

ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO

COMPRESOR RECIPROCO

Alumno: Carlos Aguilar Pinto

Asignatura: ICM557-3

Fecha: 06/11/2020

Profesores: Cristóbal Galleguillos Ketterer

Tomas Herrera Muñoz

Contenido

INTRODUCCIÓN.	II
OBJETIVOS.	III
PROCEDIMIENTO DEL TRABAJO	IV
DATOS Y FORMULAS A USAR	V
DESARROLLO.	
GRAFICAR EL RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO REAL, CONVENCIONAL, CONVENCIONAL INDICADO Y LA CAPACIDAD, EN FUNCIÓN DE LA PRESIÓN DE DESCARGA	
¿LA FORMA DE LAS CURVAS ES LA CORRECTA?	I
¿LOS VALORES DEL RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO REAL ESTÁ EN EL RANGO QUE LE CORRESPONDE?	I
¿CÓMO EXPLICA LAS DIFERENCIAS ENTRE EL RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO REAL Y LOS OTROS RENDIMIENTOS?	I
GRAFICAR LA TEMPERATURA DE ASPIRACIÓN Y DESCARGA DE CADA CILINDRO, EN FUNCIÓN DE LA PRESIÓN DE DESCARGA.	II
¿LA POSICIÓN RELATIVA DE LAS CURVAS ES LA CORRECTA? SI ES NECESARIO EXPLIQUE.	III
¿LOS VALORES ESTÁN EN EL RANGO QUE LE CORRESPONDE?	III
GRAFICAR LA PRESIÓN DE ASPIRACIÓN Y DESCARGA DE CADA CILINDRO Y LA PRESIÓN INTERMEDIA TEÓRICA, EN FUNCIÓN DE LA PRESIÓN DE DESCARGA.	IV
¿LA POSICIÓN RELATIVA DE LAS CURVAS ES LA CORRECTA? SI ES NECESARIO EXPLIQUE.	V
¿LOS VALORES ESTÁN EN EL RANGO QUE LE CORRESPONDE?	V
GRAFICAR LA POTENCIA INDICADA DE CADA CILINDRO Y TOTAL; LA POTENCIA Y LA CORRIENTE ELÉCTRICA, EN FUNCIÓN DE LA PRESIÓN DE DESCARGA.	VI
¿LA POSICIÓN RELATIVA DE LAS CURVAS ES LA CORRECTA? SI ES NECESARIO EXPLIQUE.	VII
¿LOS VALORES ESTÁN EN EL RANGO QUE LE CORRESPONDE?	VII
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.	VIII
¿LA POSICIÓN RELATIVA DE LAS CURVAS ES LA CORRECTA? SI ES NECESARIO EXPLIQUE.	IX
¿LOS VALORES ESTÁN EN EL RANGO QUE LE CORRESPONDE?	IX
GRAFICAR LA RELACIÓN DE COMPRESIÓN DE CADA CILINDRO, EN FUNCIÓN DE LA PRESIÓN DE DESCARGA.	X
¿LA POSICIÓN RELATIVA DE LAS CURVAS ES LA CORRECTA? SI ES NECESARIO EXPLIQUE.	XI
¿LOS VALORES ESTÁN EN EL RANGO QUE LE CORRESPONDE?	XI
CONCLUSIÓN.	XII
ANEXOS.	XIII

Introducción.

En el informe a presentar se expone el estudio de ensayo de un compresor reciproco, se estudia su comportamiento bajo diferentes condiciones, a fin de poder analizarlo críticamente.

Objetivos.

Analizar el comportamiento del compresor reciproco sometido a distintas condiciones de operación

Procedimiento del trabajo

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 y esperar un tiempo para que se estabilice su operación.

— Con la presión manométrica de descarga nominal, 7 $[kp/cm^2]$, tome las siguientes mediciones:

- * Presión de descarga, $[kp/cm^2]$.
- * Velocidad del compresor, $[rpm]$.
- * Temperatura de aspiración y de descarga de ambos cilindros, $[^{\circ}C]$.
- * Diagramas indicados para cada cilindro.
- * Temperatura del estanque de baja presión, $[^{\circ}C]$.
- * Presión en el estanque de baja presión, $[cmca]$.
- * Temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeración, $[^{\circ}C]$.
- * Tiempo en llenarse el recipiente de volumen conocido, $[s]$.
- * Tensión y corriente eléctrica, $[V]$ y $[A]$ respectivamente.
- * Potencia eléctrica, método de los dos Wattmetros, $[kW]$.

— Se repiten las mediciones para las presiones 6, 5, 4, ..., hasta 1 $[kp/cm^2]$.

