

Informe 05 Laboratorio de maquinas: Compresor reciproco

Alumno: Joaquín Cerda Santander.

Asignatura: Laboratorio de maquina ICM 557-1

Profesor: Cristóbal Galleguillos Ketterer

Tomás Herrera Muñoz.

Ayudante: Ignacio Ramos

Fecha: 30/10/2020

Índice

introducción	2
Objetivos	2
Datos otorgados por el profesor	3
Formulas ocupadas	4
Gráficas y respuestas planteadas por el profesor	7
conclusión	18

Introducción

En el siguiente informe se realizará el análisis de un compresor reciproco que se encuentra ubicado en la escuela de Ingeniería mecánica de la PUCV, el cual cuenta con dos etapas de compresión, una alta y otra baja, llevando el aire comprimido a un estanque de baja presión, y posteriormente a su evaluación, por medio de un orificio normado.

El informe se mostrarán las gráficas de presiones, temperaturas, calor, trabajo, caudal y eficiencia, obtenidas por medio de los datos otorgados por el profesor para así poder analizar las y sacar un par de conclusiones las cuales serán cruciales para nuestra formación como ingeniero.

Objetivos

- Obtener las gráficas pedidas por el profesor
- El análisis coherente y sistemático de cada uno de estas
- El poder responder de manera clara y concisa cada pregunta hecha por el profesor encargado

Datos otorgados por el profesor

	Compresor						Estanque de		Agua de refrigeración			Motor Eléctrico						Patm.	Patm.	Patm.
	Presión	Velocid	Temperatura				baja presión	Temperatura		tiempo	Tensión	Corrientes			Potencia					
			tecbp	tsebp	tecap	tsecap		tebp	ΔP			tea	tsc	I1	I2	I3	W1			
	Pd	n	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[mmca]	[°C]	[°C]	[s]	[V]	[A]	[A]	[A]	[kW]	[kW]	[mmHg]		
1	7.0	499.3	23	48	27	89	39	514	18	26.5	78	375	17.2	15.9	16	6.53	3.28	760.1	10002.916	
2	6.0	498.7	23	49	27	87	40	544	18.5	26.5	75	375	16.5	15.3	15.4	6.53	3.06	760.1	10002.916	
3	4.9	500.8	23	49	27	77	41	532	18.5	26.5	77	376	15.2	13.9	13.8	5.73	2.7	760.1	10002.916	
4	3.9	503.0	23	50	27	67	40	552	18.5	26.5	76	376	14.1	13.2	13.1	5.33	2.6	760.1	10002.916	
5	2.8	503.4	24	56	27	56	39	562	18.5	26.5	76	376	13.2	12.6	12.1	5	2.4	760.1	10002.916	
6	1.8	505.2	24	56	27	42	37	576	18.5	26.5	74	376	11.9	11.4	11	4.69	2.12	760.1	10002.916	
7	1.0	507.0	23	54	27	31	39	584	18.5	26.5	77	376	10.4	9.9	9.5	4.1	1.64	760.1	10002.916	

Tabla 1 "Datos medidos"

Formulas ocupadas

Capacidad:

$$V = 8,62 * \alpha * S * T_a * \sqrt{\frac{H}{T * P_a}}$$

V:	Capacidad, caudal de aire libre [m ³ /h]
$\alpha=0,600$	coeficiente de caudal del diafragma
S:	sección del orificio del diafragma en [cm ²], el diámetro del orificio es de 22 [mm]
T _a :	temperatura absoluta de aspiración del compresor [K]
T:	Temperatura absoluta del estanque de baja presión [K]
H:	presión en el manómetro diferencial [cm _{agua}]
P _a :	presión barométrica [cm _{agua}]

Cilindrada:

$$Cl = \frac{1}{4} * \pi * D_{CBP}^2 * L$$

Cl: Cilindrada [m³]
D_{CBP}: Diámetro cilindro de baja presión [m]
L: Carrera [m]

Desplazamiento:

$$Dl = Cl * n$$

Dl:	Desplazamiento por minuto [m ³ /min]
n:	Velocidad rotacional [rpm]

Rendimiento volumétrico real:

$$\eta_r = \frac{V}{60 * DI} * 100$$

Rendimiento volumétrico convencional:

$$\eta_{vc} = \left(1 - C \left(r^{\left(\frac{1}{k} \right)} - 1 \right) \right) * 100$$

C: Porcentaje de espacio muerto [-]

$$C = \frac{\text{Volumen espacio Muerto}_{CBP}}{CI}$$

Rendimiento volumétrico indicado:

$$\eta_{vci} = \frac{l_{\text{Capacidad}}}{l_{CI}} * 100$$

presión media indicada:

$$P_{mi} = \frac{A_{DICXP}}{L_{DICXP}} * K_{\text{Resorte CXP}} \text{ [kp/cm}^2\text{]}$$

A_{DICXP} : Área diagrama indicado del cilindro que corresponda [cm²]

L_{DICXP} : Largo diagrama indicado del cilindro que corresponda [cm]

K_{DICXP} : Constante resorte indicador de diagramas del cilindro que corresponda. [¿?]

