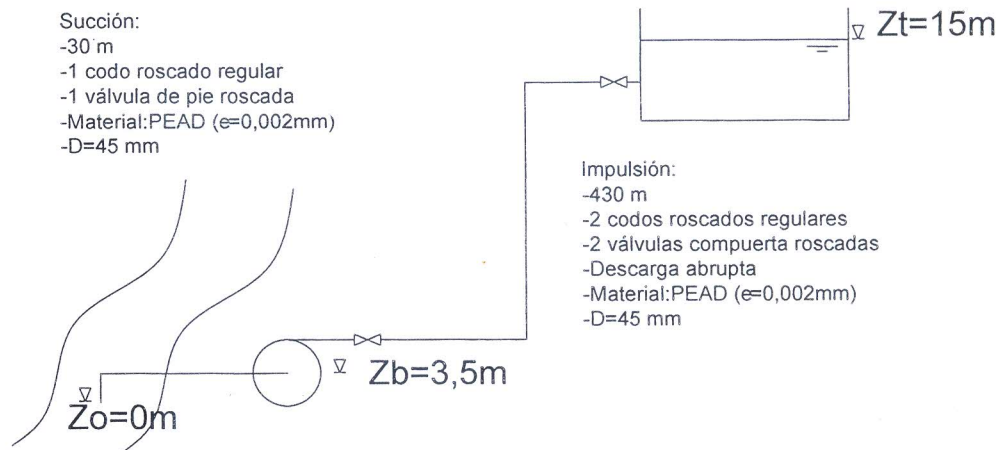


Examen Máquinas para Fluidos I

Febrero 2024

Una curtiembre se abastece de un curso de agua cercano mediante la instalación esquematizada a continuación



La bomba utilizada en la instalación es la modelo 2CP32/210A con curvas de operación adjuntas.

El tanque abastece la demanda diaria de la curtiembre, estimada en 90 m^3 .

Considere 15°C para la temperatura del agua.

- 1) Determine el punto de funcionamiento de la instalación, horas de operación diaria, y consumo energético diario.
- 2) Con el pasar del tiempo se observó que se requería mayor tiempo de bombeo, y en un mantenimiento se observó erosión en el diámetro menor del rotor. Identifique el fenómeno que hace a dichos cambios y justifique.
- 3) En cierto punto, la instalación deja de ser capaz de abastecer la demanda. Se evalúan dos soluciones:

3.1) Comprar una bomba idéntica, y estrangular la impulsión.

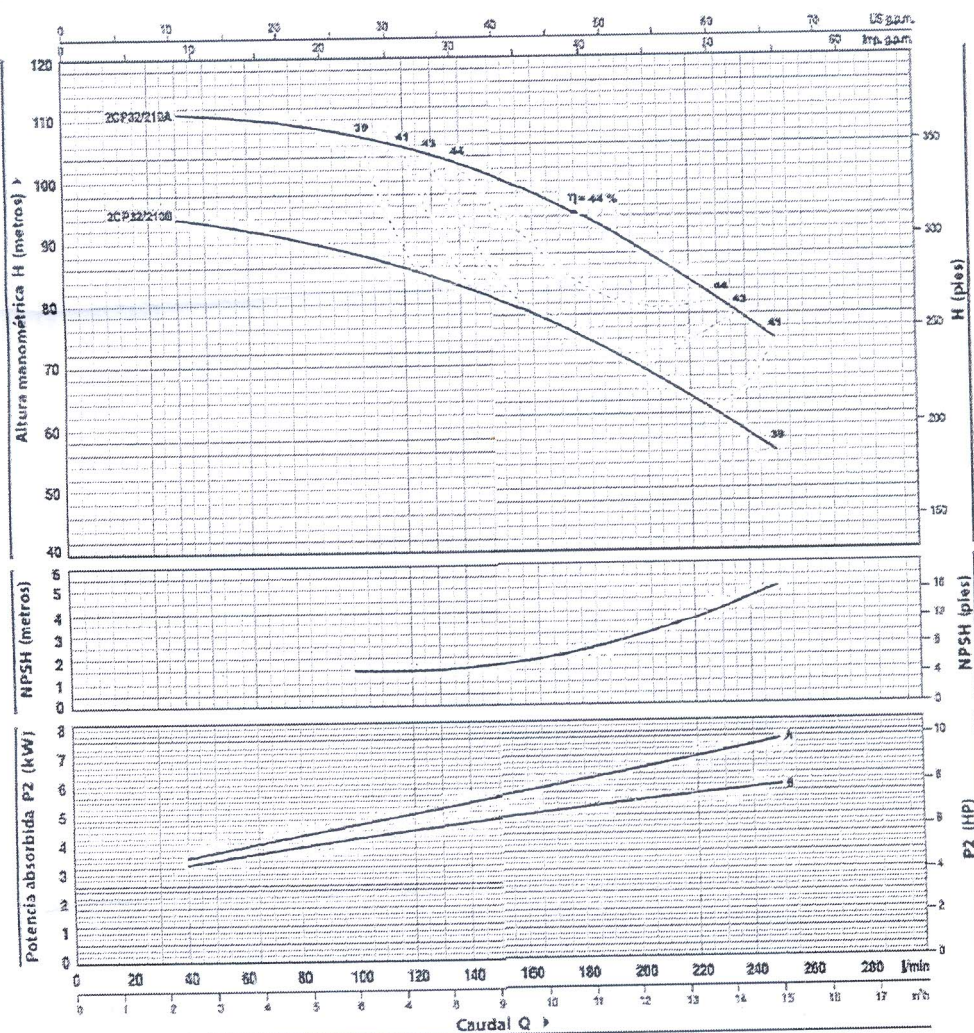
3.2) Comprar dos bombas 2CP32/200C e instalarlas en paralelo en la instalación tal cual se encuentra. Desprecie los cambios en las pérdidas de cargas puntuales que significaría la modificación de la instalación.

