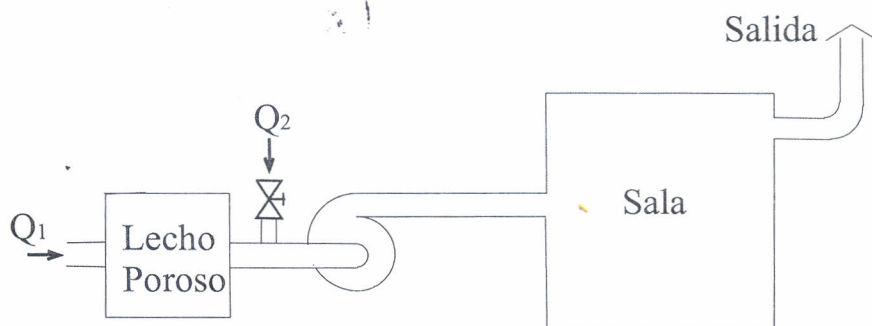


Máquinas para Fluidos 1

Examen

Febrero 2022

En la instalación de la figura un ventilador centrífugo, cuya curva característica se adjunta, succiona aire del ambiente a través de un lecho poroso que produce una pérdida de carga $\zeta_s = (3.1 \times 10^{-6}/K) \cdot Q_1$ metros de columna de aire con Q_1 en m^3/s . Entre el sistema y el ventilador se conecta un ramal con una válvula, que impone una pérdida de carga $K_v \cdot Q_2^2$ metros de columna de aire con Q_2 en m^3/s , a través del cual también se puede aspirar aire desde el ambiente. El ventilador impulsa el aire a una sala desde donde se evacúa al exterior a través de una instalación que impone una pérdida de carga $26Q^2$ metros de columna de aire con Q en m^3/s . Se podrá suponer que las pérdidas de carga asociadas a entradas, salidas y mezclas y los tramos entre el Lecho Poroso-Ventilador, Ventilador-Sala son despreciables.



El motor que mueve el ventilador tiene una potencia nominal de 10 HP, está acoplado en forma directa y gira a 1450 rpm.

Caudal (m^3/s)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Carga (m)	211	209	199	179	149	109	59
Rendimiento (%)	0	32	51	65	59	49	24

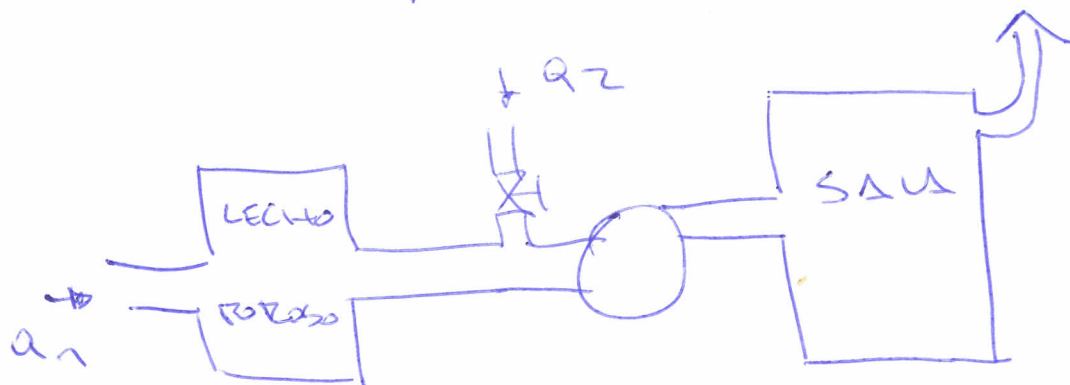
- Si la válvula permanece cerrada, la instalación debe operar de manera que el ventilador demande una potencia inferior a 5 kW para el máximo caudal posible a velocidad de giro nominal. Determinar el valor de K y la presión que se establece en la sala.
- Manteniendo K constante, ahora se abre la válvula, la potencia demandada por el ventilador no puede superar el valor de 5 kW y la presión en la sala debe ser 100 mmH_2O , debiendo ser la velocidad de giro la más cercana a la nominal. Determinar el valor del coeficiente de pérdida de carga de la válvula y la velocidad a la cual debería girar el rotor del ventilador.
- Manteniendo K constante, se ajusta K_v de modo de asegurar el caudal Q_1 sea constante e igual al calculado en la parte b), en esta condición se desea calcular el máximo caudal Q posible de ser impulsado por el ventilador variando la velocidad de giro del ventilador. En este caso la potencia en punta de eje por el ventilador no puede superar 10HP. Se pide determinar la velocidad de giro del ventilador en esta condición, el coeficiente K_v y la presión en la sala.