Potencia indicada:

$$N_{iCXP} = \frac{P_{miCXP} * A_{CXP} * L * n * 9,80665}{60 * 1000} \text{ [kW]}$$

A_{CXP} Área del cilindro que corresponda [cm²]

L Carrera del compresor [m]

Corriente media:

$$I = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \text{ [A]}$$

Potencia eléctrica:

$$N_{\text{Elec}} = W_1 + W_2 \text{ [kW]}$$

Caudal de agua:

$$V_{\text{agua}} = \frac{10}{\tau} * 60 \text{ [l/min]}$$

Calor transferido:

$$Q = \rho * V_{\text{agua}} * c * (t_s - t_E) \text{ [kcal/min]}$$

ρ

Densidad del agua [kg/m³]

c

Calor específico del agua [kcal/kg] o [J/kg]

Ps: presión de salida

Pe: presión de entrada

Te: Temperatura de entrada.

Tes: temperatura de salida.

Bp: cilindro de baja presión.

Cap: cilindro de alta presión.

Ca: cilindro de alta.

Pmi: presión media indicada.

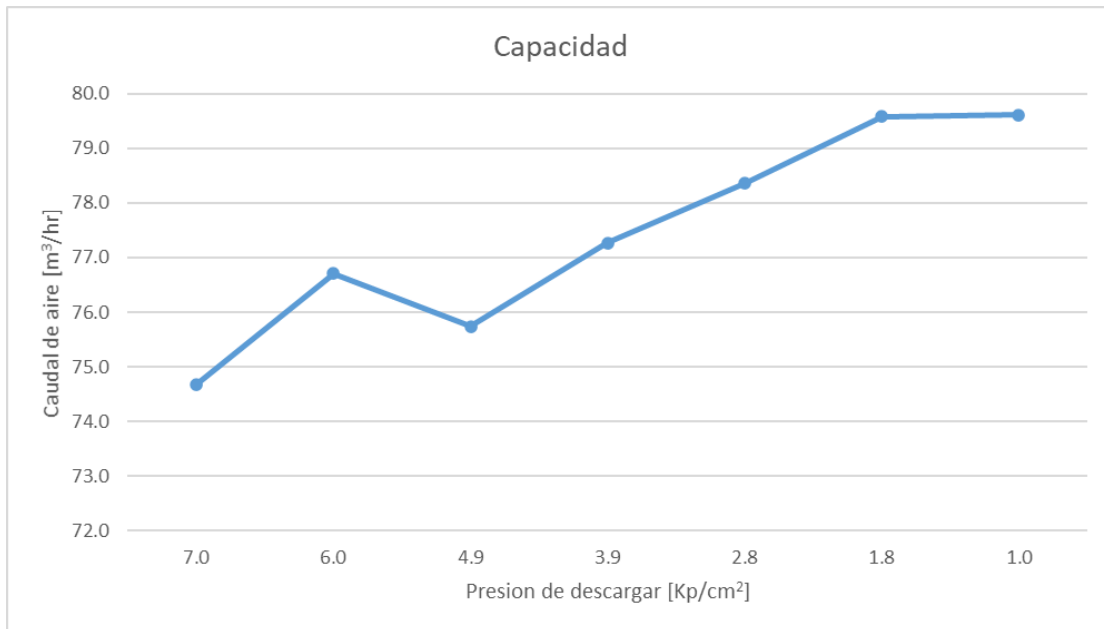
Pi: potencia indicada.

