

Compresor reciproco

Autor:

Marcelo León Vargas

Profesor: Cristóbal Galleguillos

ÍNDICE:

Introducción.....	3
Objetivos	4
Fórmulas.....	5
Tabla de valores medidos.....	6
Tabla de valores calculados... ..	7
Gráfico 1: Eficiencia y capacidad vs Presión descarga	8
Respuestas a preguntas gráfico 1	9
Gráfico 2: Temperaturas compresor vs Presión descarga	10
Gráfico 3: Presiones aspiración, descarga e intermedia vs Presión descarga	12
Gráfico 4: Potencias y corriente vs Presión descarga	14
Gráfico 5: Temperaturas y Calor de refrigeración vs Presión descarga	16
Gráfico 6: Relación presiones vs Presión descarga	18
Conclusiones... ..	20
Anexos	21

Introducción:

Cuando se requieren presiones elevadas, es necesario el uso de una máquina que sea capaz de entregar la presión que necesitamos a partir de distintas maneras. Las condiciones internas de los compresores estarán dadas por la necesidad de presión de descarga solicitada. En este caso, analizaremos el funcionamiento de un compresor entroncado de 2 cilindros y de dos etapas, enfriado por agua. Analizaremos las temperaturas, presiones totales y diagramas indicados, tanto como el cilindro de baja presión, como para el de alta presión.

Objetivos:

Analizar el comportamiento del compresor recíproco sometido a distintas condiciones de operación.

Fórmulas:

Capacidad: Estanque de baja presión: [m³/h]

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

Cilindrada: [m³]

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

Desplazamiento: [m³/min]

$$Dl = Cl * n$$

Rendimiento volumétrico real: [%]

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

Rendimiento volumétrico convencional: [%]

$$\eta_{vc} = (1 - C (r^{\frac{1}{k}} - 1)) * 100 \quad C = \frac{\text{Volumen espacio muerto CBP}}{Cl}$$

Rendimiento volumétrico convencional indicado: [%]

$$\eta_{VCI} = \frac{l_{Capacidad}}{l_{CL}} * 100$$

Presión media indicada: [kp/cm²]

$$Pmi_{CXP} = \frac{A_{DICXP}}{L_{DICXP}} * K_{ResorteCXP}$$

Potencia indicada: [kW]

$$Ni_{CXP} = \frac{Pmi_{CXP} * A_{CXP} * L * N * 9,80665}{60 * 1000}$$

Corriente Media: [A]

$$I = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3}$$

Potencia eléctrica: [kW]

$$N_{elec} = W_1 + W_2$$

Caudal de agua: [l/min]

$$V_{agua} = \frac{V}{\tau} * 60$$

Calor transferido: [kcal/min]

$$Q = \rho * V_{agua} * C * (Ts - Te)$$

3.1. Tabla de valores medidos:

	Compresor					
	Presión	Velocid	Temperatura			
	Pd	n	tecbp	tsebp	tecap	tecap
	[kp/cm ²]	[rpm]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
1	7,0	499,3	23	48	27	89
2	6,0	498,7	23	49	27	87
3	4,9	500,8	23	49	27	77
4	3,9	503,0	23	50	27	67
5	2,8	503,4	24	56	27	56
6	1,8	505,2	24	56	27	42
7	1,0	507,0	23	54	27	31

Estanque de		Agua de refrigeración		
baja presión		Temperatura		tiempo
tebp	ΔP	tea	t _{sa}	10 l
[°C]	[mmca]	[°C]	[°C]	[s]
39	514	18	26,5	78
40	544	18,5	26,5	75
41	532	18,5	26,5	77
40	552	18,5	26,5	76
39	562	18,5	26,5	76
37	576	18,5	26,5	74
39	584	18,5	26,5	77

Motor Eléctrico						
Tensión	Corrientes			Potencia		
V	I1	I2	I3	W1	W2	Patm.
[V]	[A]	[A]	[A]	[kW]	[kW]	[mmHg]
375	17,2	15,9	16	6,53	3,28	760,1
375	16,5	15,3	15,4	6,53	3,06	760,1
376	15,2	13,9	13,8	5,73	2,7	760,1
376	14,1	13,2	13,1	5,33	2,6	760,1
376	13,2	12,6	12,1	5	2,4	760,1
376	11,9	11,4	11	4,69	2,12	760,1
376	10,4	9,9	9,5	4,1	1,64	760,1