a) Máximo Q $P_{OT} < 5 \text{ kW}$

$$N = 1450 \text{ rpm}$$



$Q (\text{m}^3/\text{s})$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
$H (\text{m})$	211	209	199	179	149	109	59
$\eta (\%)$	0	32	51	65	59	49	24
$P_{OT} (\text{kW})$	0	3,84	4,6	4,9	5,94	6,54	8,7



$$H = \frac{3,1 \times 10^{-6} Q}{K} + 26 Q^2$$

$$Q = 1,56 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow H = 175,4 \text{ m}$$

$$\eta (\%) = 64,3 \rightarrow P_{OT} = 5 \text{ kW}$$

$$175,4 = \frac{3,1 \times 10^{-6} \times 1,56}{K} + 26 (1,56)^2$$

$$K = \frac{3,1 \times 10^{-6} \times 1,56}{175,4 - 26 \times 1,56^2} = 4,3 \times 10^{-8}$$

b) $P_{OT} < 5 \text{ kW}$ N LA MAS LEJANA A LA NOMINAL



$N / \quad P_{SHA} = 100 \text{ mH}_2\text{O}$

$P_{OT} = 5 \text{ kW}$

$H_{SHA} = 26 Q^2 \quad H_{SHA} = \frac{100}{1,2} = 83,3 \text{ m}$

$Q = \left(\frac{83,3}{26} \right)^{1/2} = 1,79 \text{ m}^3/\text{s}$

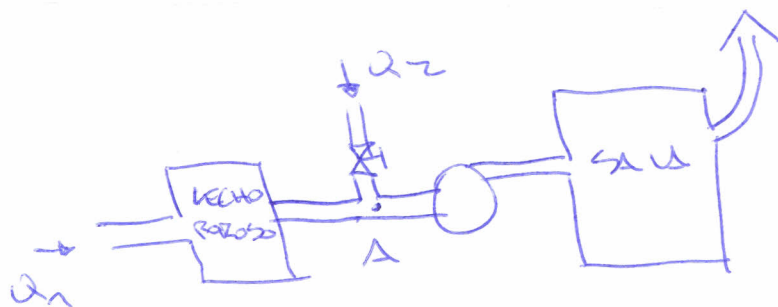
$\approx N = 1390 \text{ rpm} \rightarrow Q (\text{m}^3/\text{s}) = 1,79 \text{ m}^3/\text{s}$

DE LA WENA VENTILADOR
A PARTIR DE LA NUEVA N

$\rightarrow H = 144,2 \text{ m}$

$\eta = 60,5\%$

$P_{OT} = 5 \text{ kW}$



$H_A = 83,3 - 144,2 = -60,9 \text{ m}$

$\frac{3,1 \times 10^6 Q_A}{4,3 \times 10^{-8}} = -60,9 \text{ m}$

$Q_A = \frac{60,9}{72,7} = 0,84 \text{ m}^3/\text{s}$

$\rightarrow Q_2 = 1,79 - 0,84 = 0,95 \text{ m}^3/\text{s} \quad K_v = \frac{60,9}{0,95^2} = 67,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