Gráficas y respuestas planteadas por el profesor

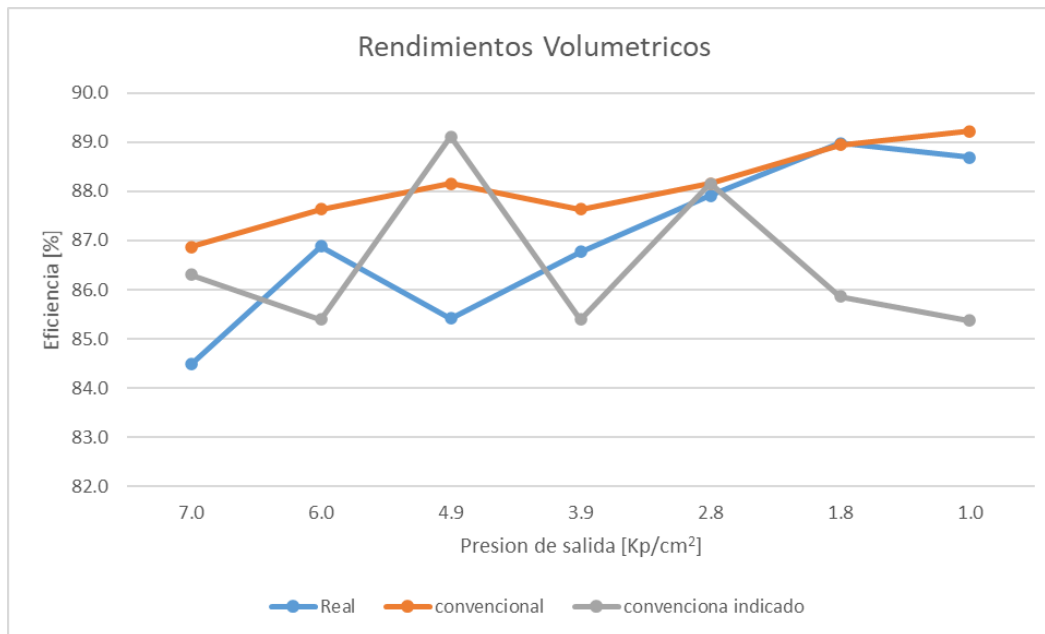
2.1) Graficar el rendimiento volumétrico real, convencional, convencional indicado y la capacidad, en función de la presión de descarga.

Presion de descarga	Real	convencional	convenciona indicado	Capacidad
[kp/cm ²]	[%]	[%]	[%]	[m ³ /hr]
7.0	84.5	86.9	86.3	74.7
6.0	86.9	87.6	85.4	76.7
4.9	85.4	88.2	89.1	75.7
3.9	86.8	87.6	85.4	77.3
2.8	87.9	88.2	88.2	78.4
1.8	89.0	88.9	85.9	79.6
1.0	88.7	89.2	85.4	79.6

Tabla 2 "Eficiencias volumetricas y capacidad del compresor"



Grafica 1 "Capacidad del compresor"



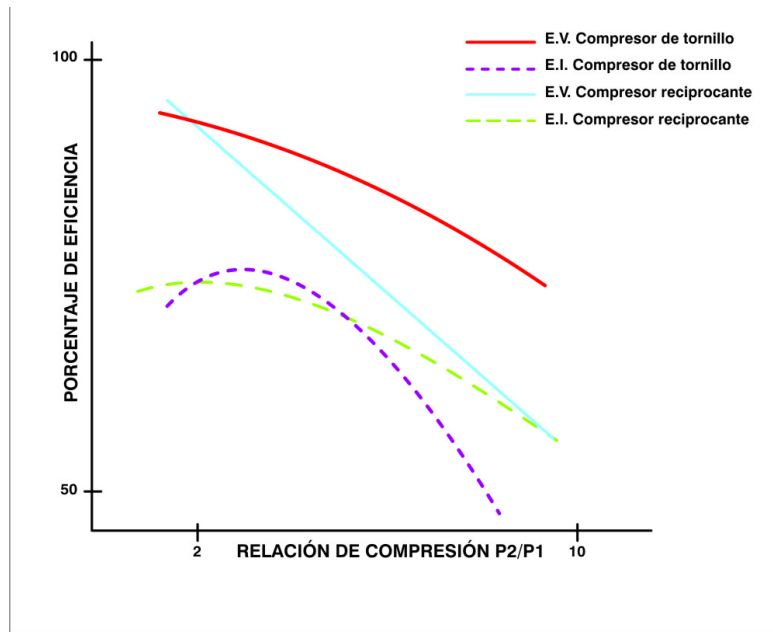
Grafica 2 "Eficiencias volumetricas"

2.1.1) ¿La forma de las curvas es la correcta?

la gráfica de capacidad posee una forma bastante correcta, con respecto, a los datos que se entregaron, ya que este varia de manera directamente proporcional con las diferencias de presiones calculada por el manómetro en el estanque de baja presión, mientras que la graficas de rendimiento, no se encuentran del todo correctas.

2.1.2) ¿Los valores del rendimiento volumétrico real están en el rango que le corresponde?

Los valores obtenidos del rendimiento volumétrico real se encuentran, de cierta forma, coherentes con los que se deben obtener, ya que este rendimiento, varia de forma lineal y ascendente a medida que va disminuyendo la presión de salida, lo cual nos permite tener una relación de presión menos al momento de comprimir un gas, como se puede observar en el siguiente gráfico.