3.3 Tabla de valores calculados:

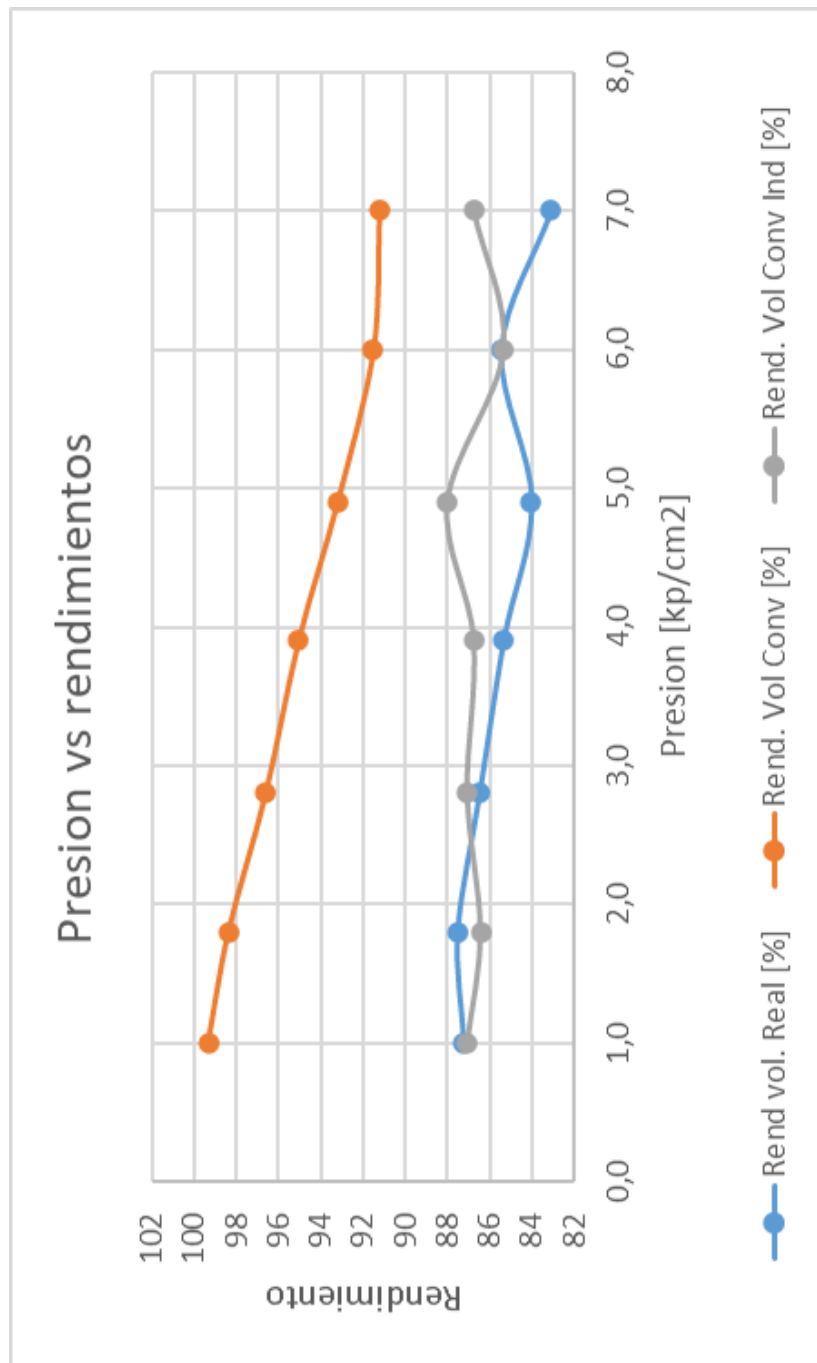
	Capacidad	Cilindrada	Desplazamiento	Rend vol. Real	P. espacio muerto	Rend. Vol Conv	Rend. Vol Conv Ind
	[m ³ /h]	[m ³]	[m ³ /min]	[%]	[-]	[%]	[%]
1	73,4401	0,0029492	1,472558029	83,12077765	0,057641871	91,23661246	86,7394696
2	75,43211	0,0029492	1,470788482	85,47809094	0,057641871	91,51695814	85,3354134
3	74,47663	0,0029492	1,476981896	84,04145702	0,057641871	93,20749596	87,9875195
4	75,98474	0,0029492	1,483470235	85,36823183	0,057641871	95,04183588	86,7394696
5	77,05212	0,0029492	1,484649933	86,49864196	0,057641871	96,59559998	87,0514821
6	78,25717	0,0029492	1,489958574	87,53841773	0,057641871	98,35716998	86,4274571
7	78,28132	0,0029492	1,495267215	87,25454707	0,057641871	99,3130447	87,0514821

PMI [kp/cm ²]		A Di [cm ²]		Ni [kW]		
CBP	CAP	CBP	CAP	CBP	CAP	Total
1,31061	2,8106061	5,2	5,56	3,15	2,83	5,98
1,23914	2,5818182	4,9	5,11	2,91	2,6	5,58
1,25101	2,2575758	4,95	4,47	3,02	2,28	5,3
1,19268	1,8732323	4,72	3,71	2,89	1,9	4,79
1,23561	1,3454546	4,89	2,66	2,99	1,36	4,36
1,19848	0,7141414	4,74	1,41	2,92	0,73	3,64
1,11237	0,2560606	4,4	0,5	2,72	0,26	2,98

	Pd	Corriente media [I]	Pot electrica [Nelec]	Caudal agua [Vagua]	Calor trans [Q]
	[kp/cm ²]	[A]	[kW]	[l/min]	[kcal/min]
1	7,0	16,36666667	9,81	7,692307692	65,18846154
2	6,0	15,73333333	9,59	8	63,808
3	4,9	14,3	8,43	7,792207792	62,15064935
4	3,9	13,46666667	7,93	7,894736842	62,96842105
5	2,8	12,63333333	7,4	7,894736842	62,96842105
6	1,8	11,43333333	6,81	8,108108108	64,67027027
7	1,0	9,933333333	5,74	7,792207792	62,15064935

3.4 Grafico:

3.4.1 grafica del rendimiento volumétrico real, convencional, indicado y capacidad en función de la presión de descarga.



