria:

Cafaggi, A., Rodal E. y Sánchez A. (2016), Sistemas de bombeo, UNAM, Facultad de Ingeniería, PAPIME PE102207, 2ª edición.

KSB Compañía Sudamericana de Bombas S.A. (2002), Manual de entrenamiento, selección y aplicación de bombas centrífugas, 1ª edición. **Se los envío en pdf**

Thorley, A. R. D. (1991), Fluid Transients in Pipeline Systems, D. & L. George Ltd., Inglaterra.

Ralston, A. y Wilf, H. S. editors. (1960), Mathematical Methods for Digital Computers. The Solution of Hyperbolic Partial Differential Equations by Difference Methods, John Wiley & Sons, Inc., Nueva York. Capítulo por Fox, P.

Actividades

Las bases teóricas de cada tema las presento a través de diapositivas y exposición en el pizarrón.

Cuando se puede, se realiza una visita al Laboratorio de Hidromecánica del Instituto de Ingeniería de la UNAM para que los alumnos presencien un golpe de ariete, observen el fenómeno de separación de columna y cómo trabajan una cámara de aire y una válvula de admisión y expulsión de aire.

Se muestran fotografías de plantas de bombeo, cámaras de aire, tanques de oscilación y unidireccionales y válvulas de admisión y expulsión de aire de diferentes sistemas de bombeo mexicanos.

Los ejercicios que se realizan en el curso se basan en curvas de operación de bombas y válvulas reales.

Evaluación

Durante el curso los alumnos deben entregar mínimo 80% de las tareas, resueltas correctamente, para tener derecho a presentar un proyecto final.

Las tareas se entregan en la plataforma Edmodo. La clase siguiente a la fecha de entrega se resuelve en clase la tarea correspondiente, ya sea resuelta por alguno de los alumnos o por mí. Ellos mismos deben evaluarse, en caso de tener errores en la tarea entregada tienen la oportunidad de volver a entregarla con las correcciones necesarias.

El proyecto final consiste en proponer tipo, ubicación y dimensiones de los dispositivos de control de transitorios para proteger a las tuberías de un sistema de bombeo de las sobrepresiones y depresiones producidas por golpe de ariete. Los proyectos los presentan los alumnos, deben demostrar que el sistema de protección propuesto es adecuado y justificar los tipos de dispositivos propuestos.