Grafica 3 "Eficiencia de un compresor reciproco promedio"

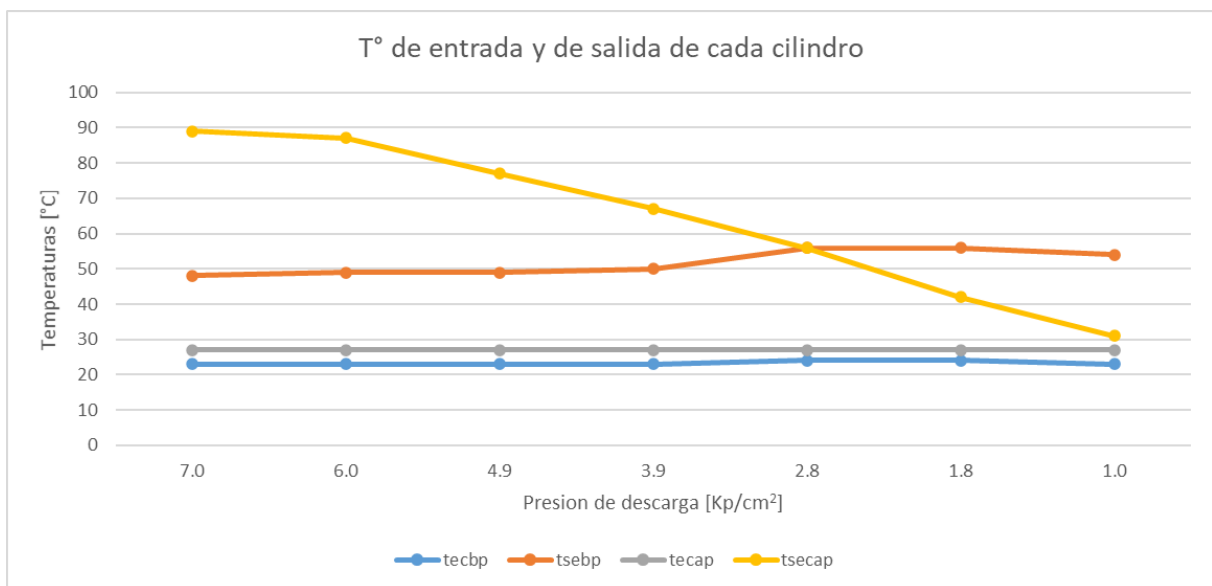
2.1.3) ¿Cómo explica las diferencias entre el rendimiento volumétrico real y los otros rendimientos?

Al momento de comparar los rendimientos volumétricos entre sí, nos podemos dar cuenta de que ahí, cierto margen de incongruencia, ya que, por lo general, el rendimiento real llega a ser algo menor que los otros dos rendimientos, ya que este posee una mayor cantidad de pérdidas que las otras dos, sin embargo, no hay que dejar de lado, que las otras dos rendimientos, se calcularon con elementos de medición poco precisos, por lo que los datos entregados, no serían lo suficientemente representativos de las curvas que se deben obtener.

2.2) Graficar la temperatura de aspiración y descarga de cada cilindro, en función de la presión de descarga.

Medida	Pd	tec _{bp}	tse _{bp}	tec _{ap}	tse _{cap}
[-]	[kp/cm ²]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
1	7	23	48	27	89
2	6	23	49	27	87
3	4.9	23	49	27	77
4	3.9	23	50	27	67
5	2.8	24	56	27	56
6	1.8	24	56	27	42
7	1	23	54	27	31

Tabla 3 "Temperaturas de entrada y salida de cada cilindro."



Grafica 4" Temperaturas de entrada y salida de cada cilindro"

2.2.1) ¿La posición relativa de las curvas es la correcta?

Si, las posiciones de las curvas de temperaturas de cada cilindro se encuentran distribuidas de manera correcta.

2.2.2) ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Si, los valores mostrados se encuentran correctos.

Al comparar el comportamiento de estas temperaturas, se puede deducir, que el cilindro de baja presión trabaja de manera bastante consistente y sin presentar grandes cambios, a medida que disminuye la presión de salida, sin embargo, el cilindro de alta presión se

encuentra fuertemente dependiente de esta, lo cual hace que a medida que disminuye las presiones, las temperaturas alcanzadas por el cilindro de alta tambien lo hagan.

