

### CLASE AUXILIAR #3 Martes 31 de Agosto de 2004

1. La torre de agua de los estudios de la Warner Brothers, en Burbak, CA, no es tan sólo un ícono de esta empresa cinematográfica, sino que también es el origen de parte del agua que se consume en sus instalaciones. Para ello, existe una estación de bombeo con tres bombas (ver figuras).

Se requiere analizar las características de la impulsión, para hacer un análisis de la situación orientado al mejoramiento del servicio turístico que constituye la visita a estos estudios. Para ello, se modela el sistema como una impulsión de largo  $L$  y diámetro  $D$ , desde un estanque mayor a cota constante  $Z_E$ , hasta la torre con nivel de agua a cota  $Z_T$ . La tubería deberá conducir un caudal  $Q_0$ .

a) Determine expresiones explícitas para los caudales  $Q_I$  y  $Q_{II}$  en la estación de bombeo (distribución de caudales en bombas en paralelo), en función de las expresiones de las curvas características, el caudal  $Q_0$  del sistema y el coeficiente de pérdida de la válvula ubicada en B.

b) Esquematice la curva característica conjunta del sistema de bombeo ilustrado, señalando los rangos de caudales y las ecuaciones respectivas para cada rango. Considere explícitamente los coeficientes de pérdidas de las válvulas en A y B.

c) Determine los coeficientes de pérdida singular en las válvulas A y B para impulsar un caudal  $Q_0$  de  $0,045 \text{ [m}^3/\text{s]}$ , considerando que la tubería está en régimen hidrodinámicamente liso, y que  $Q_0 = Q_I = Q_{II}/2$ .

Indicación: En la estación de bombeo desprecie pérdidas friccionales y singulares, excepto las de las válvulas.

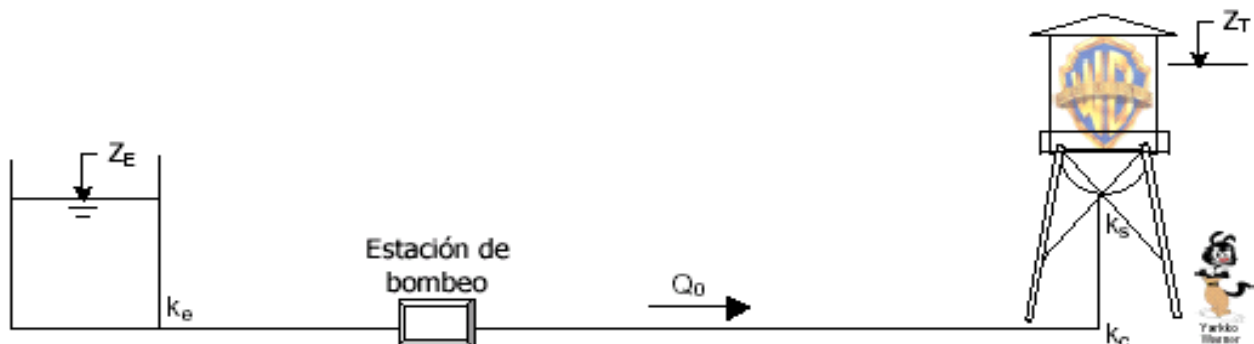


Figura 1a. Esquema del sistema

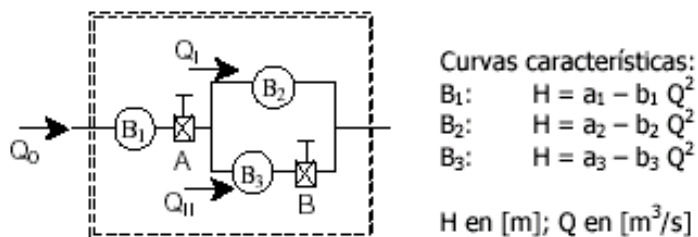


Figura 1b. Estación de bombeo

Datos:  $Z_E = 120$  [m];  $Z_T = 135$  [m];  $L = 400$  [m];  $D = 200$  [mm];  $\nu = 10^{-6}$  [m<sup>2</sup>/s];  $k_C = 0,8$ ;  $a_1 = 15$ ;  $a_2 = 10$ ;  $a_3 = 11$ ;  $b_1 = 1.300$ ;  $b_2 = 1.500$ ;  $b_3 = 1.200$

2. La célebre compañía cinematográfica Warner Brothers desea aprovechar el logo que tiene en la pared del estanque elevado de la pregunta 1 para hacer publicidad de noche, para ello, reemplazan la letra W por un tubo en forma de W de diámetro  $d$  y lo rellenan con un fluido fosforescente de viscosidad cinemática  $\nu$  y densidad  $\rho_A$ , tal como se muestra en la figura, en que el espacio entre los 2 tramos del fluido está relleno por un gas ideal. En la situación de equilibrio, ambos fluidos alcanzan una altura  $h$  por su rama interior y, por la rama exterior de la izquierda, el fluido tiene su superficie libre a una altura  $H$ .

Si en un tiempo  $t = 0$ , las superficie de ambos tramos del fluido (por sus ramas exteriores) son ascendidas en una distancia vertical  $\Delta$  y luego son liberadas, se pide:

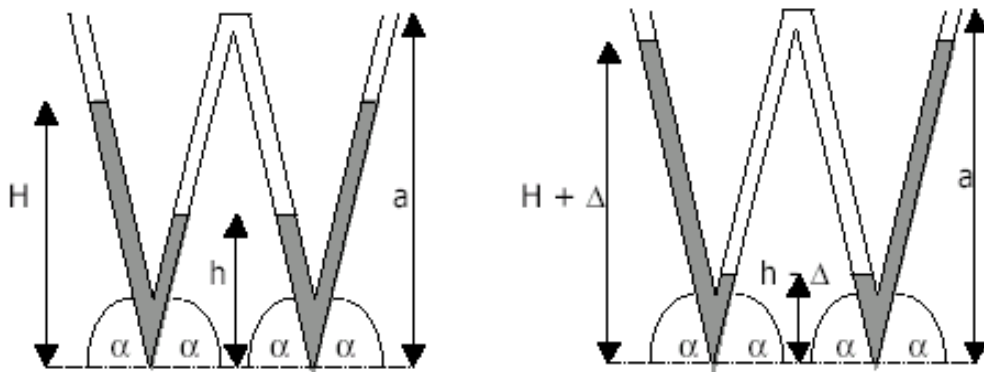
- Plantear el sistema de ecuaciones diferenciales que rige el movimiento de ambos fluidos, considere todos los términos involucrados, sin hacer aproximaciones. Recuerde explicitar las condiciones de borde.
- Resolver el sistema de la parte a. Para esto, tomar en cuenta las indicaciones y considerar que en ningún momento el fluido pasa por el punto medio de la W.

Indicaciones:

- Considere que los fluidos son incompresibles y que al interior del tubo se desarrolla un régimen laminar.
- Considere que el gas ideal que se encuentra entre los fluidos experimenta un proceso isotérmico.
- Para la parte (b), puede serle útil la siguiente aproximación:

$$\frac{1}{1-x} \approx 1+x, \text{ si } x \ll 1$$

- Además, considere que:  $(a-h) \ll \Delta$



Datos:  $H = 2$  [m];  $h = 50$  [cm];  $a = 2,5$  [m];  $\Delta = 5$  [cm];  $d = 20$  [mm];  $\nu = 5 \cdot 10^{-7}$  [m<sup>2</sup>/s];  $\rho = 800$  [Kg/m<sup>3</sup>];  $\alpha = 30^\circ$ ;  $P_{atm} = 100$  [KPa]