3.4.1.1 ¿La forma de las curvas es la correcta?

Sí, la forma de las curvas es correcta. Ya que se observa que el rendimiento volumétrico convencional es mayor que el rendimiento volumétrico real. Esto se debe a que el rendimiento volumétrico convencional no se ve afectado por las pérdidas pero sí por el espacio muerto, en cambio el rendimiento volumétrico real se ve afectado por este último y también por las pérdidas de carga que se encuentran en el sistema, provocando estas diferencias en las curvas.

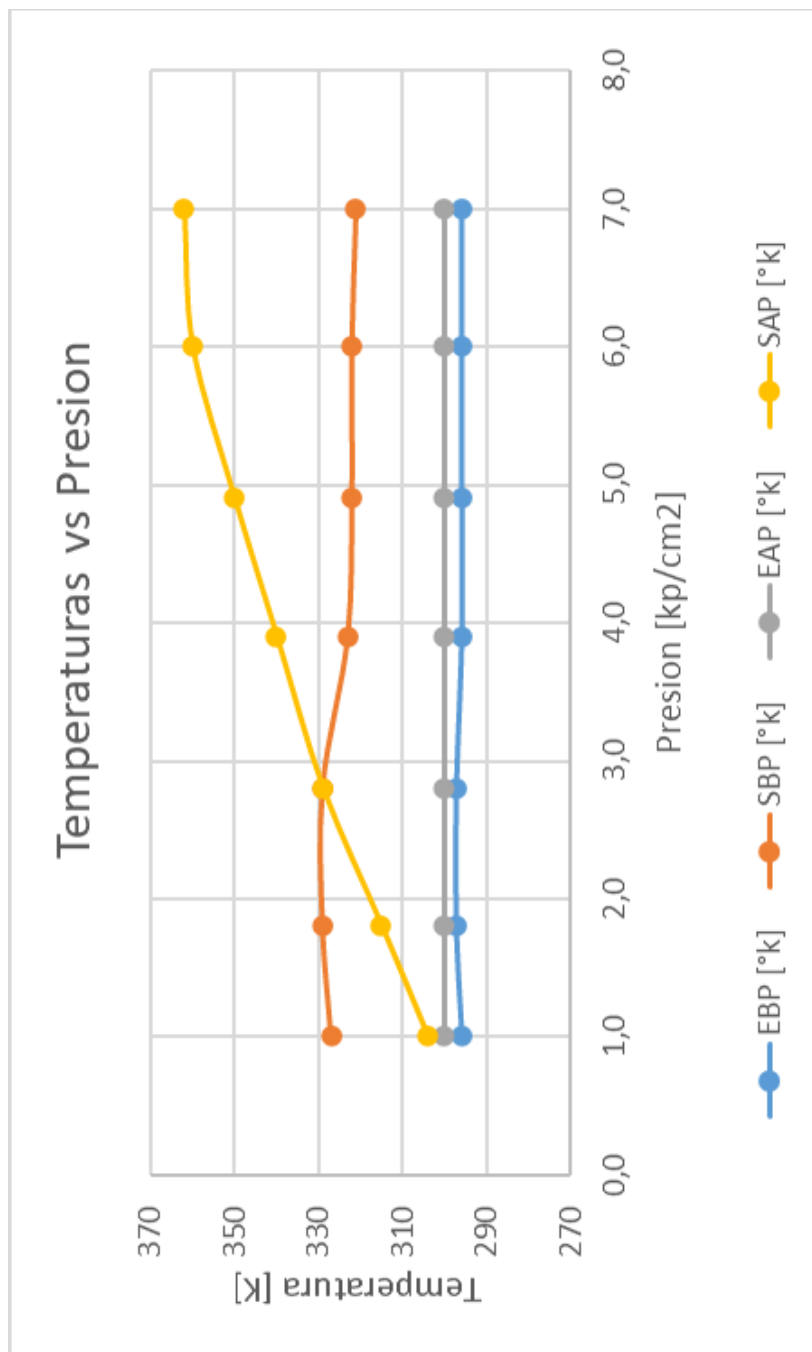
3.4.1.2 ¿Los valores del rendimiento volumétrico real están en el rango que le corresponde?

Son los que se podría esperar de un proceso de compresión real, en el cual se consideran las pérdidas de los procesos de admisión y escape, y que están por debajo del rendimiento volumétrico convencional.

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

Se explican por la forma en que se obtienen los rendimientos, en el real se consideran pérdidas producidas por diferentes elementos mecánicos que interactúan entre sí, los, pero en el convencional no consideramos esto pero sí el espacio muerto, lo que nos arrojará diferentes valores en ambos casos.