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

Datos y formulas a usar

Capacidad:

Estanque baja presión

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

Donde:

V	Capacidad, caudal de aire libre [m³/h]
$\alpha=0,600$	Coeficiente de caudal de diafragma
S	Sección del orificio del diafragma en [cm²], 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:

$$Dl = Cl * n$$

DI	Desplazamiento por minuto [m³/min]
N	Velocidad rotacional [rpm]

Rendimiento volumétrico real:

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

Rendimiento volumétrico convencional:

$$\eta_{VC} = \left(1 - C \left(r^{\frac{1}{k}} - 1 \right) \right) * 100 [\%]$$

C Porcentaje de espacio muerto [-]

$$C = \frac{\text{Volumen espacio muerto}_{CBP}}{Cl}$$

Rendimiento volumétrico convencional:

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

Presión media Indicada:

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

A_{DICXP} Área diagrama indicado del cilindro que corresponda [cm^2]
 L_{DICXP} Largo diagrama indicado del cilindro que corresponda [cm]
 K_{DICXP} Constante resorte indicador de diagramas del cilindro que corresponda. [kp/cm^2]

Potencia Indicada:

$$Ni_{CXP} = \frac{Pmi_{CXP} * A_{CXP} * L * n * 9,80665}{60 * 1000} [kW]$$

A_{CXP} Área del cilindro que corresponda [cm^2]
 L Carrera del compresor [m]

Corriente media:

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

Potencia eléctrica:

$$N_{elec} = W_1 + W_2 [kW]$$

Caudal de agua:

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

Calor transferido:

$$Q = \rho * \forall_{agua} * c * (t_s - t_e)$$

ρ Densidad del agua [kg/m^3]
 C Calor específico del agua [$kcal/kg$] o [J/kg]

Se adjuntan a continuación los datos del compresor:

Diámetro cilindro baja presión	170 [mm]
Diámetro cilindro alta presión	110 [mm]
Carrera	130 [mm]
Volumen espacio muerto CBP	170 [cm ³]
Volumen espacio muerto CAP	94 [cm ³]
Velocidad nominal	600 [rpm]
Caudal de aire nominal	1,5 [m ³ /min]
Presión nominal	7 [kp/cm ²]
Volumen estanque de agua	585,3 [lt]

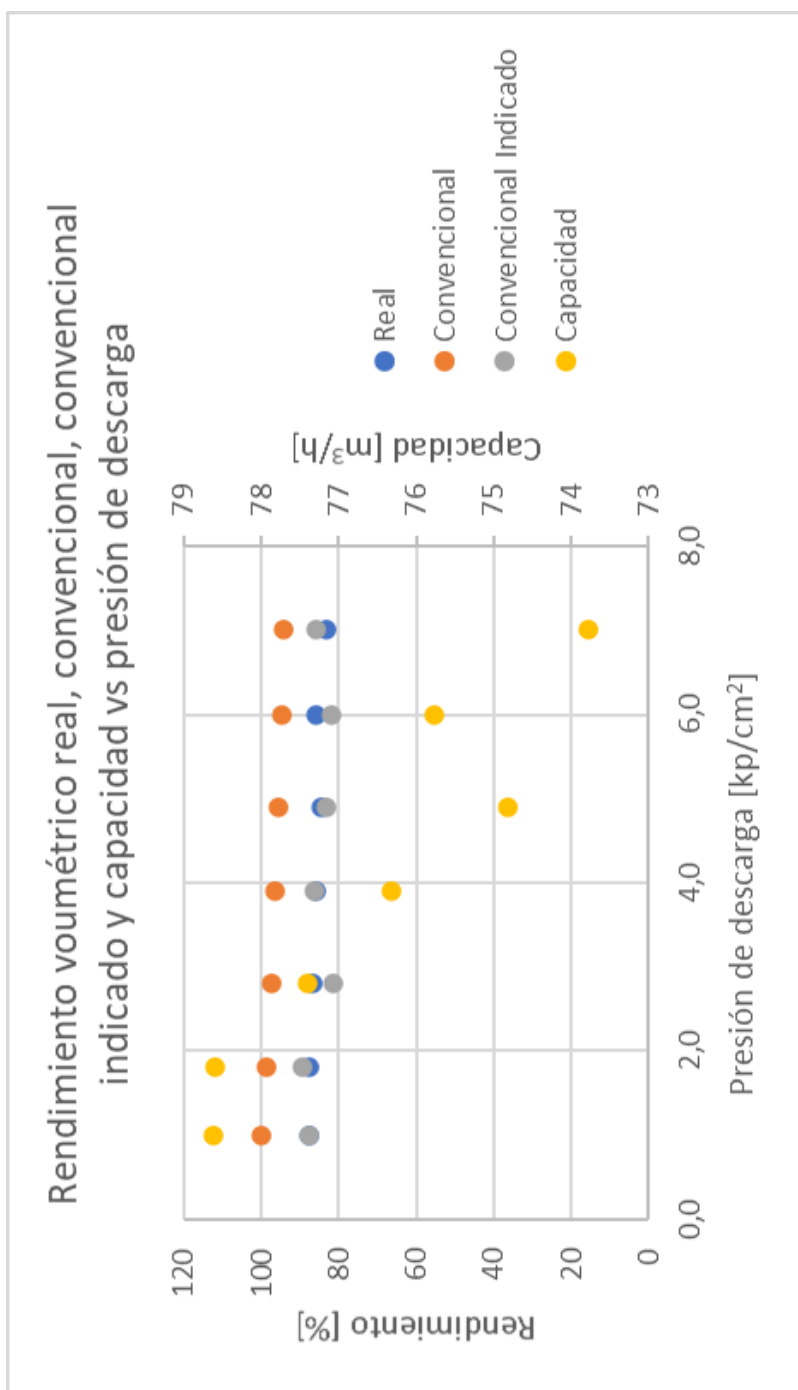
DIAGRAMAS INDICADOS		
CBP	CAP	CBP y CAP
Área	Área	L _d
[m ²]	[m ²]	[mm]
0,000519	0,0005565	66
0,0004907	0,0005112	66
0,0004954	0,000447	66
0,0004723	0,0003709	66
0,0004893	0,0002664	66
0,0004746	0,0001414	66
0,0004405	0,0000507	66