Para ambas soluciones: identifique el punto de funcionamiento y consumo energético diario.



CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

50 Hz n=2900 1/min HS=0 m



MODELO	POTENCIA		Q	0	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	8.1	9.6	10.8	12.0	15.0
Trifásica	kW	HP	m³/h	0	40	50	60	70	80	90	100	110	125	140	160	180	200	250
ZCP 32/210B	5.5	7.5	l/min	94	94	93.5	93	92	91	90	89	87	85	83	79	75	70	56
ZCP 32/210A	7.5	10	H metros	112	111	110.8	110.5	110.3	110	109	108	107	105	102	99	94	89	74

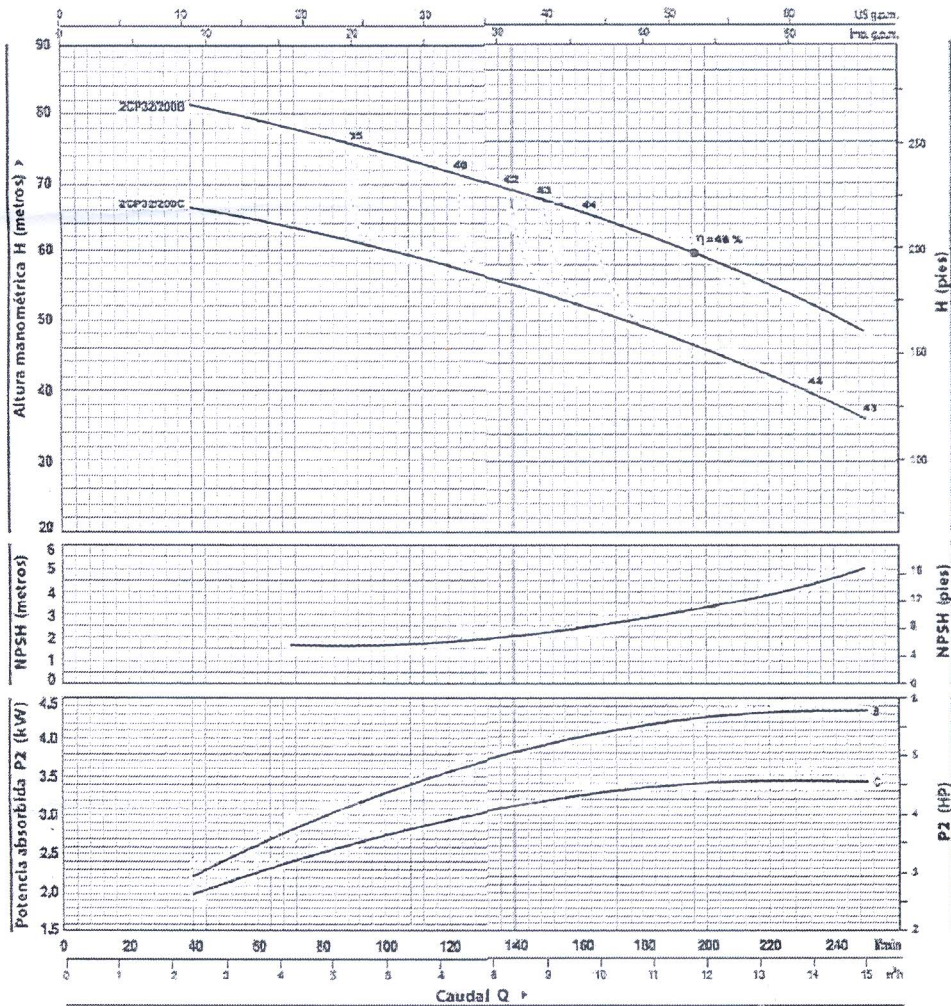
Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9905-App. A.



CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

50 Hz n=2900 1/min HS=0 m



MODELO	POTENCIA		Q																
	kW	HP		0	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8	8.4	9.0	9.6	10.2	10.8
2CP32/200C	3	4	l/min	0	40	50	60	70	80	90	100	110	125	140	160	180	200	250	
2CP32/200B	4	5.5	H metros	70	66.5	65.5	65	64	63	62	60.5	59	57	55	52	49.5	46.5	36	
				85	81	80	79	78	77	76	75	74	72	69	66	62	58	40	

Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9905 App. A.



Lucarn $D = 45 \text{ mm}$

Codo $k = 1.1$

V.P. $k = 0.8$

$$Z_s = \left(1.1 + 0.8 + f \frac{30}{45 \times 10^{-3}} \right) \frac{v^2}{2 \times 9.8} = 0.051 (1.9 + 667f) v^2$$

Impulsión $D = 45 \text{ mm}$ Codo $k = 1.1$
V.P. $k = 0.17$

Descarga $k = 1$

$$Z_I = \left(2 \times 1.1 + 2 \times 0.17 + 1 + f \frac{430}{45 \times 10^{-3}} \right) \frac{v^2}{2 \times 9.8} = 0.051 (3.54 + 9556f) v^2$$

$$v = Q/A \quad A = \frac{\pi}{4} (45 \times 10^{-3})^2 = 0.0016 \text{ m}^2$$

$$Re = \frac{v \times 45 \times 10^{-3}}{10^{-6}} = 45000 v \quad \epsilon/D = \frac{0.002}{45} = 0.000044$$

$$H_I = 15 + 0.051 (1.9 + 667f) v^2 + 0.051 (3.5 + 9556f) v^2$$

$$H_I = 15 + 0.277 v^2 + 521.4 f v^2$$

Si $Q = 180 \text{ l/min}$ $v = \frac{180}{60 \times 1000} \frac{1}{0.0016} = 1.9 \text{ m/s}$ $Re = 84375$ $f = 0.019$
 $H_I = 51.8 \text{ m}$ $H_B = 94 \text{ m}$

Si $Q = 240 \text{ l/min}$ $v = 2.5 \text{ m/s}$ $Re = 1.1 \times 10^5$ $f = 0.0175$ $H_I = 73.8 \text{ m}$ $H_B = 77 \text{ m}$

Si $Q = 250 \text{ l/min}$ $v = 2.64 \text{ m/s}$ $Re = 1.2 \times 10^5$ $f = 0.0173$ $H_I = 77.8 \text{ m}$ $H_B = 74 \text{ m}$

Si $Q = 244 \text{ l/min}$ $v = 2.58 \text{ m/s}$ $Re = 1.16 \times 10^5$ $f = 0.0171$ $H_I = 77.2 \text{ m}$ ✓

$$\left[\begin{array}{l} Q = 244 \text{ l/min} \\ H = 77 \text{ m} \\ \eta = 42\% \end{array} \right]$$

4/9



Tiempo en candidato

$$90 \times 1000 = 244 \times 60 \times \Delta t \rightarrow \Delta t = 6.1 \text{ horas}$$

$$P = \frac{9800 \times \frac{244}{60000} \times 77}{0.42} = 7.3 \text{ kW}$$

$$E = 7.3 \times 6.1$$

$$E = 44.5 \text{ kWh/día}$$

$$2) h_{svD} = 10 - 3.5 - 0.051(1.9 + 667 \times 0.0174) \times 2.582$$

$$h_{svD} = 1.9 \text{ m} \quad \left. \begin{array}{l} h_{svD} < h_{svR} \end{array} \right\} \text{Cavitate}$$

$$h_{svR} = 4.7 \text{ m}$$

$$3) 1) h_{svD} = 10 - 3.5 - 0.051(1.9 + 667 f) \sigma^2$$

Se impone $h_{svD} = h_{svR}$

Si $Q = 220 \text{ l/min}$ $v = 2.32 \text{ m/s}$ $Re = 10^5$ $f = 0.018$ $h_{svD} = 2.7 \text{ m}$
 $h_{svR} = 3.5 \text{ m}$

