



# Informe N°7 Laboratorio de Máquinas

*“Balance térmico compresor recíproco”*

Nombre: Mauricio Carrasco Cornejo

Curso: ICM557-3

Profesor: Cristóbal Galleguillos Kettere



## Resumen

Se puede apreciar un balance térmico a un compresor reciproco, donde de una energía suministrada (100%), la potencia útil esta entre los valores de 4 y 5%, valores muy bajos en comparación a otras máquinas térmicas.



## Índice

Resumen.....	2
Introducción .....	4
Objetivo.....	5
Trabajo de laboratorio. ....	6
Desarrollo .....	7
Tabla de valores dados .....	7
Formulas.....	7
Tabla de valores calculados.....	10
¿El rendimiento global del sistema de compresión que comentario le sugiere? .....	12
¿El rendimiento global del compresor que comentario le sugiere?.....	12
¿Qué efecto produce el rendimiento considerado para la transmisión? .....	12
¿Como sugiere Ud. determinar el rendimiento de la transmisión? .....	12
¿Qué comentario le sugiere el calor total de refrigeración y sus componentes? .....	13
¿Dónde está incluido el calor retirado por el aceite?.....	13
Conclusión.....	14
Referencias .....	15



## Introducción

Un compresor es una máquina, cuyo trabajo consiste en incrementar la presión de un fluido. Al contrario que otro tipo de máquinas, el compresor eleva la presión de fluidos compresibles como el aire y todo tipo de gases.

En este ensayo se analizará un compresor reciproco, para determinar las perdidas que se originan en el sistema de compresión, ya sean mecánicas, de transmisión, etc.



## Objetivo

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

## Trabajo de laboratorio.

- Instalar y preparar los instrumentos para medir: temperaturas, potencia indicada y eléctrica, tensión y corriente, flujos de aire y agua.
- Poner en marcha el compresor, regular la presión de descarga a 7 [kp/cm<sup>2</sup>] y esperar un tiempo para que se establezca su operación.
- Tomar las siguientes mediciones:
  - \* Presión de descarga, [kp/cm<sup>2</sup>].
  - \* 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<sub>c.a</sub>].
  - \* 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.

## Desarrollo

Tabla de valores dados

	Compresor						Estanque de baja presión		Agua de refrigeración		
	Presión	Velocid	Temperatura						Temperatura		tiempo
	Pd	n	tec <sub>bp</sub>	tseb <sub>p</sub>	tec <sub>ap</sub>	tec <sub>ap</sub>	tebp	ΔP	tea	tsa	10 l
	[kp/cm2]	[rpm]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[mmca]	[°C]	[°C]	[s]
1	7,0	499,0	20	49	26	89	34,5	488	18	25	77
2	7,1	500,0	20	50	26,5	90,5	36	496	18	25	76
3	7,2	498,5	20	50	26,5	90,5	37	510	18	25	75

Motor Eléctrico						
Tensión	Corrientes			Potencia		
V	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	Patm.
[V]	[A]	[A]	[A]	[kW]	[kW]	[mmHg]
372	17,4	15,4	14,6	6,55	3,36	756,9
373	17,3	15,3	14,5	6,62	3,4	756,9
372	17,6	15,3	14,5	6,65	3,35	756,9

Tabla 1

### Formulas

Potencia eje motor:

$$N_{motor} = N_{elec} \eta_{motor} [kW]$$

Potencia Eje Compresor

$$N_{compresor} = N_{motor} \eta_{transmision} [kW]$$

Donde:

$\eta_{transmision}$

Rendimiento de la transmisión que debe estimar

Pérdidas motor:

$$N_{perd.motor} = N_{elec} - N_{motor} [kW]$$

Pérdidas mecánicas:

$$N_{mec} = N_{compresor} - N_i [kW]$$

Pérdidas Transmisión:

$$N_{transmision} = N_{motor} - N_{compresor} [kW]$$

Calor Refrigeración:

WP-LABORATORIO\* \*LABIME43. 22018

$$Q_{Total} = \frac{\dot{m}_{agua} c (t_s - t_E)}{1000} [kW]$$

Donde:

$\dot{m}_{agua}$   
 $c$

Flujo másico de agua [kg/s]  
Calor específico del agua [J/kg °C]

Flujo másico de agua:

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

Calor Sistema de refrigeración  
intermedia:

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

Donde:

$\dot{m}_{aire}$   
 $c_p$

Flujo másico de aire [kg/s]  
Calor específico a presión constante del aire [J/kg °C]

Flujo másico de aire:

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

Calor rechazado por cilindros:

$$Q_{cil} = Q_{Total} - Q_{SRI} [kW]$$

Potencia útil del aire:

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



Rendimiento mecánico:

$$\eta_{mec} = \frac{N_i}{N_{compresor}} 100 \text{ [\%]}$$

Rendimiento sistema de compresión:

$$\eta_{gLSC} = \frac{N_{U \text{ aire}}}{N_{elec}} 100 \text{ [\%]}$$

Rendimiento del Compresor

$$\eta_{compresor} = \frac{N_{U \text{ aire}}}{N_{compresor}} 100 \text{ [\%]}$$

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

## Tabla de valores calculados

Se calcula la corriente media del motor eléctrico la cual da 15,7 [A]

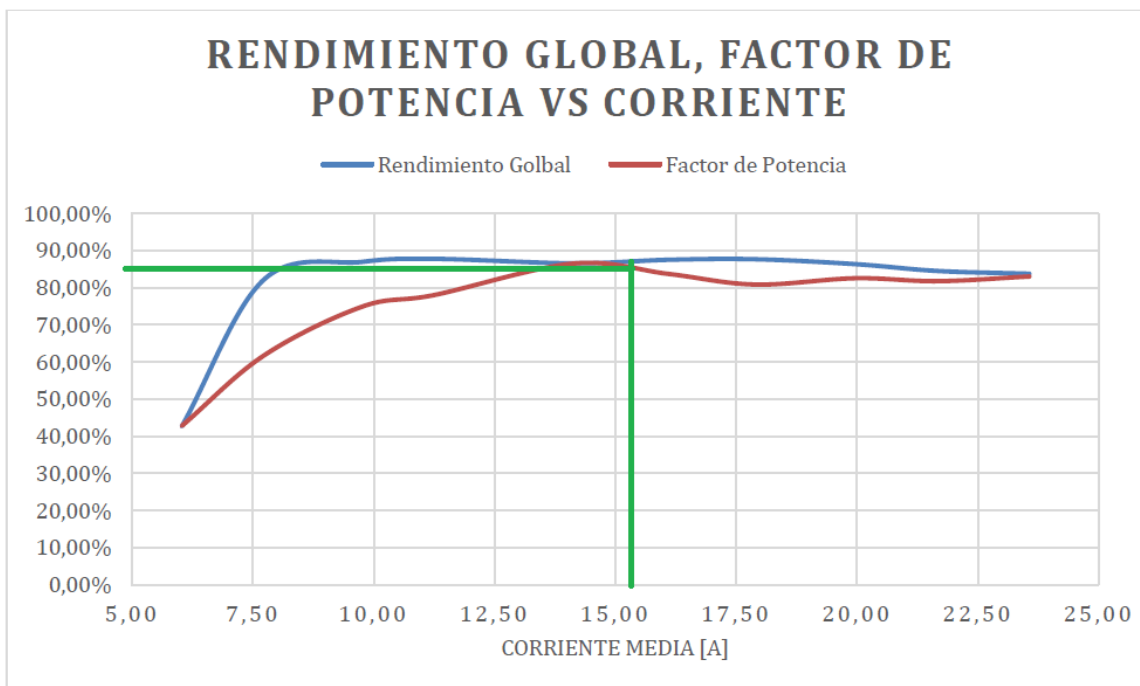


Grafico1

Obteniendo así el rendimiento global del motor, aproximadamente 84%

Valores calculados 1							
N elec.	$\eta$ motor	N motor	N perdidas Motor	N compresor	Ni CBP	Ni CAP	Ni
[kW]	%	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
10.02	8,4	8,42	1,60	7,12	3,16	2,83	5,99

Tabla 2

Valores calculados 1								
N perd. mec.	$\eta$ mec.	$\eta$ trans.	Q total	Q SRI	Q cil.	Nu aire	$\eta$ gISC	$\eta$ compresor
[kW]	%	%	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	%	%
14.422	84	84,6	3,85	0,57	3,28	0,49	4,86	6,83

Tabla 3

Valores calculados 2											
N elec.	N motor	N per. Motor	N comp.	Ni CBP	Ni CAP	Ni	N per mec	Q total	Q SRI	Q cil	N aire
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
100	84	16	71,1	31,5	28,28	59,78	11,32	38,42	5,67	32,75	4,86