DATOS MEDIDOS																		
	Compresor						Estanque de		Agua de refrigeración			Motor Eléctrico						
Presión	Velocid	Temperatura					baja presión	Temperatura	tiempo	Tensión	Corrientes				Potencia			
Pd	n	tecbbp	tsebbp	tecap	tecac	tebp	ΔP	tea	tsa	10 l	V	I1	I2	I3	W1	W2		
		[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[mmca]	[°C]	[°C]	[s]	[V]	[A]	[A]	[A]	[kW]	[kW]		
		[rpm]														[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
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
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
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
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
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
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

Valores Calculados																		
	Pd	Cl	DI	V	hvr	hvc	hvcI	PmiCBP	PmiCAP	A DICBP	A DICAP	NiCBP	NiCAP	Ni	I	Nelec	Vagua	Q
	[kp/cm2]	[m3]	[m3/min]	[m3/h]	[%]	[%]	[%]	[kp/cm2]	[kp/cm2]	[cm2]	[cm2]	[kW]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[l/min]	[kcal/mir]
1	6,9	0,003	1,4733	73,594	83,252	88,968	84,337	0,1224	0,2516	4,6452	4,7742	29,477	25,368	54,845	16,367	9,81	7,6923	65,385
2	6,1	0,003	1,4715	75,59	85,613	84,634	84,585	0,1171	0,2358	4,5161	4,2581	28,171	23,743	51,914	15,733	9,59	8	64
3	5,1	0,003	1,4777	74,632	84,175	83,783	82,213	0,1238	0,2226	4,7742	4,2581	29,906	22,513	52,419	14,3	8,43	7,7922	62,338
4	4,1	0,003	1,4842	76,144	85,503	88,643	83,969	0,1196	0,1874	4,7742	3,4839	29,006	19,031	48,037	13,467	7,93	7,8947	63,158
5	3,1	0,003	1,4854	77,213	86,635	84,274	85,338	0,1289	0,1581	5,2258	3,0968	31,297	16,074	47,371	12,633	7,4	7,8947	63,158
6	2	0,003	1,4907	78,421	87,677	87,335	84,615	0,1225	0,0905	5,0968	1,8064	29,848	9,2304	39,078	11,433	6,81	8,1081	64,865
7	1,1	0,003	1,496	78,445	87,393	86,365	85,915	0,1207	0,0386	5,2258	0,8387	29,523	3,9537	33,477	9,9333	5,74	7,7922	62,338

Desarrollo.

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



¿La forma de las curvas es la correcta?

La presión de descarga y la capacidad tienen una relación inversamente proporcional, por lo que, con el aumento de la primera variable, la segunda disminuye, con lo que se puede concluir que la curva de capacidad es correcta.

La capacidad y rendimiento V_r tienen proporción directa por lo que tienen que presentar un comportamiento similar.

El rendimiento volumétrico convencional, por su parte, presenta una tendencia correcta, este disminuye al aumentar la presión.

Por último, el rendimiento volumétrico convencional indicado presenta un comportamiento acorde a la teoría, esto es, disminuir a medida que la presión de descarga aumenta.

