

28 de Julio de 2022

Examen de Máquinas para Fluidos (TIM 42) –Tecnólogo Mecánico

Una instalación de bombeo se proyecta para bombear 360 m³/h para los cuales se generará una pérdida de carga de 5 mca. La diferencia de cotas entre la toma y el tanque de descarga (carga estática de la instalación) es de 5 m.

Se dispone de una bomba sumergible (instalada a $z_0 = -1,0$ m, siendo el nivel mínimo del pelo de agua $z_1 = +0,0$ m) cuyas curvas de funcionamiento, a 1450 RPM, se presentan más abajo.

Está previsto contar con una válvula de regulación en la cañería de impulsión que normalmente se encuentra totalmente abierta y un variador de frecuencia que podrá operar hasta una frecuencia (mínima) de 30 Hz.

El agua se asumirá a una temperatura tal que $p_v/\gamma = 0,15$ mca y se podrán despreciar las pérdidas en la succión. Curva girando a 1450 RPM, moviendo agua fría ($\rho = 1000$ kg/m³):

Q(m ³ /s)	0	0,05	0,10	0,15	0,20
H _B (m)	40	38	35	30	20
η (%)	0	40	60	65	50
NPSH _R (m)	5	3	3	4	7



Se pide:

- Determinar caudal impulsado cuando la bomba trabaja con la instalación indicada a 1450 RPM y la válvula completamente abierta. Calcular, además, potencia consumida y verificar si la bomba cavita en estas condiciones operativas.
- Determinar las RPM a las que opera la bomba para dar los 360 m³/h, con la válvula completamente abierta; verificar cavitación y calcular potencia consumida en este caso.
- Determinar la pérdida de carga a establecer en la válvula de impulsión para dar el caudal de la parte anterior (360 m³/h), con la bomba operando a 1450 RPM; verificar cavitación y calcular potencia consumida en este caso.
- Comparar, energéticamente y desde el punto de vista de la cavitación, ambas regulaciones anteriores contra la opción ON-OFF, indicando claramente (en todos los casos), valores de energía específica (KWh/m³, o bien J/m³) y de NPSH_R.
- Hallar, mediante ajuste combinado de válvula y variador, las regulaciones a realizar en estos elementos (ΔH_V y RPM) para trabajar con el caudal requerido de 360 m³/h, a rendimiento óptimo. ¿Cavitará la bomba en este caso?

28 de julio de 2022

Examen de Máquinas para Fluidos (TIM42) - Tecnólogo Mecánico

En una planta de aguas residuales, se cuenta con una bomba axial la cual requiere entregar un caudal de $Q = 0,4 \text{ m}^3/\text{s}$ a $H = 8 \text{ mts}$ con las siguientes características:

- $\beta_p = 28^\circ$, $Z = 4$, $\eta_v = 98\%$, $\eta_h = 96\%$ y $\eta_m = 90\%$
- $N = 1450 \text{ rpm}$ y NACA4412
- $D_e/D_i = 2$

Se admitirá que la instalación tiene una curva $H = K \cdot Q^2$.

- Determinar el diámetro del rotor.
- Calcular el largo de las palas en la sección de diseño al 60%.
- Se requiere ajustar velocidad del equipo para obtener el 80% del caudal. Indicar rpm y potencia consumida en ese nuevo punto de trabajo.
- Calcular las fuerzas que el agua ejerce sobre cada álabe con $N=1450 \text{ rpm}$.



Examen Julio TIM42 - 2022/07/28

Ejercicio Axiales

a) $Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 0,4$
 $H \text{ (m)} = 8,0$
 $N \text{ (rpm)} = 1450,0$
 $\beta_p \text{ (}^\circ\text{)} = 28,0$
 $Z = 4$

$\omega \text{ (1/s)} = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot \frac{N}{60} = 151,84$

$\Omega = \frac{\omega \cdot Q^{1/2}}{(g \cdot H)^{3/4}} = 3,64$

$\Delta = \frac{(g \cdot H)^{1/4} \cdot D}{Q^{1/2}} \Rightarrow D_e \text{ (m)} = 0,3187$