3.4.2 Grafica de la temperatura de aspiración y descarga de cada cilindro, en función de la presión de descarga.



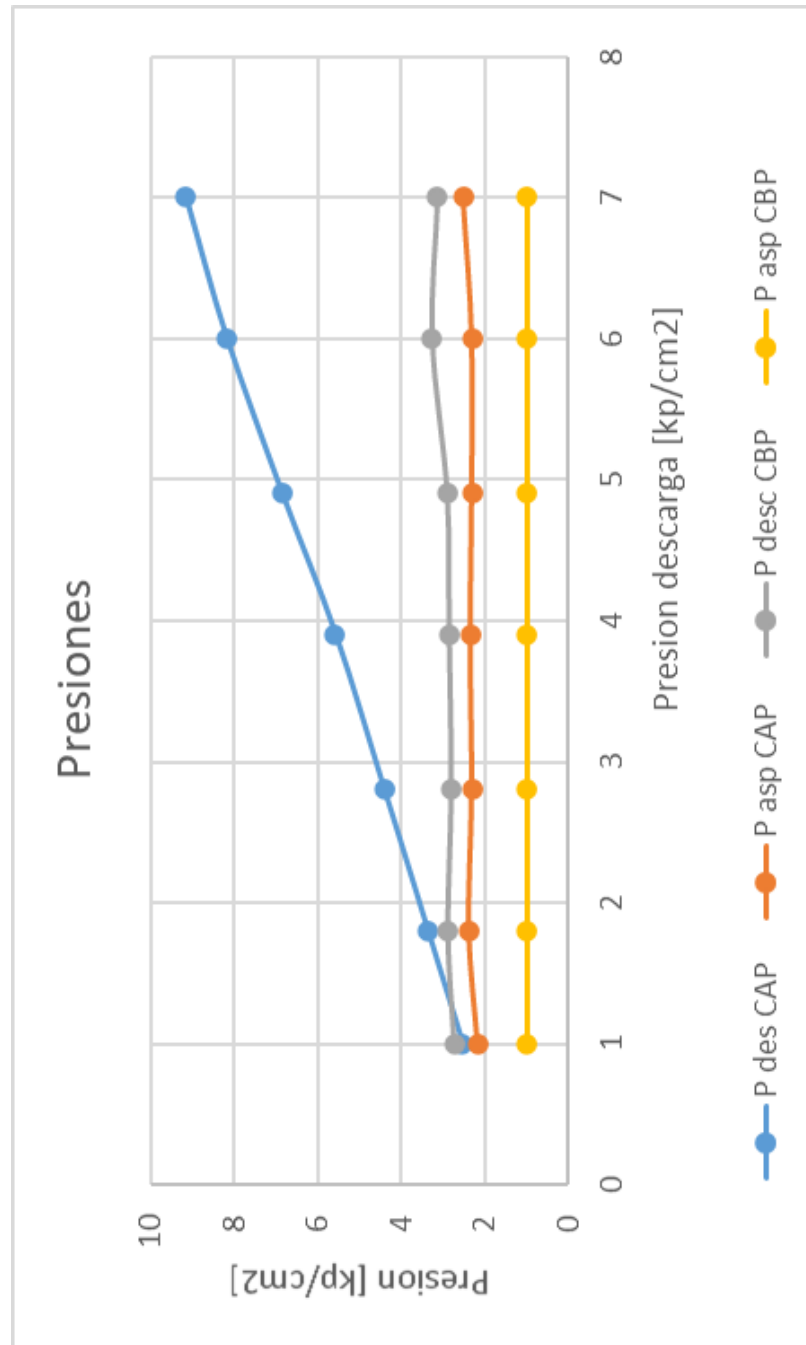
3.4.2.1 ¿La posición relativa de las curvas es la correcta? Si es necesario explique.

Sí, es la correcta ya que las temperaturas de aspiración en el cilindro de baja presión corresponden al ambiente, luego de que el aire es comprimido en el cilindro de baja presión, la temperatura del aire aumenta, la cual será tratada en el sistema de refrigeración intermedio donde se puede apreciar una disminución de la temperatura al ingresar al cilindro de alta presión, la que aumentara nuevamente a la salida de este.

3.4.2.2 ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Si, se encuentran entre los esperados ya que la temperatura de aspiración del cilindro de baja presión es la ambiente, la cual aumentara al momento de ejecutar la compresión, para luego ser disminuida lo más cercana posible a la de aspiración y nuevamente ser comprimida llegando a una temperatura mayor a las anteriores.

