

Informe N° 5:

Ensayo de un Compresor Recíproco

Laboratorio de Máquinas (ICM 557)

Segundo Semestre 2020

Profesores: Cristóbal Galleguillos

Tomas Herrera

Ayudante: Ignacio Ramos

Paralelo: 1

Nombre: Cristian Cárdenas Rivera

Indice

| | |
|----------------------------------|----|
| Introducción..... | 3 |
| Metodología/Procedimientos. | 4 |
| Resultados. | 5 |
| Conclusión..... | 15 |
| Anexos. | 15 |
| Referencias. | 16 |

Introducción

Se realiza un análisis a partir de un ensayo en un compresor recíproco que se somete a distintas condiciones de operación (específicamente Presiones de Descarga “Pd”). Se obtendrán distintas curvas de tal forma de comprender mejor el funcionamiento de esta máquina.

Objetivo.

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

Metodología/Procedimientos.

- 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 establezca su operación.

— Con la presión manométrica de descarga nominal, 7 [kp/cm²], tome las siguientes mediciones:

- Presión de descarga, [kp/cm²].
- Velocidad del compresor, [rpm].
- Temperatura de aspiración y de descarga de ambos cilindros, [EC].
- Diagramas indicados para cada cilindro.
- Temperatura del estanque de baja presión, [EC].
- Presión en el estanque de baja presión, [cmca].
- Temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeración, [EC].
- 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/cm²].

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

Resultados.

Valores Medidos:

| DATOS MEDIDOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---------|-------------|-------|-------|--------|-------------|--------------------------|------|-----------------------|---------|------------|-----------------|------|----------|------|-------|--------|-------|
| Compresor | | | | | | | Estanque de baja presión | | Agua de refrigeración | | | Motor Eléctrico | | | | | | |
| Presión | Velocid | Temperatura | | | | Temperatura | | | tiempo | Tensión | Corrientes | | | Potencia | | Patm. | | |
| Pd | n | tecbp | tsebp | tecap | tecacp | tebp | | | ΔP | tea | tse | 10 l | V | I1 | I2 | | I3 | W1 |
| [kp/cm2] | [rpm] | [°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 |
| 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 |

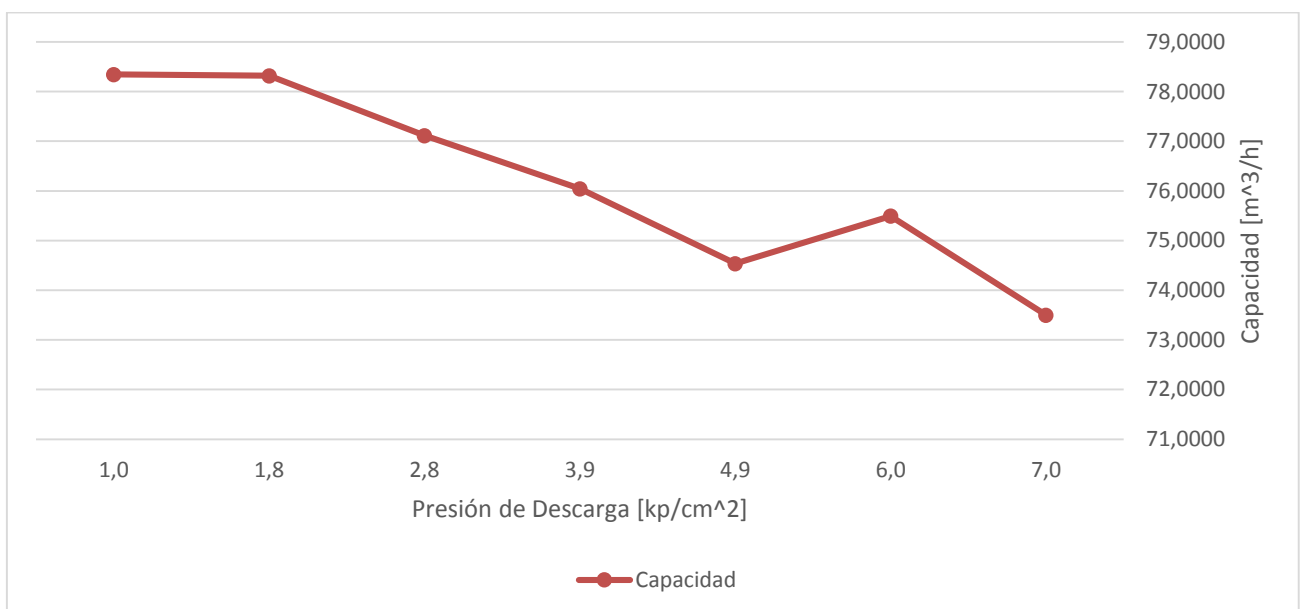
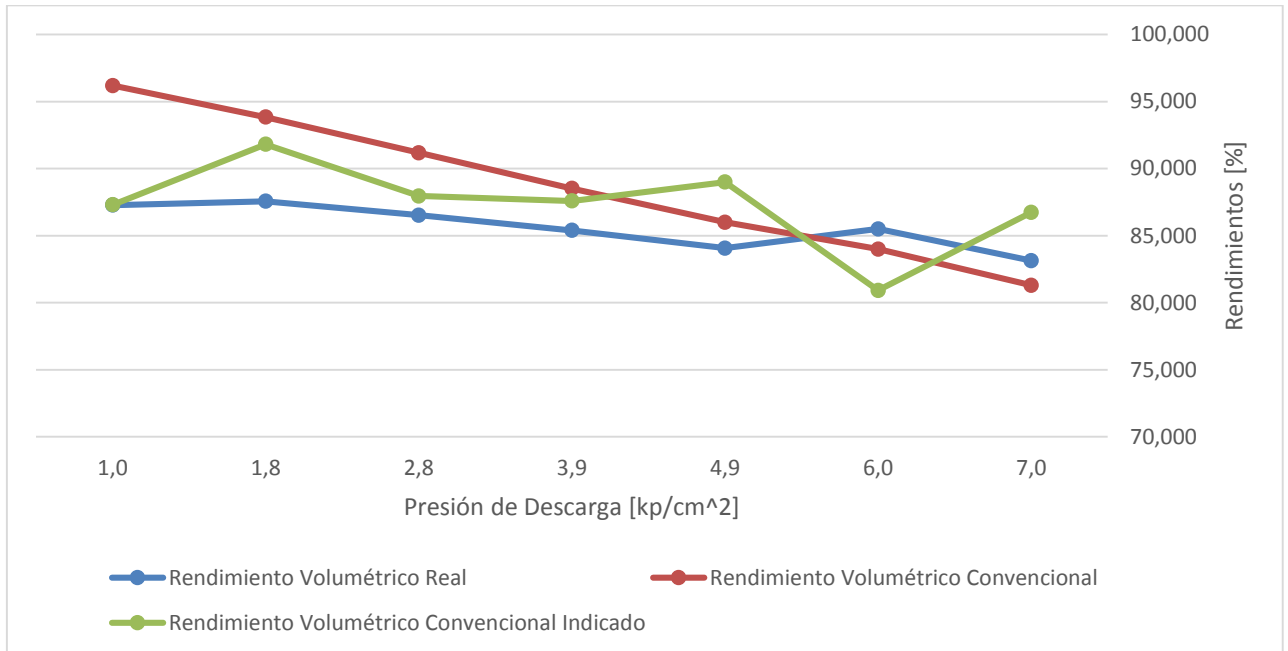
Valores Calculados Parte 1:

| VALORES CALCULADOS | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------------|------------------------|
| | Pd | CI | DI | V | η _{VR} | η _{VC} | η _{VCI} | P _{MI} CBP | P _{MI} CAP |
| | [kp/cm ²] | [m ³] | [m ³] | [m ³ /h] | [%] | [%] | [%] | [kp/cm ²] | [kp/cm ²] |
| 1 | 7.0 | 0.00295074 | 1.4733 | 73.4986 | 83.145 | 81.305 | 86.734 | 1.3106 | 2.8106 |
| 2 | 6.0 | 0.00295074 | 1.4715 | 75.4922 | 85.503 | 84.000 | 80.926 | 1.2391 | 2.5818 |
| 3 | 4.9 | 0.00295074 | 1.4777 | 74.5360 | 84.066 | 86.002 | 88.998 | 1.2510 | 2.2576 |
| 4 | 3.9 | 0.00295074 | 1.4842 | 76.0453 | 85.393 | 88.517 | 87.594 | 1.1927 | 1.8732 |
| 5 | 2.8 | 0.00295074 | 1.4854 | 77.1133 | 86.523 | 91.180 | 87.959 | 1.2356 | 1.3455 |
| 6 | 1.8 | 0.00295074 | 1.4907 | 78.3192 | 87.563 | 93.842 | 91.817 | 1.1985 | 0.7141 |
| 7 | 1.0 | 0.00295074 | 1.4960 | 78.3436 | 87.280 | 96.194 | 87.309 | 1.1124 | 0.2561 |

Valores Calculados Parte 2:

| VALORES CALCULADOS | | | | | | | | |
|------------------------|------------------------|-----------|-----------|--------|---------|-------------------|-------------------|------------|
| A _{DI} CBP | A _{DI} CAP | Ni CBP | Ni CAP | Ni | I | N _{elec} | V _{agua} | Q |
| [m ²] | [m ²] | [kW] | [kW] | [kW] | [A] | [kW] | [l/min] | [kcal/min] |
| 0.00052 | 0.00056 | 0.0722 | 0.1659 | 0.2381 | 16.3667 | 9.8100 | 7.6923 | 65.3846 |
| 0.00049 | 0.00051 | 0.0644 | 0.1399 | 0.2043 | 15.7333 | 9.5900 | 8.0000 | 64.0000 |
| 0.00050 | 0.00045 | 0.0659 | 0.1074 | 0.1733 | 14.3000 | 8.4300 | 7.7922 | 62.3377 |
| 0.00047 | 0.00037 | 0.0602 | 0.0743 | 0.1345 | 13.4667 | 7.9300 | 7.8947 | 63.1579 |
| 0.00049 | 0.00027 | 0.0647 | 0.0383 | 0.1030 | 12.6333 | 7.4000 | 7.8947 | 63.1579 |
| 0.00047 | 0.00014 | 0.0611 | 0.0108 | 0.0719 | 11.4333 | 6.8100 | 8.1081 | 64.8649 |
| 0.00044 | 0.00005 | 0.0528 | 0.0014 | 0.0542 | 9.9333 | 5.7400 | 7.7922 | 62.3377 |

1. Graficar el rendimiento volumétrico real, convencional, convencional indicado y la capacidad, en función de la presión de descarga. En hoja nueva y completa.



a. ¿La forma de las curvas es la correcta?