c) Se asume K_v de modo que

$$Q_1 = 0,84 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_A = \frac{3,1 \times 10^{-6} \times 0,84}{4,3 \times 10^{-8}} = -50,9 \text{ m}$$

$$H_A + H = H_{\text{sum}} \quad \text{asumo } N^2$$

$$H_{\text{sum}} = 26 Q^2$$

EL MÓXIMO
CARGAL QUE
DA A BOMBAS
NOMINAL

$$N = 1565 \text{ rpm} \rightarrow$$

$$Q = 2,14 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P_{\text{ox}} = 7,26 \text{ kW}$$

$$N = 1565 \text{ rpm} \rightarrow$$

$$Q = 2,16 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P_{\text{ox}} = 7,5 \text{ kW}$$

$$Q_2 = 2,16 - 0,84 = 1,32 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$-K_v Q_2^2 = +H_A$$

$$K_v = \frac{50,9}{1,32^2} = 29,2 \text{ m}/(\text{m}^3/\text{s})^2$$

$$H_{\text{sum}} = -50,9 + 173,5 = 122,6 \text{ m}$$



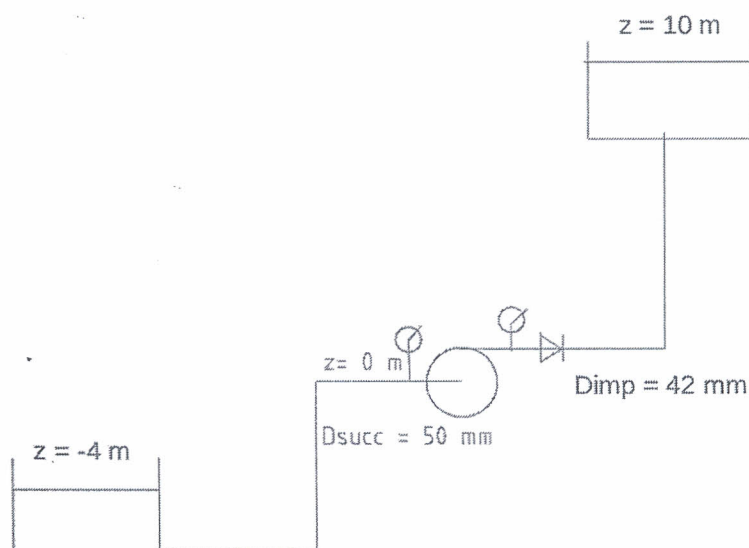
Máquinas Para Fluidos 1

Examen



Febrero 2022

Se tiene una bomba operando en la instalación de la figura, donde la cañería de succión es de 50 mm de diámetro y la de impulsión es de 42 mm de diámetro. En la toma del tanque de menor cota se tiene un filtro de modo de evitar el ingreso de objetos en la cañería succión. Se asume la temperatura del agua 15° C para toda condición de operación. Los manómetros en succión e impulsión de la bomba se pueden asumir están ambos a cota $z = 0$ m.



La curva de la bomba a una velocidad de giro $N=2900$ rpm dada por el fabricante se presenta en la siguiente tabla

Q(l/s)	4	5	6	7	8
H(m)	19,70	19,45	18,45	18	17,30
Pot(W)	1931	1639	1664	2058	2608
hsvr (m)	3,5	4,5	5,3	6	6,2

a) Con la bomba funcionando a $N=2900$ rpm en la instalación se mide en los manómetros de succión e impulsión las siguientes presiones $P_{imp} = 1,291 \text{ kg/cm}^2$ y $P_{succ} = -0,525 \text{ kg/cm}^2$. Calcular el caudal en esta condición de operación. Verificar si la bomba cavita.

b) Calcular la curva de la instalación $H_{inst}(Q)$.

c) La bomba opera durante dos turnos diarios de 8 horas a 2900 rpm y durante el tercer turno diario se baja la velocidad de giro por medio de un variador de frecuencia de modo que el caudal baje un 20 % con respecto al calculado en la parte a). Calcular la velocidad de giro que asegura el funcionamiento requerido en el tercer turno y la energía diaria en kWh.