3.4.3 Grafica de la presión de aspiración y descarga de cada cilindro y la presión intermedia teórica, en función de la presión de descarga



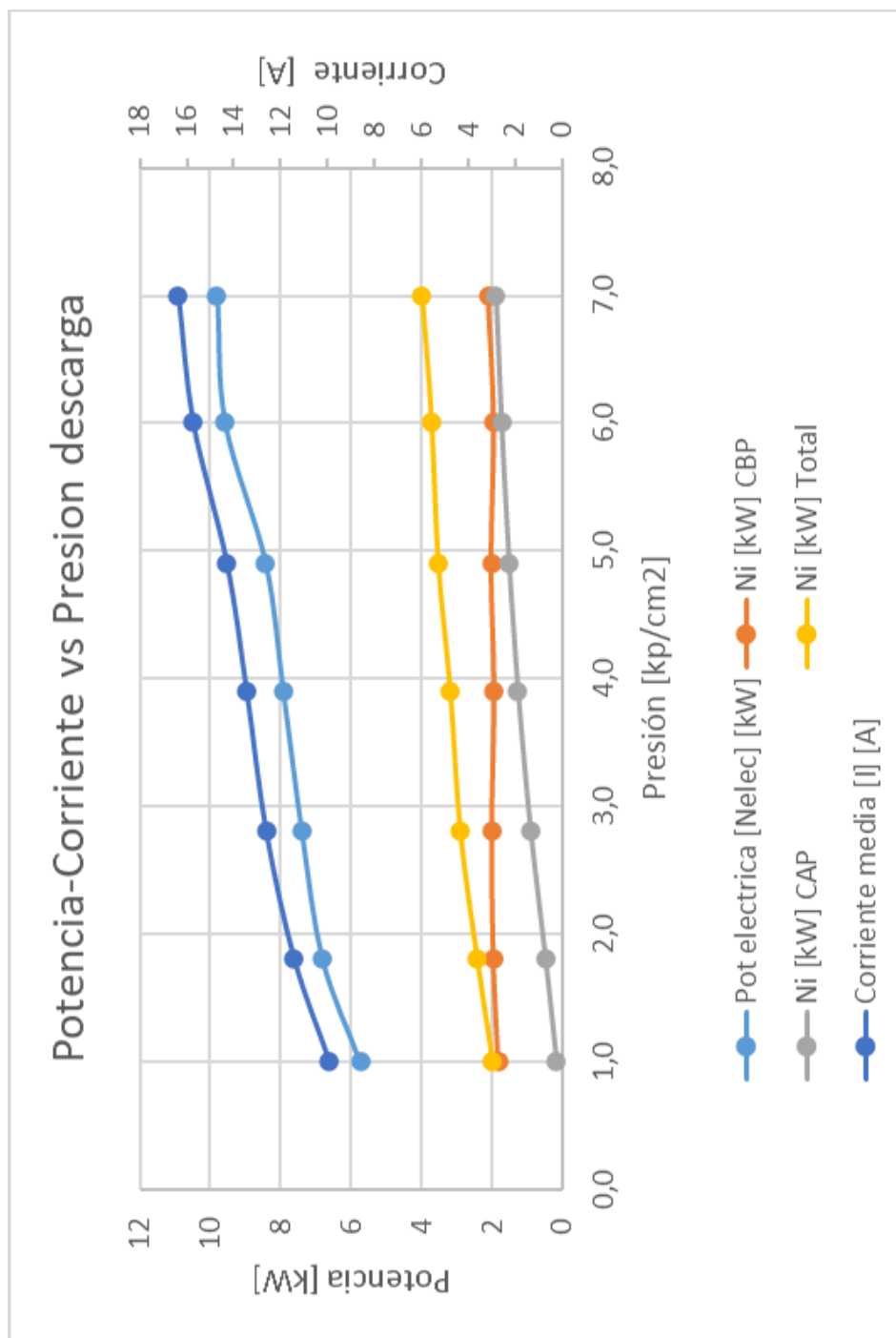
3.4.3.1 ¿la posición relativa de las curvas es la correcta? Si es necesario explique

Sí, la posición relativa de las curvas es correcta, porque podemos ver que la presión del cilindro de baja presión cuando aspira aire es menor que la presión atmosférica, ya que es producto un vacío en el cilindro. En el grafico también podemos observar perdidas tanto en la entrada y salida de los cilindros, también en la tubería que une los cilindros de baja presión, alta presión y refrigeración intermedia. En la aspiración del cilindro de alta presión, podemos observar que es menor a la presión de descarga del cilindro de baja presión y presenta un comportamiento similar a la presión de aspiración del cilindro de baja

¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Si corresponden como se observa en la gráfica la presión de aspiración es menor a la presión atmosférica, la presión de descarga es tal como se espera ya que va en un aumento lineal.

3.4.4 Grafica de la potencia indicada de cada cilindro y total, la potencia y corriente eléctrica, en función a la presión de descarga.