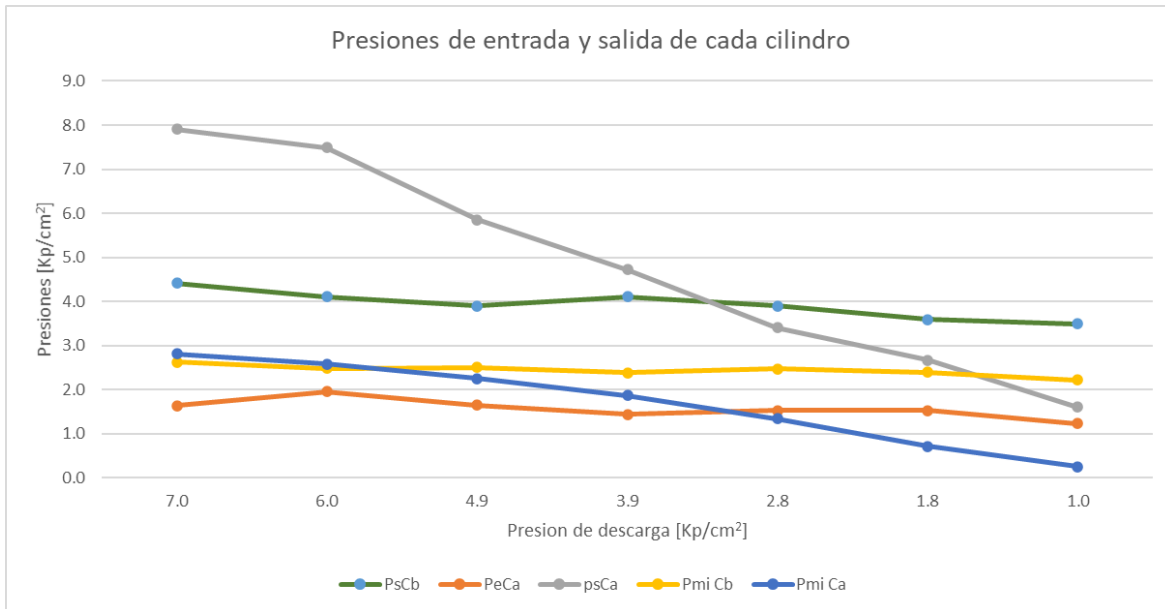
2.3) Graficar la presión de aspiración y descarga de cada cilindro y la presión intermedia teórica, en función de la presión de descarga.

Medida	Pd	PeCb	PsCb	PeCa	psCa
[-]	[kp/cm ²]	[kp/cm ²]	[kp/cm ²]	[kp/cm ²]	[kp/cm ²]
1	7	0.00	4.41	1.64	7.91
2	6	0.00	4.11	1.95	7.49
3	4.9	0.00	3.90	1.64	5.85
4	3.9	0.00	4.11	1.44	4.72
5	2.8	0.00	3.90	1.52	3.40
6	1.8	0.00	3.60	1.52	2.67
7	1	0.00	3.49	1.23	1.60

Tabla 4 "Presiones de entrada y de salida de cada cilindro"

Medida	Pd	Pmi Cb	Pmi Ca
[-]	[kp/cm ²]	[kp/cm ²]	[kp/cm ²]
1	7	2.62	2.81
2	6	2.48	2.58
3	4.9	2.50	2.26
4	3.9	2.39	1.87
5	2.8	2.47	1.35
6	1.8	2.40	0.71
7	1	2.22	0.26

Tabla 5 "Presiones media de cada cilindro"



Grafica 5 "Presiones de entrada y salida de cada cilindro"

2.3.1) ¿La posición relativa de las curvas es la correcta?

Si, las posiciones de las curvas se encuentran correctas.

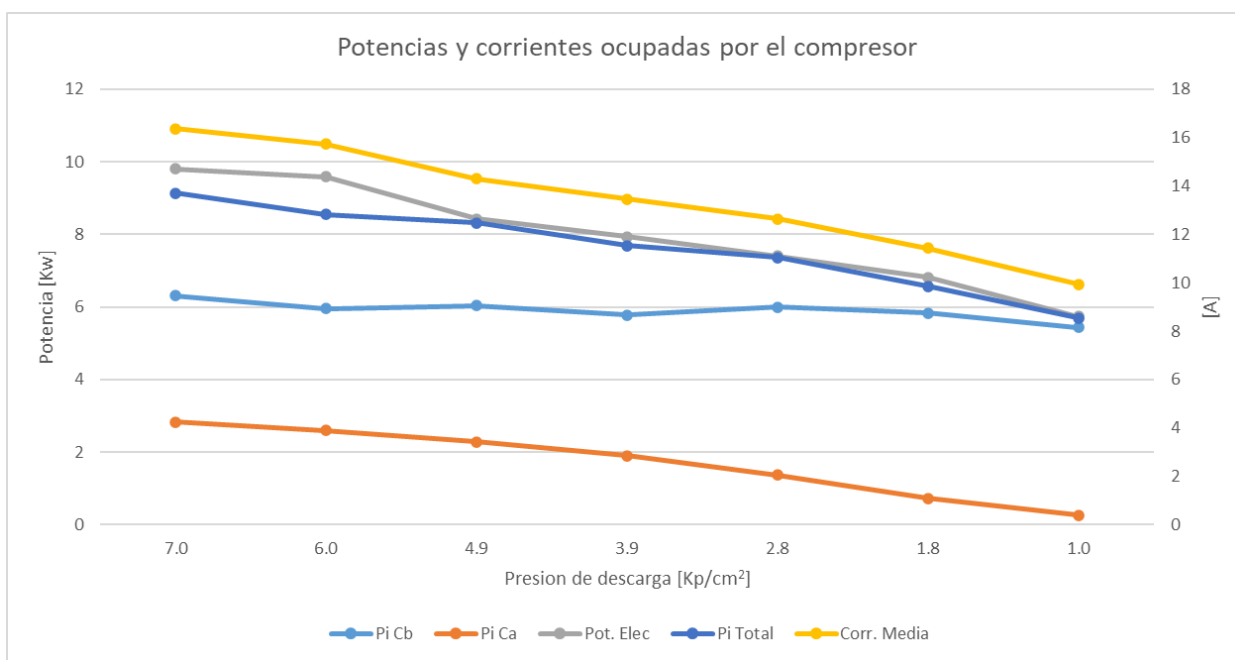
2.3.2) ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