Tabla 4

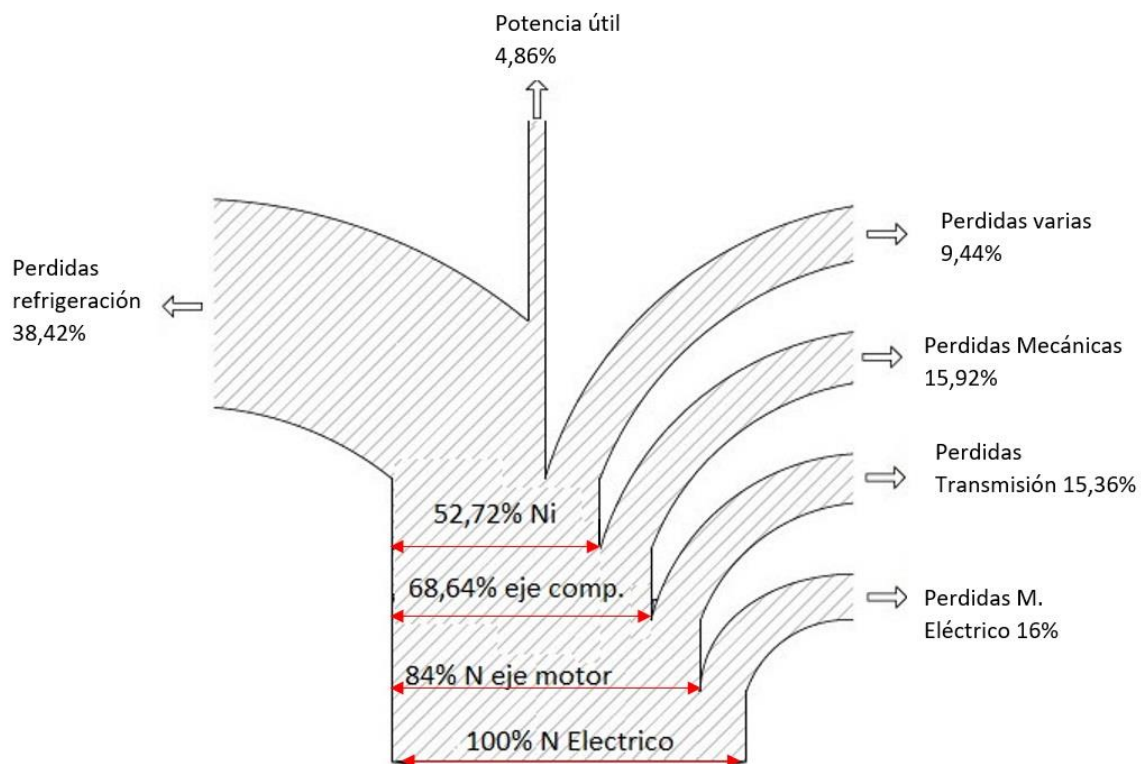


Grafico 2



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

El rendimiento global es bajo en comparación a otras máquinas, como por ejemplo las de combustión interna que pueden alcanzar hasta un 45% de eficiencia, sorprende la gran cantidad de pérdidas que genera la refrigeración, aunque en este tipo de máquinas se genera una gran cantidad de fricción entre los componentes, pero aun así uno no espera que sea de tal magnitud.

¿El rendimiento global del compresor que comentario le sugiere?

El rendimiento global del compresor no es extremadamente bajo como el global de todo el sistema, pero este también se ve limitado por la eficiencia del motor eléctrico y por el rendimiento de la transmisión.

¿Qué efecto produce el rendimiento considerado para la transmisión?

Afecta directamente al rendimiento del compresor, al rendimiento mecánico y a la potencia perdida.

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

Se podría medir la potencia del eje directamente con un dinamómetro o algún instrumento parecido y calcular directamente, o en textos aparecen los rendimientos para transmisiones de dos tipos de poleas, y calcular el rendimiento de transmisión según esos datos y sacar un rendimiento aproximado.



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

En el proceso de compresión se necesita bastante energía para realizarse, ya que gran parte de esta se convierte en calor, pero como no es óptimo para el proceso estas elevadas temperaturas, ya que se podrían dañar algunos componentes, una gran parte de la potencia se pierde refrigerando el compresor. Tal vez en el sector industrial no es energía totalmente perdida ya que muchas veces se puede utilizar para los sistemas de calefacción o para otros procesos.

¿Dónde está incluido el calor retirado por el aceite?

Esta incluida en pérdidas varias, ya que ahí se encuentran las pérdidas menores, que no están mencionadas anteriormente.



## Conclusión

Se pudo observar que a nivel global el proceso de compresión es ineficiente en comparación a las demás máquinas, que su valor está entre 4 y 5% de eficiencia, se puede ver la importancia de las pérdidas por refrigeración, que es donde se pierde la mayor cantidad de potencia para un compresor, es un desafío para los nuevos ingenieros mejorar la eficiencia de este proceso y poder utilizar la energía desperdiciada en otros procesos o dentro del mismo.



## Referencias

- <https://prezi.com/9crotvpk-3qi/motores-reciprosos/>
- Apuntes de turbomáquinas Ramiro Mege
- Información entregada por IME 447.