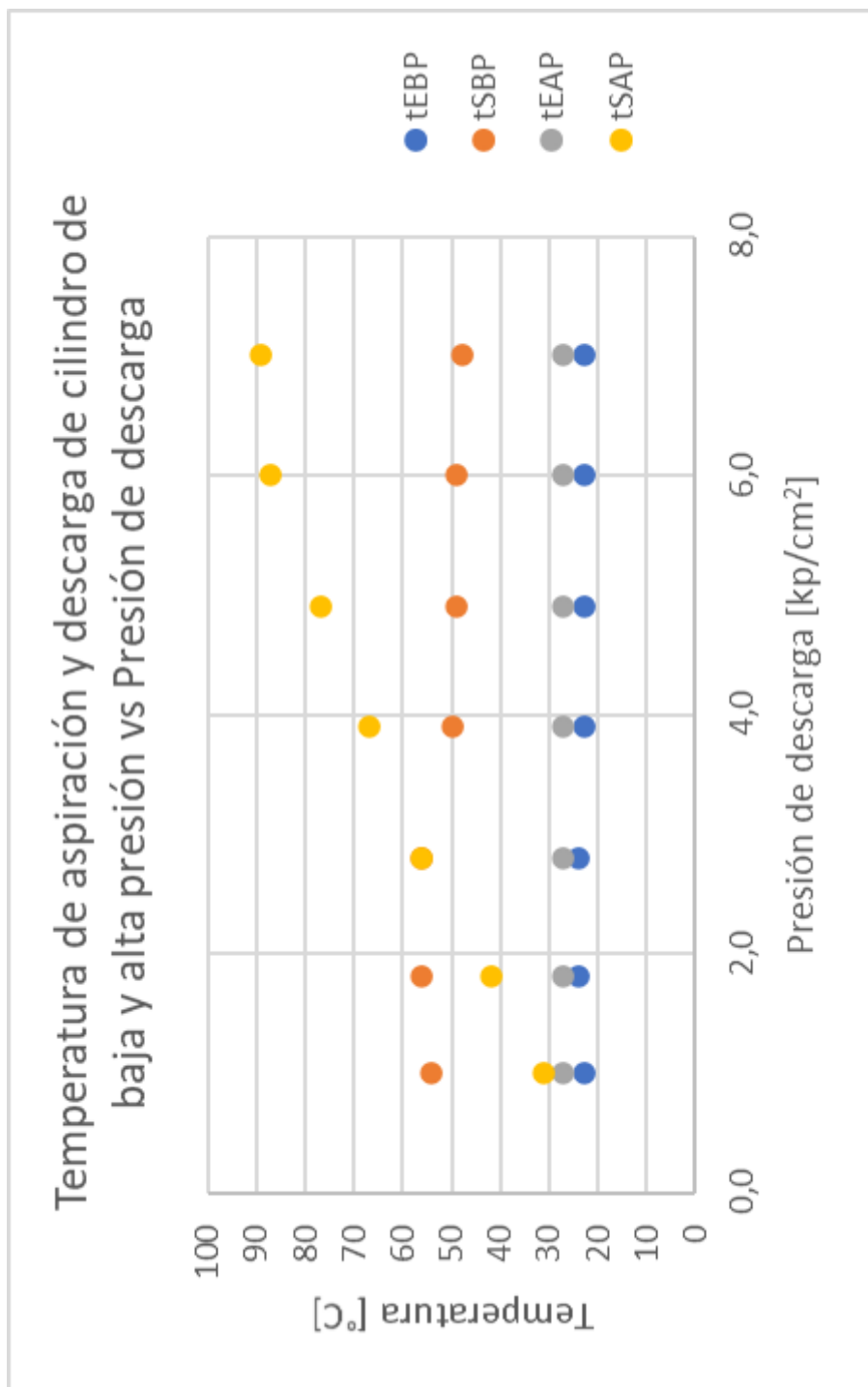
¿Los valores del rendimiento volumétrico real está en el rango que le corresponde?

Este rendimiento debiese fluctuar entre un 50% y un 80% al revisar nuestros datos podemos notar que el rendimiento se mueve entre el rango estipulado por lo que podemos concluir una buena toma de datos.

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

Puesto que el rendimiento volumétrico real es función de la capacidad, obtenida tras medir parámetros a la salida del sistema de compresión, habiendo cumplido el fluido un recorrido que contempla paso por los diversos procesos, los que producen pérdidas de energía, por lo tanto, se consideran todas las pérdidas del compresor. Los otros rendimientos no contemplan dichas pérdidas, lo que eleva sus valores por sobre los obtenidos en el rendimiento volumétrico real, obteniendo entonces, las diferencias observadas en el gráfico. Básicamente lo que cambia el rendimiento es las consideraciones en que se toman.