d) Durante el turno en el cual se tiene a la bomba operando a $N=2900$ rpm se constata la obstrucción del filtro en la succión del tanque. Estando el filtro obstruido se realiza la medición de caudal (con un caudalímetro electromagnético) registrándose 5.2 l/s, siendo las presiones medidas en impulsión y succión $P_{imp} = 1,244 \text{ kg/cm}^2$ y $P_{succ} = -0,585 \text{ kg/cm}^2$. Se verifica que los niveles de los tanques se mantienen incambiables. ¿Es posible este punto de operación dada la curva de la bomba reportada por el fabricante? ¿Qué puede estar ocurriendo?

$$a) P_{im} = 1.291 \text{ kg/cm}^2 \quad P_s = -0.525 \text{ kg/cm}^2$$



$$H_B = \frac{P_{im} - P_{suc}}{\gamma} + \frac{V_{imp}^2 - V_{suc}^2}{2g} + \Delta z$$

$$\Delta z = 0$$

$$\frac{V_{imp}^2 - V_{suc}^2}{2g} = \frac{\left(\frac{1}{A_{imp}^2} - \frac{1}{A_{suc}^2}\right) Q^2}{2g} \quad Q^2 = 1334 + Q^2$$

$$\frac{P_{imp} - P_{suc}}{\gamma} = 18.2 \text{ m}$$

$$H_B = 18.2 + 1334 + Q^2 \text{ cm de m}^3/\text{s}$$

$$H_B = 18.2 + 0.0133 Q^2 \text{ cm de l/s}$$

Curva Característica

$$H = -Q + 24.45 \rightarrow$$

$$Q = 5.94 \text{ l/s}$$

$$h_s = \frac{P_s}{\gamma} + \frac{V_s^2}{2g} + z_s = -0.525 \times 10 + \left(\frac{5.94 \times 10^{-3}}{\left(\frac{\pi}{4} \times (50 \times 10^{-3})^2 \right)^2} \right)^2 \frac{1}{2 \times 9.8} = -4.8 \text{ m}$$

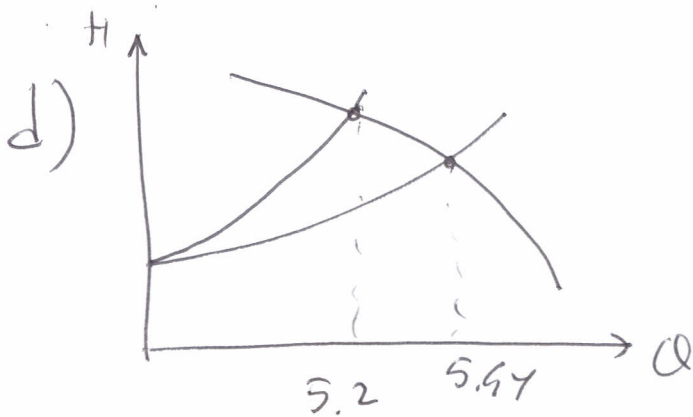
$$h_{svD} = 10.33 - 0.174 - 4.8 = 5.37 \text{ m} \quad \left. \begin{array}{l} h_{svR} = 5.3 \text{ m} \\ h_{svD} = 5.37 \text{ m} \end{array} \right\} \text{No Cavita}$$

$$b) h_s = -4 + h_s Q^2 = -4 - h_s \times 5.94^2 \quad \left. \begin{array}{l} h_s = -4.8 \text{ m} \\ h_s = -4 + h_s Q^2 \end{array} \right\} h_s = 0.022$$