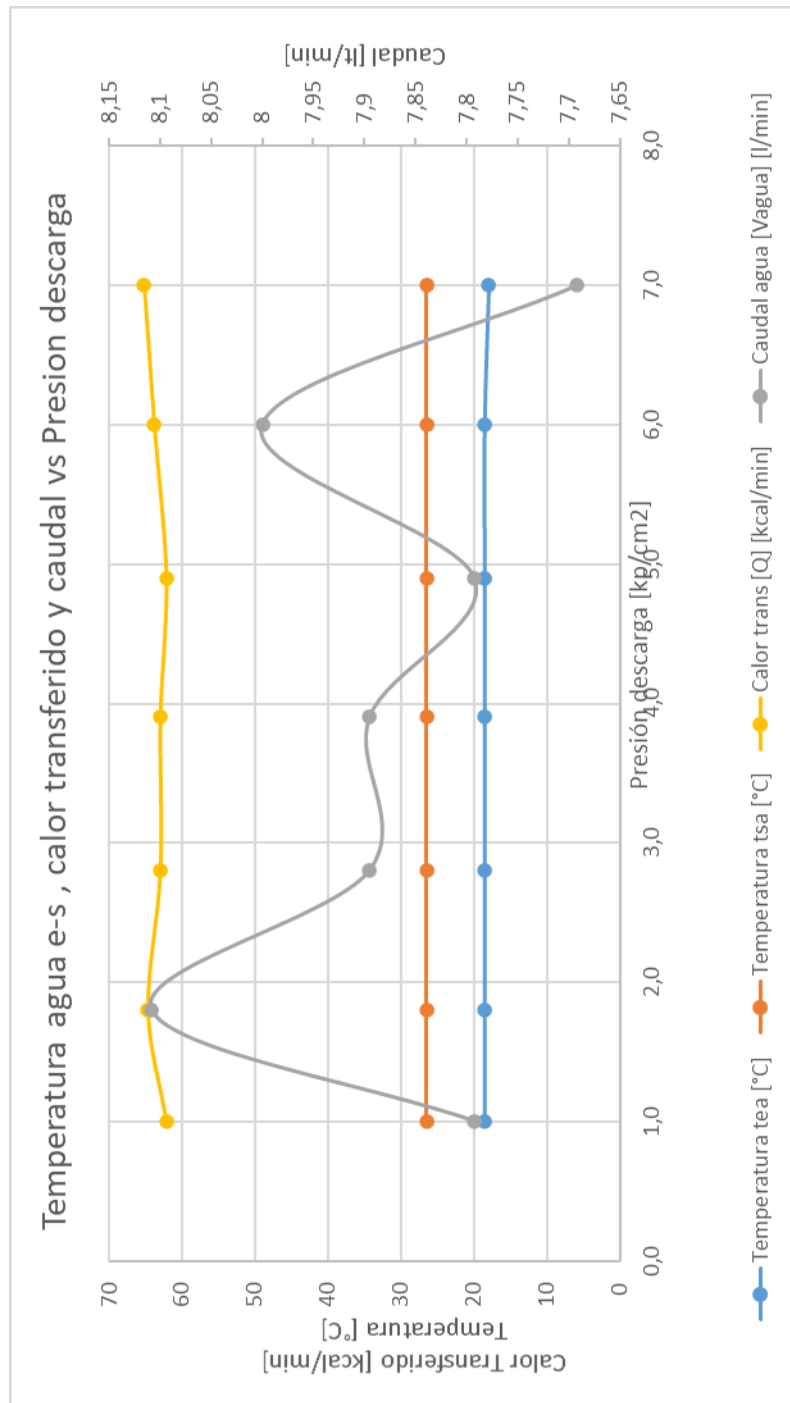
3.4.4.1 ¿la posición relativa de las curvas es la correcta? Si es necesario explique

En la teoría estudiada al aumentar los requerimientos de un dispositivo existe un aumento de la potencia y supone directamente un aumento en la corriente, esto se ve reflejado claramente en la gráfica, ya que a mayor potencia supone un aumento de la corriente y su presión de descarga, por lo tanto, la posición de las curvas si es correcta.

¿Los valores están en el rango que le corresponde?

La corriente y potencia eléctrica se encuentra en los rangos normales de operación del motor eléctrico. En el caso de la potencia indicada producto de las perdidas, ya sea por fricción o refrigeración, u otras, es que esta se encuentra bajo el valor de la potencia eléctrica.

3.4.5 Grafica la temperatura de entrada y salida del agua de refrigeración, el caudal del agua y el calor total de refrigeración del compresor, en función de la presión de descarga.