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



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

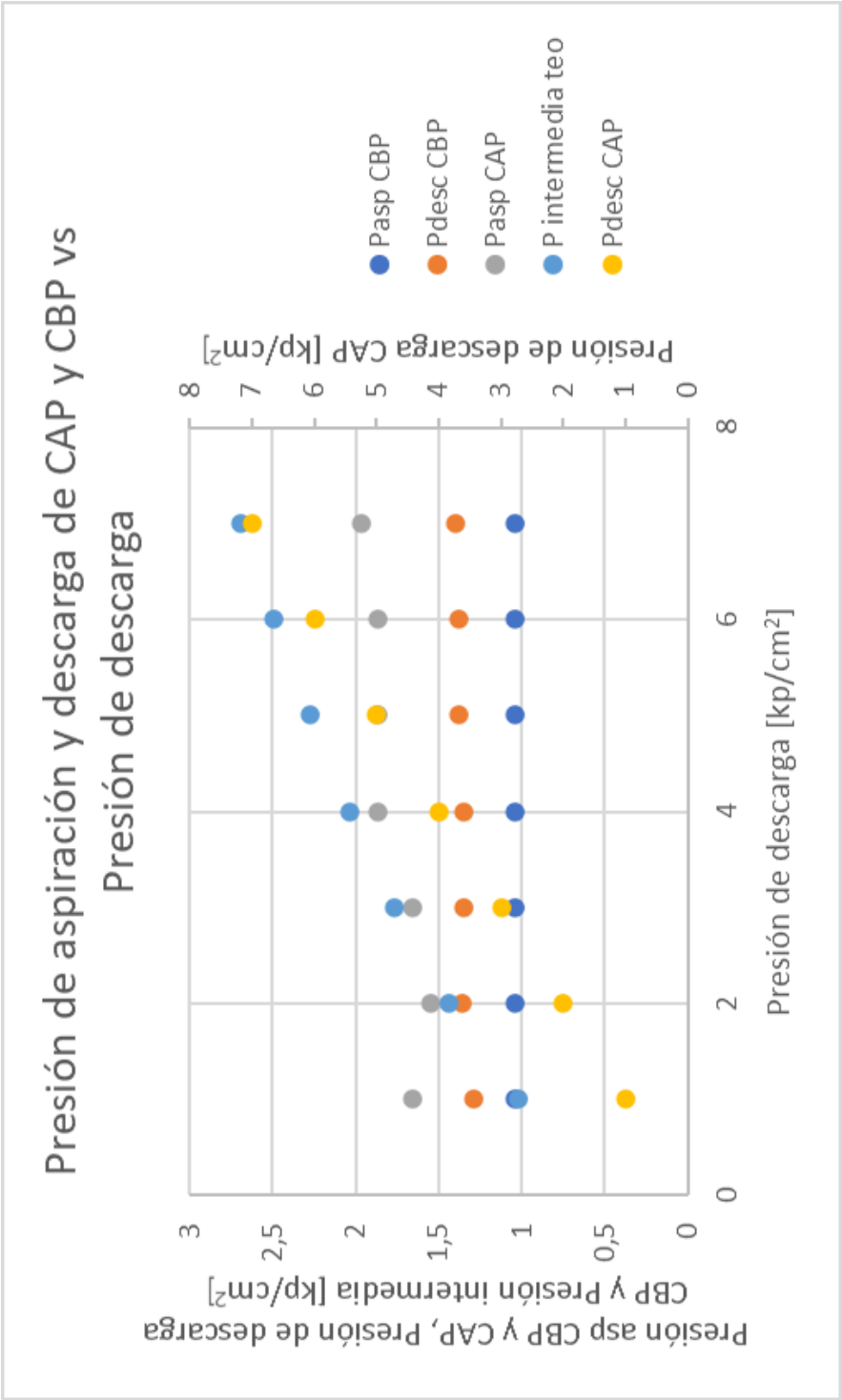
Es correcta, pues como era de esperarse, las temperaturas antes de la compresión son más bajas que al finalizar este proceso, pues al comprimir aire, su temperatura aumenta.

Las temperaturas más elevadas se encuentran en las de salida de cada cilindro, siendo mayor a la salida del cilindro de alta presión, pues es en este lugar donde se alcanza una mayor presión en el aire y, por lo tanto, una mayor temperatura.

¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Los datos obtenidos se ajustan a lo esperado, lo que nos indica que antes del proceso de compresión se presentan las temperaturas más bajas, y que luego del proceso la temperatura del gas aumenta.

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



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

La posición de las curvas es correcta; la aspiración del cilindro de baja presión presenta el menor valor, siendo este la presión atmosférica del lugar. Se tiene también la presión de descarga de este, la cual es mayor, lo que indica un aumento de presión en una primera etapa.