La curva de presión que podría estar de alguna forma errónea, podría ser la presión media indicada del cilindro de alta presión, ya que esta presenta valores menores a los del cilindro de baja, sin embargo, esto tiene su razón, ya que esta presión media indicada, se encuentra calculada como un valor tomado desde la presión barométrica, la cual vendría siendo el 0, en la gráfica mostrada anteriormente, lo cual es falso, debido a que esta presión está tomada como base a la presión de entrada del cilindro de alta, lo cual haría aumentar esa presión media indicada.

2.4) Graficar la potencia indicada de cada cilindro y total; la potencia y la corriente eléctrica, en función de la presión de descarga.

Medicion	Pd	Pi Cb	Pi Ca	Pi Total	Corr. Media	Pot. Elec
[-]	[kp/cm ²]	[Kw]	[Kw]		[A]	[Kw]
1	7	6.31	2.83	9.14	16.37	9.81
2	6	5.96	2.60	8.55	15.73	9.59
3	4.9	6.04	2.28	8.32	14.30	8.43
4	3.9	5.78	1.90	7.68	13.47	7.93
5	2.8	6.00	1.37	7.36	12.63	7.40
6	1.8	5.84	0.73	6.56	11.43	6.81
7	1	5.44	0.26	5.70	9.93	5.74

Tabla 6 "Potencias consumida de cada cilindro y obtenida de la corriente"



Grafica 6 "Potencia utilizada en el proceso de compresion"

2.4.1) ¿La posición relativa de las curvas es la correcta?

Si, no hay ningún problema con la forma de la curva, ya que se puede ver que a medida que disminuye la relación de compresión, también disminuye la potencia consumida

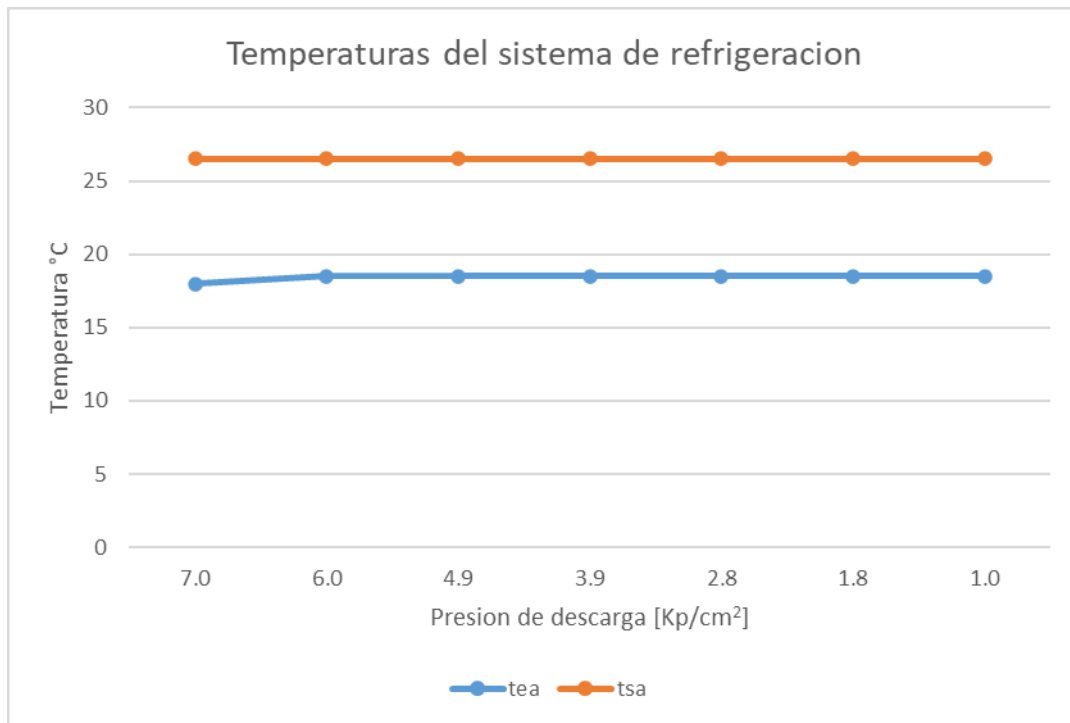
2.4.2) ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Si, la potencia ocupada por el proceso de compresión es menor que la potencia eléctrica consumida, así que no habría ningún problema con los valores.