$D_i \text{ (m)} = 0,16$

b) $Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 0,4$

$D_r \text{ (m)} = 0,25$

$u \text{ (m/s)} = 19,36$

$H_t \text{ (m)} = 8,33$

$\Delta v_u \text{ (m/s)} = 4,22$

$V_a \text{ (m/s)} = 6,7$

$t \text{ (m)} = 0,20$

$\rho_w \text{ (Kg/m}^3\text{)} = 1000$

$K_{inst} = \frac{H}{Q^2} = 50,0$

$\eta_v = 98\%$

$\eta_h = 96\%$

$\eta_m = 90\%$



$l \text{ (m)} =$	0,09	0,0782	0,0800
$C =$	0,95	0,95	0,95
$t/l =$	2,23	2,56	2,50
$K_w =$	1,12	1,00	1,10
$V_{ac} \text{ (m/s)} =$	7,2	7,2	7,2
$V_{\infty} \text{ (m/s)} =$	18,7	18,7	18,7
$\beta_{\infty} \text{ (grados)} =$	22,68	22,53	22,56
$\alpha \text{ (grados)} =$	5,32	5,47	5,44
$C_L =$	1	1	1
$C_D =$	0,014	0,014	0,014
$C_{Lg} =$	1,12	1	1,1
$tg(\lambda) =$	0,0140	0,0140	0,0140
$tg(\beta_{\infty}) =$	0,4180	0,4149	0,4154
$l \text{ (m)} =$	0,0782	0,0876	0,0796

$l \text{ (m)} = 0,0796$

c) N (rpm) = 1450,0
 H' (m) = 8,0
 η_{total} = 85%
 P' (Kw) = 37,1

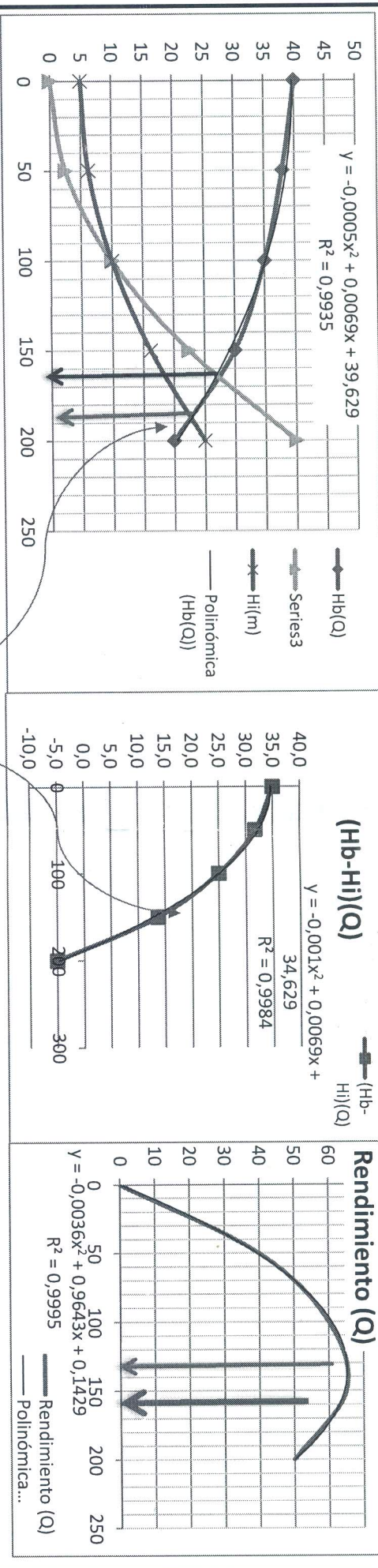
d) b (m) = 0,08
 F_D (N) = 17
 F_L (N) = 1218

N' (rpm) = 1160
 H' (m) = 5,12
 η_{total} = 85%
 P' (Kw) = 19,0
Por Similitud P' (Kw) = 19,0



Ej. Instalaciones TIM 42- Examen Julio 2022 (28-07-2022)

Ej. Instalaciones TIM 42- Examen Julio 2022 (28-07-2022)					Max. Rend.			
Datos	Q(Lt/s)	0	50	100	150	200	Qfunc	
$z_0(m) =$	$H_b(m)$	40	38	35	30	20		
$z_s(m) =$	$\eta(\%)$	0	40	60	65	50		
$z_i(m) =$	NPSH _R (m)	5	3	3	4	7		
$\Delta z(m) =$	P(kW)	#DIV/0!	46,6	57,2	67,8	78,4	(Cavitación)	
$K_l(m/(L/s)^2) =$	$H_b(m) - H_i(m)$	35,0	31,8	25,0	13,8	-5,0	Corte en gris	
$\Delta H(m) @ Q_{nom} =$	$H_i(m) = \Delta z + K_l \cdot Q^2$	5,0	6,3	10,0	16,3	25,0		
$Q_{nom}(L/s)$		100						
Similitud	$H_s(m) = K_s Q^2$	0,0	2,5	10,0	22,5	40,0		



a)

