

ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO

Informe Laboratorio de Máquinas: Balance térmico compresor recíproco

Laura Constanza Salinas Pizarro
Escuela de Ingeniería Mecánica
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
laura.salinas.p@gmail.com

30 de noviembre de 2020

Índice

1. Objetivo.	3
2. Trabajo de laboratorio.	3
3. Informe.	3
3.1. Tabla de valores medidos.	3
3.2. Fórmulas.	4
3.3. Tabla de valores calculados.	6
3.4. Gráficos.	7

1. Objetivo.

Analizar cómo se distribuye la energía en el equipo, partiendo desde la energía eléctrica hasta la útil en el aire comprimido.

2. Trabajo de laboratorio.

2.1 Instalar y preparar los instrumentos para medir: temperaturas, potencia indicada y eléctrica, tensión y corriente, flujos de aire y agua.

2.2 Poner en marcha el compresor, regular la presión de descarga a 7 [kp/cm²] y esperar un tiempo para que se estabilice su operación.

- Tomar las siguientes mediciones:

Presión de descarga, [kp/cm²].

Velocidad del compresor, [rpm].

Temperatura de aspiración y de descarga de ambos cilindros, [°C].

Diagramas indicados para cada cilindro.

Temperatura del estanque de baja presión, [°C].

Presión en el estanque de baja presión, [*cm_{c.a.}*].

Temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeración, [°C].

Tiempo en llenarse el recipiente de volumen conocido, [s].

Tensión y corriente eléctrica, [V] y [A] respectivamente.

Potencia eléctrica, método de los dos Wattmetros, [kW].

Sin modificar las condiciones de operación repetir tres veces las lecturas, a intervalos de 10 [min] aproximadamente.

La presión atmosférica, [mmHg], se mide al inicio del ensayo.

3. Informe.

3.1. Tabla de valores medidos.

VALORES MEDIDOS																		
	Compresor						Estanque de		Agua de refrigeración			Motor Eléctrico						
	Presión	Velocid	Temperatura				baja presión		Temperatura		tiempo	Tensión	Corrientes			Potencia		Patm.
	Pd	n	tecbp	tsebp	tecap	tecap	tebp	ΔP	tea	t _{sa}	10 l	V	I1	I2	I3	W1	W2	
	[kp/cm ²]	[rpm]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[mmca]	[°C]	[°C]	[s]	[V]	[A]	[A]	[A]	[kW]	[kW]	
1	7,0	499,0	20	49	26	89	34,5	488	18	25	77	372	17,4	15,4	14,6	6,55	3,36	756,9
2	7,1	500,0	20	50	26,5	90,5	36	496	18	25	76	373	17,3	15,3	14,5	6,62	3,4	756,9
3	7,2	498,5	20	50	26,5	90,5	37	510	18	25	75	372	17,6	15,3	14,5	6,65	3,35	756,9

3.2. Fórmulas.

Se indicarán las fórmulas no consideradas en el ensayo anterior (N°8).

Potencia eje motor:

$$N_{motor} = N_{elec} \eta_{motor} [kW] \quad (1)$$

Potencia eje compresor:

$$N_{compresor} = N_{motor} \eta_{transmisión} [kW] \quad (2)$$

Donde:

$\eta_{transmisión}$: Rendimiento de la transmisión que debe estimar.

Pérdidas motor:

$$N_{perd.motor} = N_{elec} - N_{motor} [kW] \quad (3)$$

Pérdidas mecánicas:

$$N_{mec} = N_{compresor} - N_i [kW] \quad (4)$$

Pérdidas transmisión:

$$N_{transmisión} = N_{motor} - N_{compresor} [kW] \quad (5)$$

Calor refrigeración:

$$Q_{total} = \frac{\dot{m}_{agua} c (t_s - t_e)}{1000} [kW] \quad (6)$$

Donde:

\dot{m}_{agua} : Flujo másico de agua [kg/s]

c : Calor específico del agua [J/kg°C]

Flujo másico del agua:

$$\dot{m}_{agua} = \frac{V_{agua}\rho_{agua}}{60} [kg/s] \quad (7)$$

Calor sistema de refrigeración intermedia:

$$Q_{SRI} = \frac{\dot{m}_{aire}c_p(t_{SBP} - t_{EAP})}{1000} [kW] \quad (8)$$

Donde:

\dot{m}_{aire} : Flujo másico de aire [kg/s]

c_p : Calor específico a presión constante del aire [J/kg°C]

Flujo másico del aire:

$$\dot{m}_{aire} = \frac{V\rho_{aire}}{3600} [kg/s] \quad (9)$$

Calor rechazado por cilindros:

$$Q_{cil} = Q_{total} - Q_{SRI} [kW] \quad (10)$$

Potencia útil del aire:

$$N_{Uaire} = \frac{\dot{m}_{aire}(c_p - c_v)(t_{SAP} - t_{EBP})}{1000} [kW] \quad (11)$$

Rendimiento mecánico:

$$\eta_{mec} = \frac{N_i}{N_{compresor}} 100 [\%] \quad (12)$$

Rendimiento sistema de compresión:

$$\eta_{gLSC} = \frac{N_{Uaire}}{N_{elec}} 100 [\%] \quad (13)$$

Rendimiento del compresor:

$$\eta_{compresor} = \frac{N_{Uaire}}{N_{compresor}} 100 [\%] \quad (14)$$

Expresar los valores en porcentaje, considerando la potencia eléctrica como el 100 [%].

3.3. Tabla de valores calculados.

VALORES CALCULADOS 1

	N elec	η motor elect	N motor	N perd. motor	N comp.	Ni CBP	Ni CAP	Ni	N per. mec	η mec	η trans	Q total	Q SRI	Q cil	N aire	η gl SC	η compr
	[kW]	[%]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[%]	[%]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[%]	[%]
1	9,9	88,2	8,74062	1,1694	8,4784	3,22122	2,79791	6,01913	2,459271	70,9937	97	4,07083	0,71609	3,35473	0,45424	4,58368	5,35764
2	10,0	87,8	8,79756	1,2224	8,53363	2,92317	2,95644	5,87961	2,654018	68,8993	97	4,07083	0,74078	3,33004	0,46145	4,60532	5,40746
3	10,0	88,2	8,82	1,1800	8,5554	2,9144	2,74429	5,6587	2,896705	66,1418	97	4,07083	0,74078	3,33004	0,46145	4,61453	5,3937