Después tenemos la aspiración del cilindro de alta presión, cuyo valor es menor que la presión de descarga del cilindro de baja presión.

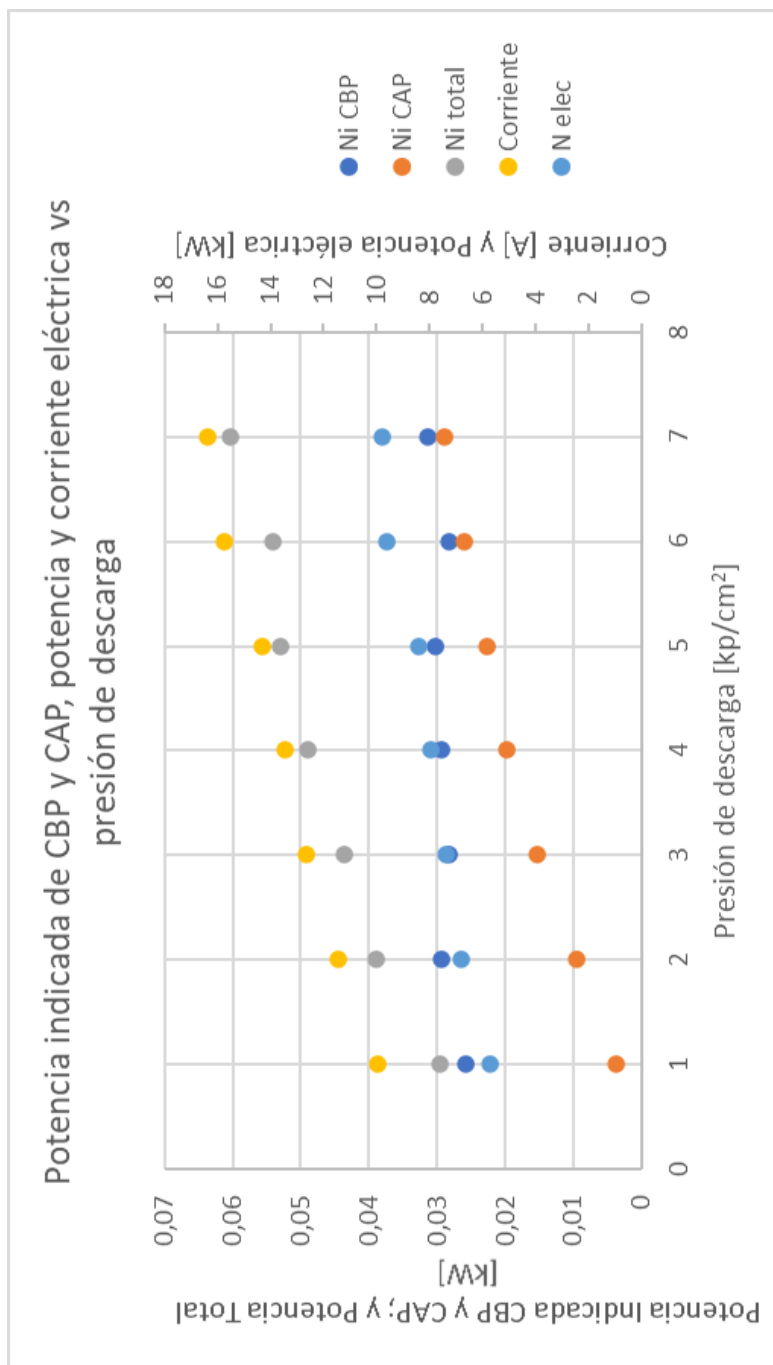
Respecto a la presión intermedia teórica, la teoría nos indica que la relación de compresión entre ambos cilindros constante, lo que, en la práctica, no se cumple a cabalidad.

¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Los valores en sí se mueven dentro del rango esperado, sin embargo, los valores de la presión de descarga del cilindro de alta presión presentan ligeras diferencias a estos rangos. Esto puede deberse a que las presiones en la salida del estanque de alta presión se midieron manualmente.

Las otras curvas, por su parte, se comportan correctamente, siendo la presión de aspiración del cilindro de baja presión menor a la atmosférica; estando, además, la presión en la descarga del cilindro de baja, y la aspiración del de alta, con valores cercanos a la presión intermedia teórica.

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



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

La potencia eléctrica crece a medida que las solicitaciones del sistema se hacen más exigente, ya que el motor se ve obligado a subir las condiciones de operación, lo que radica en una mayor potencia.