Si $Q = 200 \text{ l/min}$ $v = 2.1 \text{ m/s}$

$$h_{svD} = 3.4 \text{ m}$$

$$h_{svR} = 2.9 \text{ m}$$

$$h_{svD} = h_{svR} = 3.1 \text{ m}$$

$Q = 206 \text{ l/min}$ $v = 2.17 \text{ m/s}$

$$P = \frac{9800 \times \frac{206}{60000} \times 82}{0.44} = 6.27 \text{ kW}$$

$$\Delta t = \frac{90 \times 1000}{206 \times 60} = 7.3 \text{ horas}$$

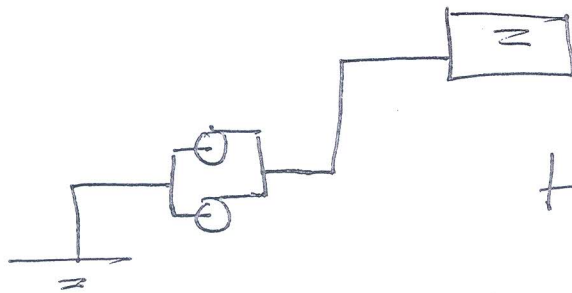
$$E = 45.8 \text{ kWh/día}$$

$$\left[\begin{array}{l} Q = 206 \text{ l/min} \\ H = 82 \text{ m} \\ \eta = 44\% \end{array} \right]$$

5/9



2)



$$H = 15 + 0.2775^2 + 521.4 f v^2$$

$$Q_I = 200 \text{ l/min} \quad v = 2.1 \text{ m/s}$$

$$H_I = 57.6 \text{ m} \quad H_B = 60 \text{ m}$$

$$Q_I = 210 \text{ l/min} \quad v = 2.22 \text{ m/s}$$

$$H_I = 62.6 \text{ m} \quad H_B = 60 \text{ m}$$

$$Q_I = 205 \text{ l/min} \quad v = 2.16 \text{ m/s}$$

$$H_I = H_B = 60 \text{ m}$$

$$\left[\begin{array}{l} Q_B = 102.5 \text{ l/min} \\ H = 60 \text{ m} \\ \eta = 34.5\% \end{array} \right]$$

$$P = \frac{9800 \times \frac{205}{60000} \times 60}{0.345} = 5.8 \text{ kW}$$

$$\Delta t = \frac{90 \times 1000}{205 \times 60} = 7.3 \text{ hrs}$$

$$\boxed{E = 42.3 \text{ kWh / dia}}$$



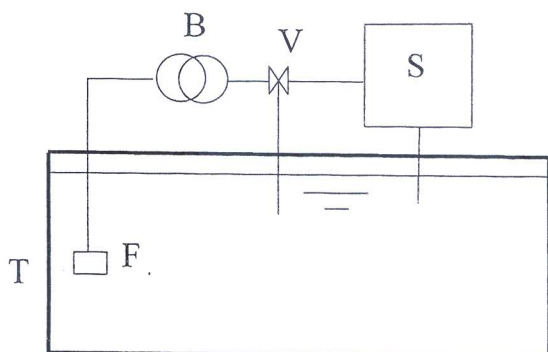
MÁQUINAS PARA FLUIDOS I

Examen

Febrero, 2024.

En la instalación de la figura opera una bomba volumétrica de lóbulos B succionando desde el tanque T a presión atmosférica e impulsando hacia el sistema S a través de la válvula de alivio V.

La bomba se ensaya con un aceite de viscosidad μ en las condiciones establecidas en la siguiente tabla.



Q (litros/minuto)	8	7
N(rpm)	100	200
ΔP (Bar)	0	15
Potencia (kW)	0.32	1.06

La válvula V produce una reducción de presión despreciable en la rama hacia el sistema y de $\Delta P = 6.1 Q$ hacia el reservorio, con ΔP en Bar y Q en litros/minuto, abriéndose cuando la presión alcanza 50 Bar. La instalación dispone de un filtro que impone una reducción de presión $0.025 Q$. En la instalación circula un aceite con una viscosidad 1.5μ .