$$h_I = 10 + h_I \times 5.94^2$$

$$h_I = 1.291 \times 10 + \left(\frac{5.94}{\left(\frac{\pi}{4} \times (42 \times 10^{-3})^2 \right)^2} \right)^2 \frac{1}{2 \times 9.8} \quad \left. \begin{array}{l} h_I = 10 + h_I \times 5.94^2 \\ h_I = 1.291 \times 10 + \left(\frac{5.94}{\left(\frac{\pi}{4} \times (42 \times 10^{-3})^2 \right)^2} \right)^2 \frac{1}{2 \times 9.8} \end{array} \right\} h_I = 0.109$$

$$H_{I_{ent}} = 14 + 0.131 Q^2$$



$$H_B = (1.244 + 0.585) \times 10 + \frac{1}{2 \times 9.8} \left(\frac{1}{\left(\frac{\pi}{4} \times (4 \times 10^{-3})^2 \right)^2} - \frac{1}{\left(\frac{\pi}{4} \times (50 \times 10^{-3})^2 \right)^2} \right) \times (5.1 \times 10)^2$$

Medido $H_B = 16.54 \text{ m}$
 Curva $H_B = 19.25 \text{ m}$

$\left. \begin{array}{l} \text{Medido } H_B = 16.54 \text{ m} \\ \text{Curva } H_B = 19.25 \text{ m} \end{array} \right\} H_{B \text{ med}} < H_{B \text{ cc}}$

$\downarrow$
 ¿Cavitación?

$$h_{svr} = 4.68$$

$$h_{svd} = 4.66$$

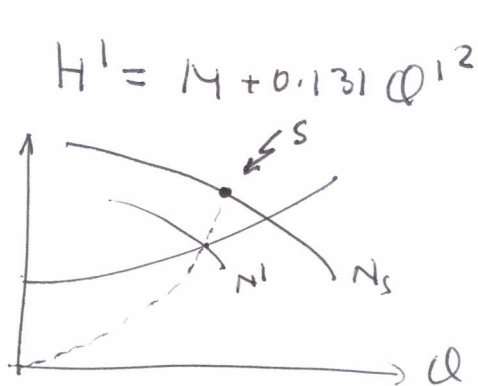
Cavitación. En el punto

c) Dos turnos de 8 horas @ 2900 rpm

$$Q = 5.94 \text{ l/s} \quad P = 1663 \text{ W}$$



Un turno de 8 horas @ N' $Q' = 0.8 \times 5.94 = 4.75 \text{ l/s}$



$$H' = 14 + 0.133 Q'^2$$

$$\frac{Q'}{Q_s} = \frac{N'}{N_s}$$

$$\frac{H'}{H_s} = \left(\frac{N'}{N_s} \right)^2$$

$$H_s = 14 \left(\frac{N_s}{N'} \right)^2 + 0.133 Q'^2$$

$$\left. \begin{array}{l} N' = 2700 \text{ rpm} \quad H_s = 16.15 + 0.133 Q_s'^2 \\ \text{c.c. } H_s = -Q_s + 24.45 \end{array} \right\} \begin{array}{l} Q_s = 5.01 \text{ l/s} \\ H' = 2900 \frac{4.75}{5.01} = 2749 \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} N' = 2725 \text{ rpm} \quad H_s = 15.86 + 0.133 Q_s'^2 \\ H_s = -Q_s + 24.45 \end{array} \right\} \begin{array}{l} Q_s = 5.06 \text{ l/s} \\ N' = 2682 \text{ rpm} \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} N' = 2716 \text{ rpm} \quad H_s = 16 + 0.133 Q_s'^2 \\ H_s = -Q_s + 24.45 \end{array} \right\} \begin{array}{l} Q_s = 5.07 \\ N' = 2716 \text{ rpm} \end{array}$$

$$\boxed{N' = 2716 \text{ rpm}}$$

$$P_s = 1640 \text{ W} \rightarrow P' = \left(\frac{2716}{2900} \right)^3 \times 1640 = 1347$$

$$E = 2 \times 8 \times 1663 + 8 \times 1347$$

$$\boxed{E = 37.4 \text{ kWh/día}}$$