

Hidráulica – CI41A – Primavera 2009

Tarea N°2: Método Elástico Régimen Impermanente en Tuberías

ESTA TAREA ES TOTALMENTE PERSONAL E INTRANSFERIBLE. QUEDA TOTALMENTE PROHIBIDO TODO COMENTARIO ENTRE ESTUDIANTES RESPECTO A CUALQUIER ASPECTO DE ESTE ENUNCIADO O SU RESOLUCIÓN. LA COPIA O EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN SERÁN CALIFICADOS CON NOTA 1.0

FECHA ENTREGA: martes 13 de Octubre 2009

Problema

Considere el sistema de estanque de nivel constante, tubería horizontal y válvula de compuerta de la figura. La tubería, de largo L y diámetro D , posee una placa orificio ubicada a una distancia $L/2$, la cual tiene una abertura de diámetro d . Inicialmente la válvula, que descarga a la atmósfera con un coeficiente de contracción C_c , tiene un área abierta A_{v0} y la tubería descarga un caudal constante en régimen permanente.

Se pide analizar la evolución temporal de la presión y la velocidad a lo largo de la tubería debido a distintas reglas de operación de la válvula. En particular se pide analizar los casos:

- Cierre brusco al 50% y 100% de la abertura inicial A_{v0} .
- Cierre lineal al 50% y 100% de la abertura inicial A_{v0} , con un tiempo de cierre T .
- Apertura brusca a una abertura final A_{vf} .
- Apertura lineal a una abertura final A_{vf} , con un tiempo de apertura T .

En su análisis determine: i) la presión máxima y mínima alcanzada en la tubería, indicando dónde y cuándo ocurre; ii) la variación de la presión y velocidad del flujo en, al menos, dos puntos: inmediatamente aguas arriba de la válvula e inmediatamente aguas abajo del estanque; iii) la duración del transiente hidráulico (estimado, por ejemplo, como el tiempo para el cual la presión varía en menos del 1% de su valor inicial).

Para el cálculo, utilice el método elástico, estimando las pérdidas friccionales, por simplicidad, a partir de un factor de fricción constante, f , independiente del tiempo. El análisis de la placa orificio y de la válvula se puede realizar, aplicando la ecuación de Bernoulli, despreciando los términos impermanentes. En la placa orificio, para considerar adecuadamente las pérdidas singulares, recuerde que el flujo puede invertirse.

Datos

Considere los siguientes datos, dependientes del dígito verificador del RUT de cada alumno: N (si el dígito verificador es la letra K , entonces suponga $N = 10$).

$$H_0 \text{ (m)} = 10 (N+1)^{1/2}; L \text{ (m)} = 100 + 25 N; D \text{ (m)} = 0.15/(N+1)^{1/2}; f = 0.015 (N+1)^{1/3}; d/D = 0.2 (N+1)^{1/3}$$

Adicionalmente, los siguientes datos de la válvula son independientes de N :

$$A_{v0}/A = 0.5; C_c = 0.6; A_{vf}/A_{\text{CIERRE } 100\%} = 0; A_{vf}/A_{\text{CIERRE } 50\%} = 0.25; A_{vf}/A_{\text{APERTURA}} = 0.75$$

El tiempo de operación de la válvula es $T = 0.5$ s, para el caso de cierre o apertura lineal.

La velocidad del sonido puede considerarse constante, con un valor $a = 1000$ m/s.

Indicación: Utilice la solución numérica del método de las características visto en clases, usando una discretización espacial y temporal adecuada. Para tomar en cuenta la pérdida singular introducida por la placa orificio en el cálculo numérico por el método de las características, considere que la placa se ubica en un tramo de longitud despreciable, de modo que la presión entre los nodos extremos de dicho tramo varía de acuerdo a la pérdida singular (en función de la velocidad en la tubería justo aguas arriba de la placa), en tanto que la velocidad en los nodos extremos es idéntica (suponiendo que el flujo llena completamente la tubería aguas abajo de la placa).



Figura: Sistema de estanque, tubería y válvula.