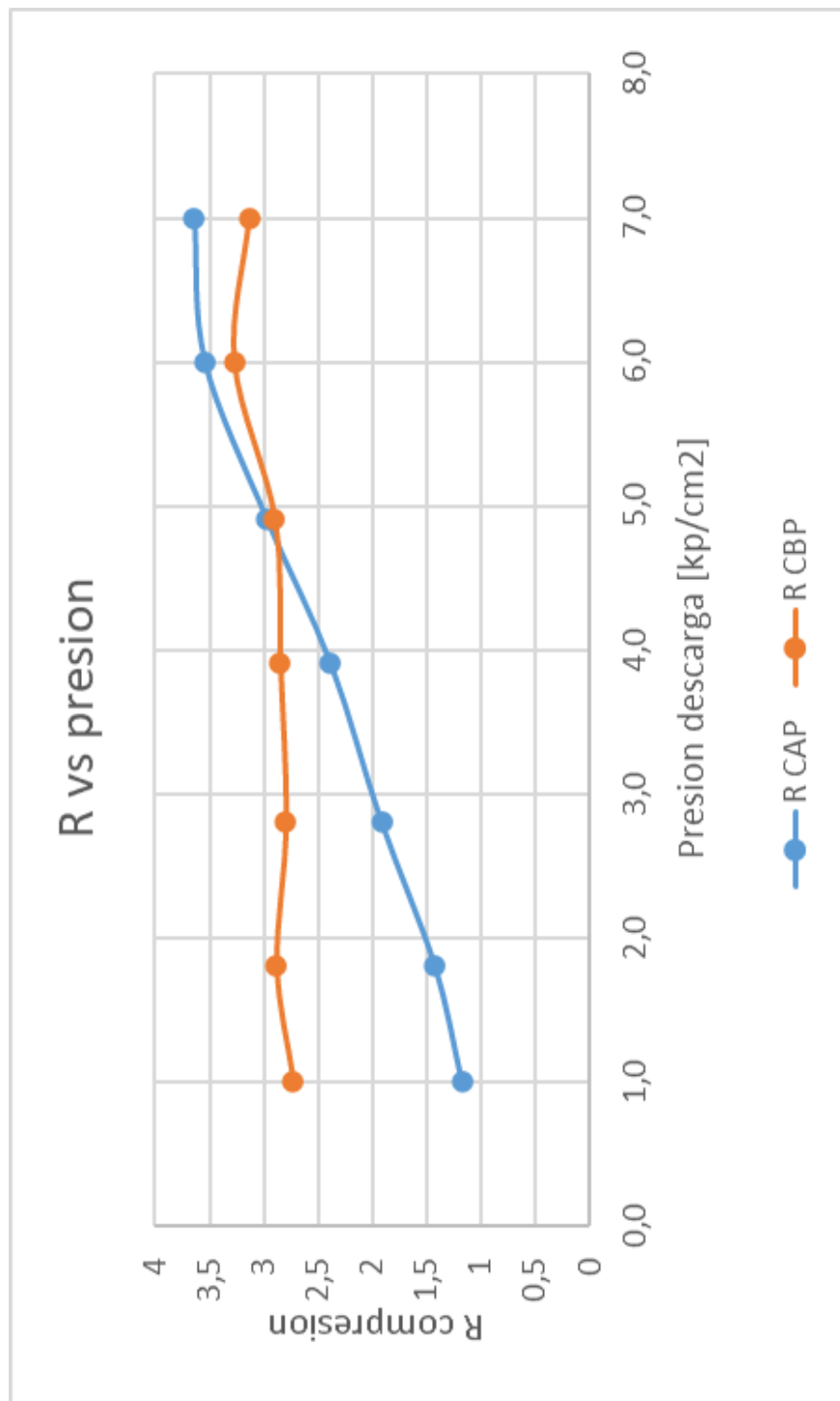
3.4.5.1 ¿la posición relativa de las curvas es la correcta? Si es necesario explique

Si es la correcta, ya que observando el caudal se mantiene constante a diferente presión de descarga. Respecto a la temperatura de salida, podemos ver que hay un aumento considerable en la salida ya que se trabaja con una mayor presión de descarga donde se genera un aumento de temperatura del fluido a comprimir.

3.4.5.2 ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Los valores de las curvas de temperatura se encuentran dentro de los correspondientes, porque hubo un aumento en la temperatura del agua de refrigeración de entrada con respecto a la temperatura de salida del compresor.

3.4.6 Grafica de la relación de compresión de cada cilindro, en función de la presión de descarga.



3.4.6.1 ¿La posición relativa de las curvas es la correcta? Si es necesario explique.

La posición relativa entre las curvas de relación de compresión de ambos cilindros consideramos que es la correcta debido a que ambas curvas tienen el mismo comportamiento, a medida que aumenta la presión de descarga, y como la presión atmosférica se mantiene igual provoca que la relación de compresión aumente. Esto explica también porque la r_{bp} es levemente mayor r_{ap} , debido a que aumentan la presión de salida y la intermedia pero la presión de entrada se mantiene por eso el cociente entre $p_{intermedia}$ y $p_{atmosferica}$ es mayor que p_{salida} y $p_{intermedia}$.

3.4.6.2 ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Si los valores obtenidos corresponden a valores esperados debido a que mayores relaciones de presión llevan a un sobre calentamiento en la cámara mayores esfuerzos en el pistón y cilindros, además en rendimiento se ve reducido significativamente.

Conclusiones y observaciones al ensayo

Podemos notar gracias a este experimento realizado, la importancia del sistema de refrigeración en ciclos de compresión, más aún cuando esto se hace de manera escalonada debido a que cuando comprimimos el gas de manera violenta incrementa su temperatura y si volvemos a comprimir aún más cuando éste está caliente podríamos llegar a temperaturas perjudiciales para los elementos mecánicos y se generarían daños irreparables en la máquina.

Es necesario para un funcionamiento correcto de los compresores y el almacenamiento del fluido de potencia, que controlemos algunos parámetros como son las temperaturas, la velocidad de giro, las presiones de admisión y de descarga de las etapas para asegurarnos de que el proceso se está llevando a cabo de la mejor manera y extendiendo la vida útil de las máquinas involucradas y demás de entregar seguridad al personal presente en operación.