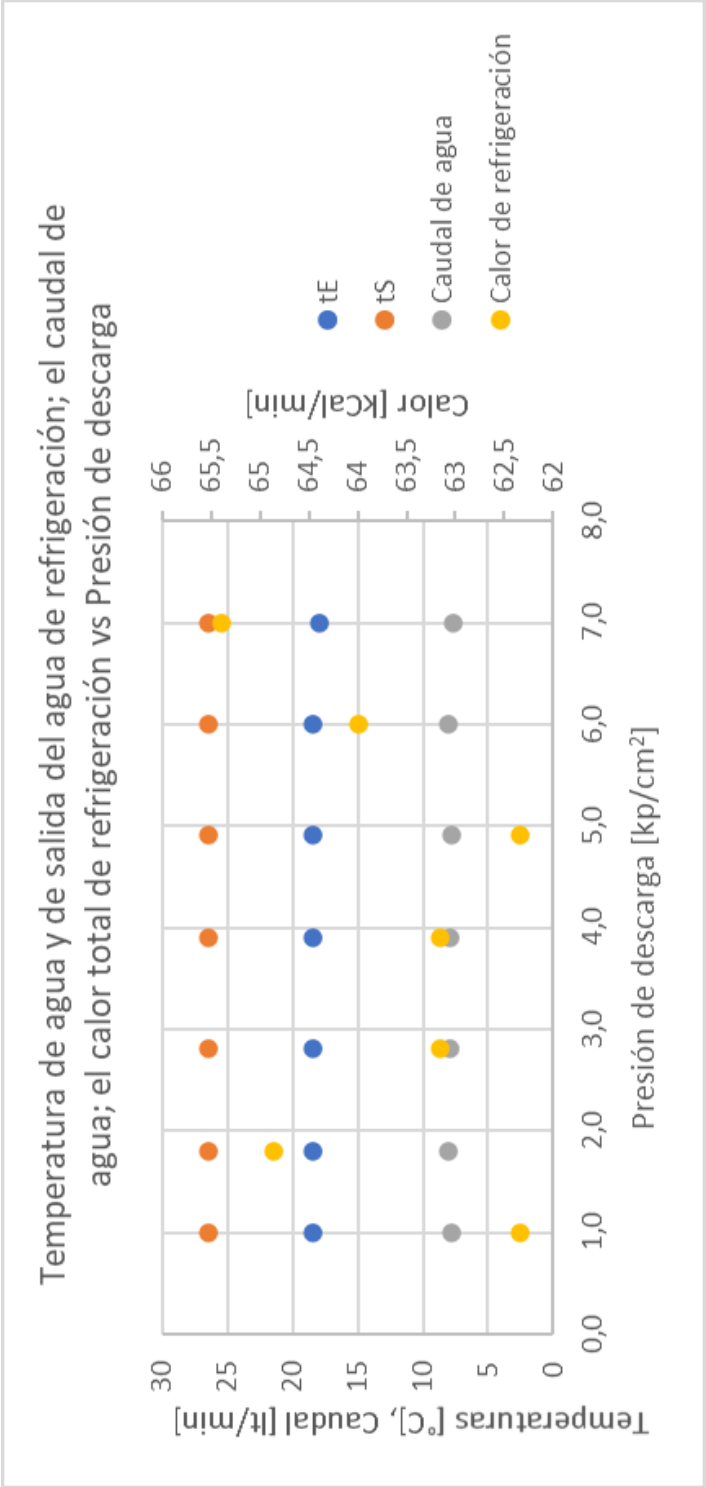
Las potencias indicadas notamos que para el cilindro de baja presión presenta una mínima variación, mientras que, en el cilindro de alta, estos valores van disminuyendo. Como sabemos, estas variables son dependientes del área del diagrama indicado.

¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Corriente y potencia eléctrica presentan sus mayores valores a presiones de descargas superiores, lo cual corresponde a lo esperado.

La potencia indicada debe ser menor a la potencia eléctrica que provee el motor; debido a que esto se cumple, se puede afirmar que el rango de operación es el correcto.

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.



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

Las curvas tienen presenta una clara tendencia a mantenerse en la temperatura.

Las temperaturas cumplen lo esperado, lo que indica que la descarga del estanque de almacenamiento tiene mayor temperatura que la entrada.