QF= 190 L/s

HF= 23,0 mca

PF= 79,7 kW

$\eta(\%) = 53,6$

NPSH_R= 6,4

NPSH_D= 11,18 entonces: NO CAVITA Margen: NPSH_R-NPSH_D= 4,78

Cuadrática $H_b - H_i$:

$a = -0,001$

$b = 0,0069$

$c = 34,629$

Cuadrática η :

$a = -0,0036$

$b = 0,9643$

$c = 0,1429$





b)

N= 884

= 61%

$\eta(\%) = 61,5$

Similitud

N= 1450

$Ks(m/(L/s)^2) = 0,0010$

$Qs = 164 L/s$

NPSHr= 1,80

NPSHd= 11,18 entonces:

(se corrige el simil por RPMs)
NO CAVITA Margen: NPSHr-NPSHd=

9,38

QF= 100,0 L/s

HF= 10,00 mca

PF= 15,94 kW

c)

$\Delta H_v = H_B - H_I$ 25,0 m = 245,0 kPa

$H_B(Q) = H_F = 35,0$

$H_I(Q) = Q_F = 10,0$

NPSHr= 3

NPSHd= 11,18 entonces: NO CAVITA Margen: NPSHr-NPSHd=

8,18

PF= 57,17 kW

d)

ON-OFF: $e = P(kW)/Q(m^3/s) = 420 KJ/s$ Margen: NPSHr-NPSHd= 4,78

$\Delta N:$ $e = P(kW)/Q(m^3/s) = 159 KJ/s$ Margen: NPSHr-NPSHd= 9,38

$\Delta H_v:$ $e = P(kW)/Q(m^3/s) = 572 KJ/s$ Margen: NPSHr-NPSHd= 8,18

e)

Se deberá trabajar en un punto simil al de máximo rendimiento, llevando la curva de la instalación al mismo

$$N'' = (100/150) * 2900 = 967$$

N =

$$QF = Q'' =$$

$$HF = H'' = (H_R)(N''/N)^2$$

Por similitud

1450
100,0 L/s
13,33 mca

RPM

CURVAS A N'' =

967

Q(Lt/s)	33,3	66,7	100,0	133,3	150
Hb(m)	17,8	16,9	15,6	13,3	8,9
Hi(m) con ΔHv	5,0	5,9	8,7	13,3	19,8
Hs(Q) con max rend	0,0	1,5	5,9	13,3	23,7

$$\Delta H_v = H_b - H_i$$

3,3 m

32,7 kPa

$$K_v'(m/(L/s)^2) =$$

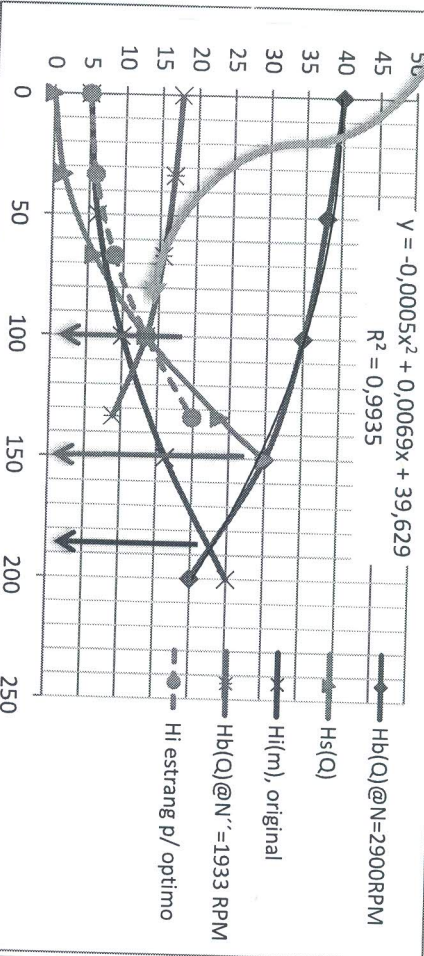
$$K_s'(m/(L/s)^2) =$$

$$Q_s' =$$

0,00033
0,0013
150 L/s

FLECHAS:
VERDE:
AZUL:
ROJA:

Punto buscado
Punto optimo (simil)
Punto de func. Original



7/7