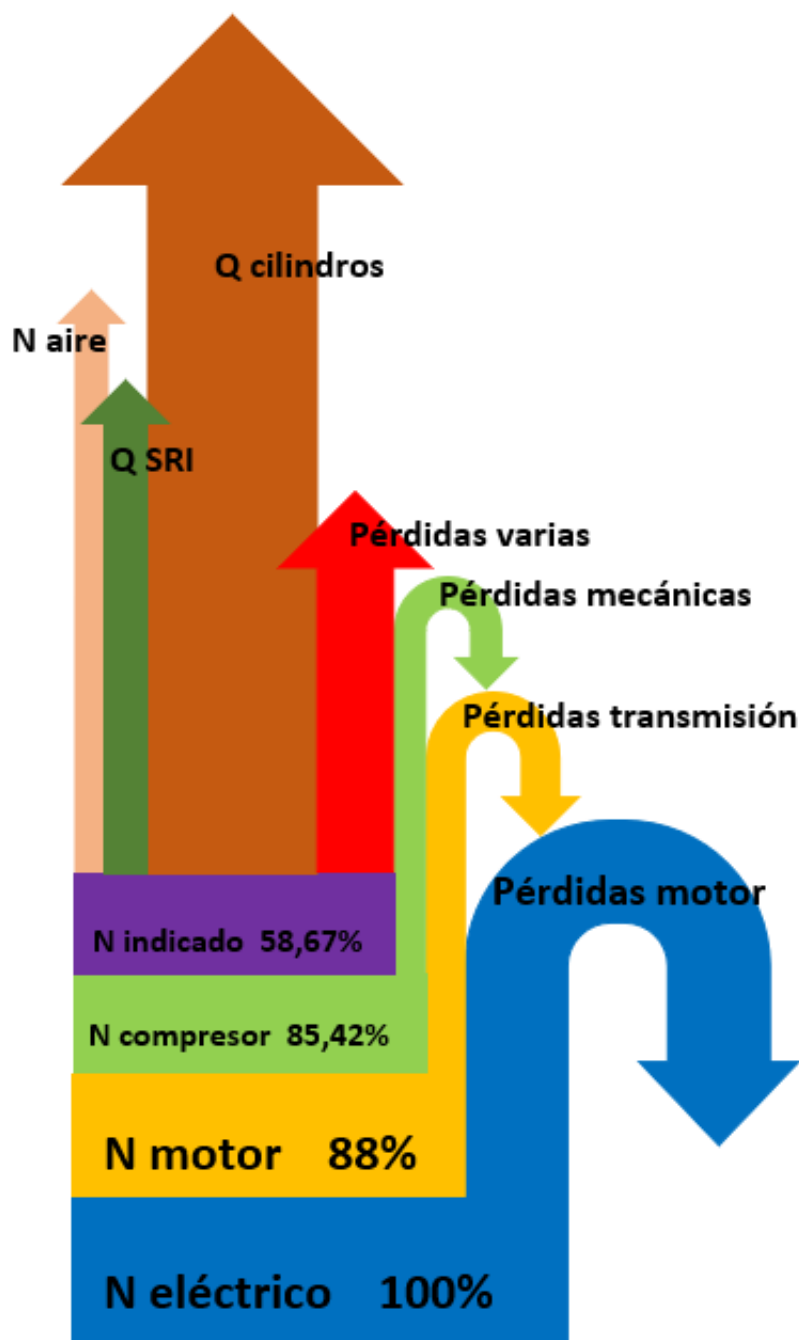
VALORES CALCULADOS 2

	N elec	N motor	N perd. motor	N compresor	Ni CBP	Ni CAP	Ni	N per. mec	Q total	Q SRI	Q cil	N aire
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
1	100,0	88,0	11,8	85,5540	32,505	28,233	60,738	24,816053	41,07796	7,2259	33,852	4,5837
2	100,0	87,8	12,2	85,1660	29,173	29,505	58,679	26,487208	40,627	7,3931	33,234	4,6053
3	100,0	88,2	11,8	85,5540	29,144	27,443	56,587	28,967047	40,70826	7,4078	33,3	4,6145

3.4. Gráficos.

3.4.1 Hacer un gráfico Sankey en que se muestre claramente la distribución de energía. En hoja nueva y completa.

Los valores de los porcentajes son el promedio de los tres valores obtenidos en la tabla anterior.



3.4.1.1 ¿El rendimiento global del sistema de compresión que comentario le sugiere?

El valor del rendimiento global del sistema de compresión obtenido si cumple con el valor estimativo que debe dar. Este valor en general es bastante bajo en comparación con otros sistemas, ya que en este compresor se tienen bastantes pérdidas en el sistema, por ejemplo existe una alta pérdida de energía en forma de calor.

3.4.1.2 ¿El rendimiento global del compresor que comentario le sugiere?

El rendimiento global del compresor es un valor bastante bajo, ya que incluye las pérdidas de transmisión y las pérdidas del motor.

3.4.1.3 ¿Qué efecto produce el rendimiento considerado para la transmisión?

El rendimiento considerado para la transmisión produce que varíe la potencia que se transmite hacia el eje del compresor, esto porque se genera una pérdida de energía por las poleas y las correas.

3.4.1.4 ¿Como sugiere Ud. determinar el rendimiento de la transmisión?

El rendimiento de la transmisión se puede determinar considerando todas las pérdidas que genera la transmisión, como el roce en las correas y la deformación de estas. Como estos valores son un poco difíciles de calcular y no pueden tabularse debido a la variación que puede existir dependiendo por ejemplo la velocidad, es que otra forma de calcular el rendimiento de la transmisión es mediante el valor de la torsión que se genera en el eje del compresor.

3.4.1.5 ¿Que comentario le sugiere el calor total de refrigeración y sus componentes?

El calor total de refrigeración y sus componentes es el valor más alto obtenido, lo que se traduce en una pérdida bastante grande debido a la energía perdida en forma de calor. A pesar de esta pérdida, el sistema de refrigeración es fundamental para el funcionamiento del compresor.

3.4.1.6 ¿Dónde está incluido el calor retirado por el aceite?

El calor retirado por el aceite está incluido en las pérdidas varias que existen en el sistema.