2.5) Graficar la temperatura de entrada y salida del agua de refrigeración; el caudal de agua; el calor total de la refrigeración del compresor, en función de la presión de descarga.

Medida	Pd	tea	t _{sa}
[-]	[kp/cm ²]	[°C]	[°C]
1	7	18	26.5
2	6	18.5	26.5
3	4.9	18.5	26.5
4	3.9	18.5	26.5
5	2.8	18.5	26.5
6	1.8	18.5	26.5
7	1	18.5	26.5

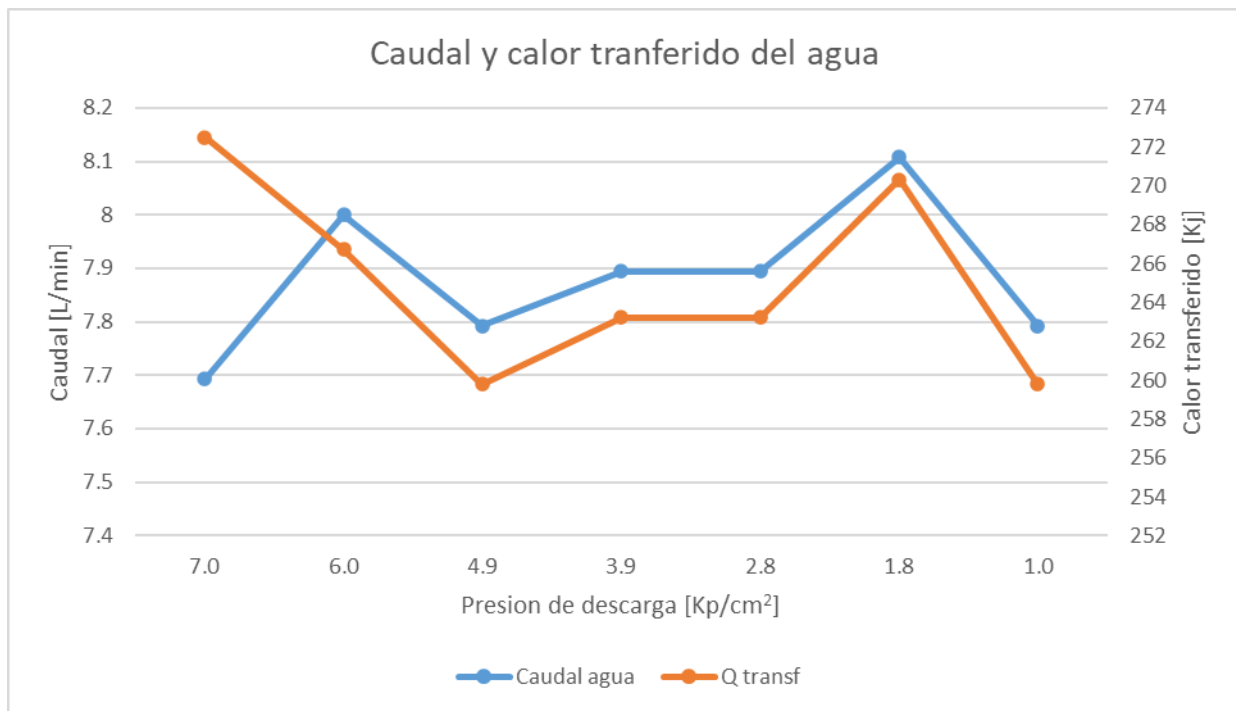
Tabla 7 "temperaturas del refrigerante"



Grafica 7 "Temperaturas del refrigerante"

Medida	Pd	Caudal agua	Q transf
[-]	[kp/cm ²]	[l/min]	[Kj/min]
1	7	7.692307692	272.4877692
2	6	8	266.71744
3	4.9	7.792207792	259.7897143
4	3.9	7.894736842	263.208
5	2.8	7.894736842	263.208
6	1.8	8.108108108	270.3217297
7	1	7.792207792	259.7897143

Tabla 8 "Caudal de refrigerante y calor transferido por minuto"



Grafica 8 "Caudal del refrigerante y calor transferido"

2.5.1) ¿La posición relativa de las curvas es la correcta?

La posición de las curvas de temperatura, se encuentran en una posición correcta, ya que estas extraen, la misma diferencia de temperatura del aire combustible, sin importar el caudal.

Mientras que la curva de transferencia de calor y caudal, tienen un patrón bastante similar, lo cual es lógico, pero hay algo que no es consistente.