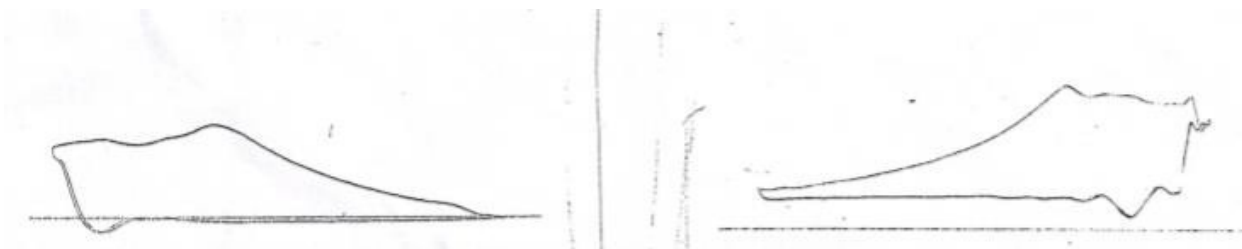
Anexos

Diagramas indicados:

Presión de descarga = 7 [kp/cm²] Cbp/Cap.



Presión de descarga = 6 [kp/cm²] Cbp/Cap



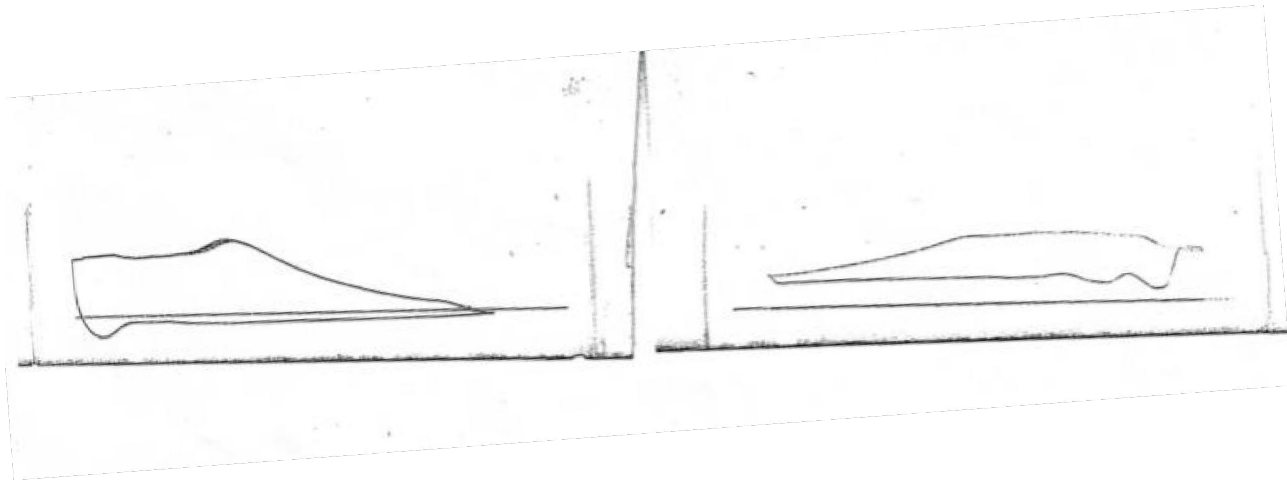
Presión de descarga = 4.9 [kp/cm²] Cbp/Cap



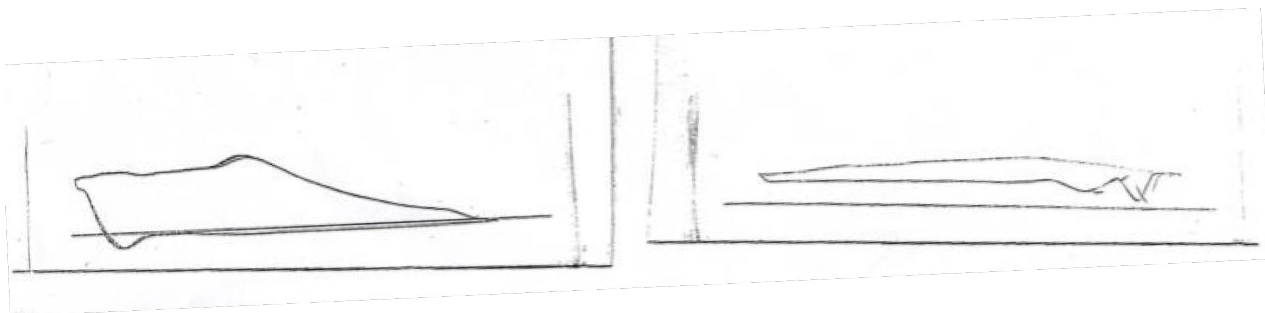
Presión de descarga = 3.9 [kp/cm²] Cbp/Cap



Presión de descarga = $2.8 \text{ [kp/cm}^2\text{]}$ Cbp/Cap



Presión de descarga = $1.8 \text{ [kp/cm}^2\text{]}$ Cbp/Cap



Presión de descarga = $1 \text{ [kp/cm}^2\text{]}$ Cbp/Cap