- 1) Deducir las curvas que vinculan el caudal, presión y la velocidad de giro y la que vincula la potencia, la velocidad de giro y la diferencia de presión, en condiciones del ensayo.
- 2) Determinar la velocidad de giro y el caudal a entregar si la potencia debe ser 5.6 kW cuando el incremento de presión valga 25 Bar, operando en la instalación.
- 3) El sistema S requiere una presión de 36 Bar. Hallar el caudal que circula y la potencia que demanda la bomba si se supone que opera a la velocidad hallada en la parte anterior.
- 4) El sistema S comienza a requerir más caudal y se incrementa la velocidad en un 20 %, pero el sistema impone una presión de 50 Bar. Determinar el caudal que circula por el sistema, el caudal que retorna al reservorio a través de la válvula y la potencia demandada.

7/9



BOMBA VOLUMÉTRICA DE LÓBULOS

1-	ENSAJO	Q (l/min)	N (rpm)	Δp (bar)	P (kW)
	A	8	100	0	0.32
	B	7	200	15	1.06

$$Q = V_D N - \beta \Delta p \rightarrow 8 = V_D \times 100 \rightarrow V_D = 8 \times 10^{-2} \text{ l/rev}$$

$$7 = V_D \times 200 - \beta \times 15 \rightarrow \beta = 0.6 \frac{\text{l/min}}{\text{bar}}$$

$$\rightarrow Q \text{ (l/min)} = 0.08 N \text{ (rpm)} - 0.6 \Delta p \text{ (bar)}$$

$$P = V_D N \Delta p + K_1 N^2 + K_2 N \rightarrow 320 \text{ W} = K_1 \times 100^2 + K_2 \times 100$$

$$1060 = \frac{0.08^3}{1000} \times \frac{200}{60} + 15 \times 10^3 + 200^2 K_1 + 200 K_2$$

$$\rightarrow K_2 = 3.2 - 100 K_1 \rightarrow 660 = 4 \times 10^4 K_1 + 640 - 2 \times 10^4 K_1$$

$$\hookrightarrow K_1 = 1 \times 10^{-3} \text{ W/rpm}^2$$

$$\hookrightarrow K_2 = 3.1 \text{ W/rpm}$$

$$P \text{ (W)} = 0.133 N \text{ (rpm)} \Delta p \text{ (bar)} + 1 \times 10^{-3} N \text{ (rpm)}^2 + 3.1 N \text{ (rpm)}$$

8/9



2- $\Delta p = 25 \text{ bar}$, $P = 5600 \text{ W}$

$$\left\{ \begin{array}{l} \beta = \frac{\beta_{ens}}{1.5} \\ K_1 = K_{1ens} \times 1.5 \end{array} \right\} \quad 5600 = 0.133 \times N \times 25 + 1.5 \times 10^{-3} N^2 + 3.1 N$$

$\hookrightarrow \boxed{N = 742 \text{ rpm}}$

$$Q = 0.08 \times 742 - \frac{0.6}{1.5} \times 25 \rightarrow \boxed{Q = 49.4 \text{ l/min}}$$

3- $p_s = 36 \text{ bar} \rightarrow \Delta p = 36 + 0.025 Q = 37.1 \text{ bar}$

$$Q = 0.08 \times 742 - \frac{0.6}{1.5} (36 + 0.025 Q) \rightarrow \boxed{Q = 44.5 \text{ l/min}}$$

$$P = 0.133 \times 742 \times 37.1 + 1.5 \times 10^{-3} \times 742^2 + 3.1 \times 742 \rightarrow \boxed{P = 6.8 \text{ kW}}$$

4- $N = 1.2 \times 742 = 890 \text{ rpm}$

$$p_s = 50 \text{ bar} \rightarrow \Delta p = 50 + 0.025 Q$$

$$0 = \Delta p - 0.025 Q - 6.1 Q_{retorno}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{retorno} = \frac{50}{6.1} = 8.2 \text{ l/min} \end{array} \right.$$

$$Q = 0.08 \times 890 - \frac{0.6}{1.5} (50 + 0.025 Q) \rightarrow Q = 50.7 \text{ l/min} \rightarrow \boxed{Q_{sist} = 42.5 \text{ l/min}}$$

$$\hookrightarrow \Delta p = 51.3 \text{ bar}$$

$$P = 0.133 \times 890 \times 51.3 + 1.5 \times 10^{-3} \times 890^2 + 3.1 \times 890$$

$$\hookrightarrow \boxed{P = 10 \text{ kW}}$$