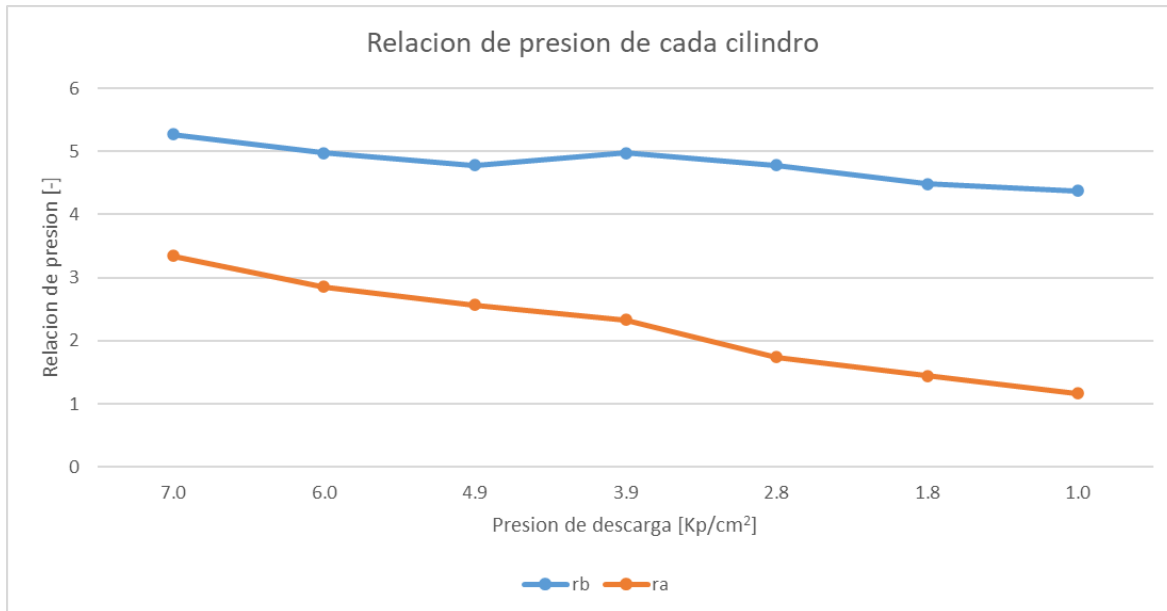
2.5.2) ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Los únicos valores que pueden tener alguna especie de error son la relación del caudal y calor transferido en la presión de descarga de 7 [Kp/cm²], ya que no sigue el orden que lo hace el resto de la curva.

2.6) Graficar la relación de compresión de cada cilindro, en función de la presión de descarga.

Medida	Pd	rb	ra
[-]	[kp/cm ²]	[-]	[-]
1	7	5.27	3.34
2	6	4.98	2.86
3	4.9	4.78	2.57
4	3.9	4.98	2.33
5	2.8	4.78	1.74
6	1.8	4.48	1.45
7	1	4.38	1.16

Tabla 9 "relación de presión de cada cilindro"



Grafica 9 "Relacion de presion de cada cilindro"

2.6.1) ¿La posición relativa de las curvas es la correcta?

Si, las curvas de relación de presión son coherentes.

2.6.2) ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Si, ya que a medida que se disminuye las presiones de descarga del compresor, estas solo afectan al cilindro de alta presión, como lo muestran los ensayos otorgados por el profesor.

Conclusión

Los compresores, ya sean recíprocos o no, son elementos muy importantes y bastante requeridos en la gran mayoría de industrias o ambientes laborales, como lo son la refrigeración, ciclos de potencia, circulación de fluido, entre otros, por lo cual, es muy relevante estar al tanto de sus condiciones de operación y sus rendimientos, como lo pueden ser el volumétrico, mecánico, térmico, los cuales en este informe se pudo mostrar uno de ellos.

Las presiones que se miden en cada pistón pueden ser, el parámetro más relevante del compresor, ya que este nos permite saber, si el compresor está funcionando de manera correcta, en caso de no serlo, este mostraría parámetros menores o mayores a los que debería, produciendo una ineficiencia en el proceso productivo.

La razón de compresión que se pudo ver en este informe es bastante interesante, ya que a medida que las presiones de salida del estante de baja de presión son menores, las relaciones de presión del cilindro de baja presión, se mantiene casi constante, mientras que el de alta presión, varia de manera drástica, hasta in punto de tener una relación de compresión de 1:1.

Las potencias que se consumen en el compresor son siempre inferiores a la potencia obtenida en la corriente eléctrica, ya que sería bastante ilógico o erróneo, que el compresor estuviera ocupando, más energía que la que se le da.

Mientras que la forma en cómo funcionaba el refrigerante también fue bastante sorpresivo, ya que este no variaba aun cuando las presiones que se querían obtener eran menores, haciendo que el calor extraído del aire variaba de manera bastante poca, y fluctuaba únicamente cuando fluctuar el flujo de este, por lo cual es bastante coherente.