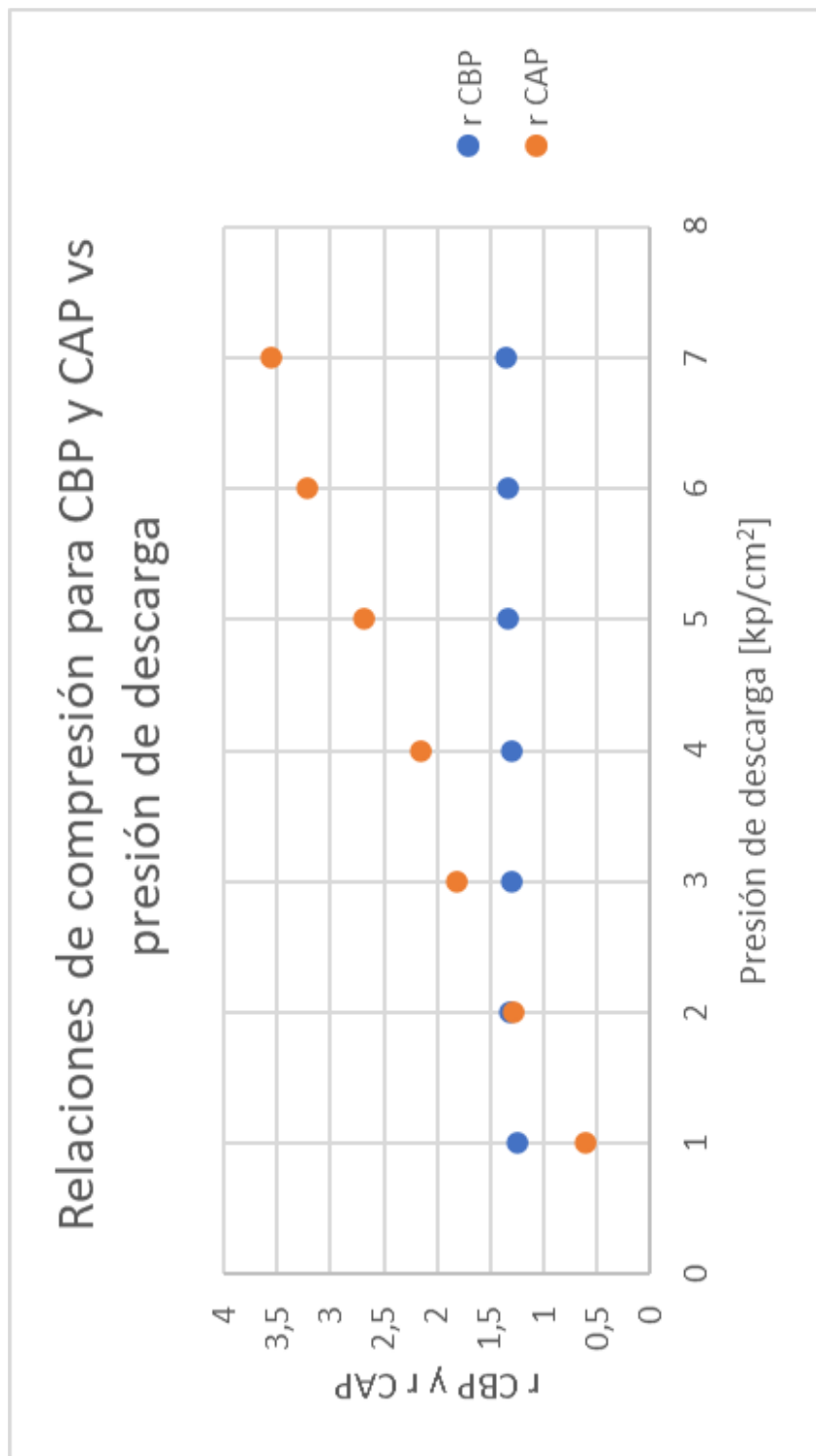
De igual manera, dado que el caudal de agua debe retirar el calor a medida que se genera, su valor debiese ser relativamente constante.

¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Las temperaturas de salida de agua son mayores a las de entrada, ya que a la salida se lleva el calor generado en la compresión.

El calor de agua retirado es correcto, y se mantiene prácticamente constante a lo largo de la curva.

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



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

Cuando el compresor trabaja a bajas presiones, el cilindro de alta presión casi no realiza trabajo, haciendo que la relación de compresión sea baja o cercana a 1.

Al aumentar las presiones de descarga, el compresor de alta presión se pone en trabajo, haciendo así que la relación de compresión aumente. En cuanto al cilindro de baja presión, su relación de compresión, siempre se mantiene constante ya que va desde la presión atmosférica hasta la misma presión.

¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Las presiones de descarga de cada cilindro son medidas manualmente, lo que genera errores de medición, aun a pesar de ello las relaciones de compresión y las curvas mostradas se asemejan bastante a los valores teóricos.

Conclusión.

Podemos concluir con este informe que el análisis del comportamiento del compresor fue mas que suficiente para poder analizar cualquier maquinaria a analizar con el mismo comportamiento.

Se compararon tablas, formulas y gráficos para poder tener conocimiento del estado de la maquinaria sin problemas.

Anexos.