En la curva de rendimientos se observa una tendencia clara de proporcionalidad inversa entre la presión de descarga y los rendimientos. A medida que la presión va en aumento, los rendimientos disminuyen. Se puede observar irregularidades en las curvas, que se pueden deber a factores de error humano o externos.

En cuanto a la capacidad, ocurre lo contrario: a medida que la presión disminuye, el caudal disminuye de manera proporcional.

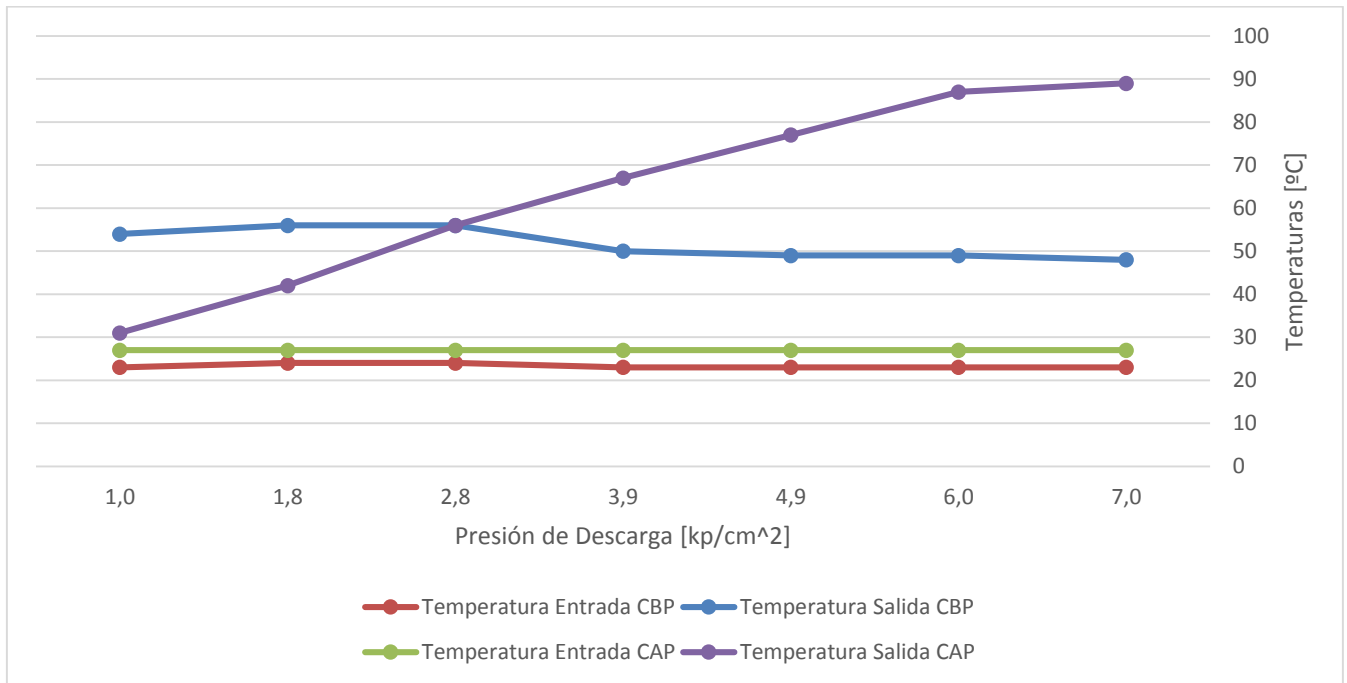
b. ¿Los valores de rendimiento volumétrico real están en el rango que le corresponde?

El valor del rendimiento volumétrico real debería estar en el intervalo de 50-80 %. Sin embargo, en el ensayo realizado este rendimiento se ubica sobre el 80%, encontrándose en un rango mayor al que debería.

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

En la realidad, el rendimiento volumétrico real debe ser inferior en comparación a otros rendimientos. Esto debido a que el rendimiento real considera cualquier tipo de pérdidas que pueda haber en los procesos.

2. Graficar la temperatura de aspiración y descarga de cada cilindro, en función de la presión de descarga. En hoja nueva y completa.



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

La temperatura que entra en el cilindro de baja presión debería estar cercana a la atmosférica, cumpliéndose en este caso. Luego, saliendo de este cilindro, la temperatura aumenta a alrededor de 50°C .

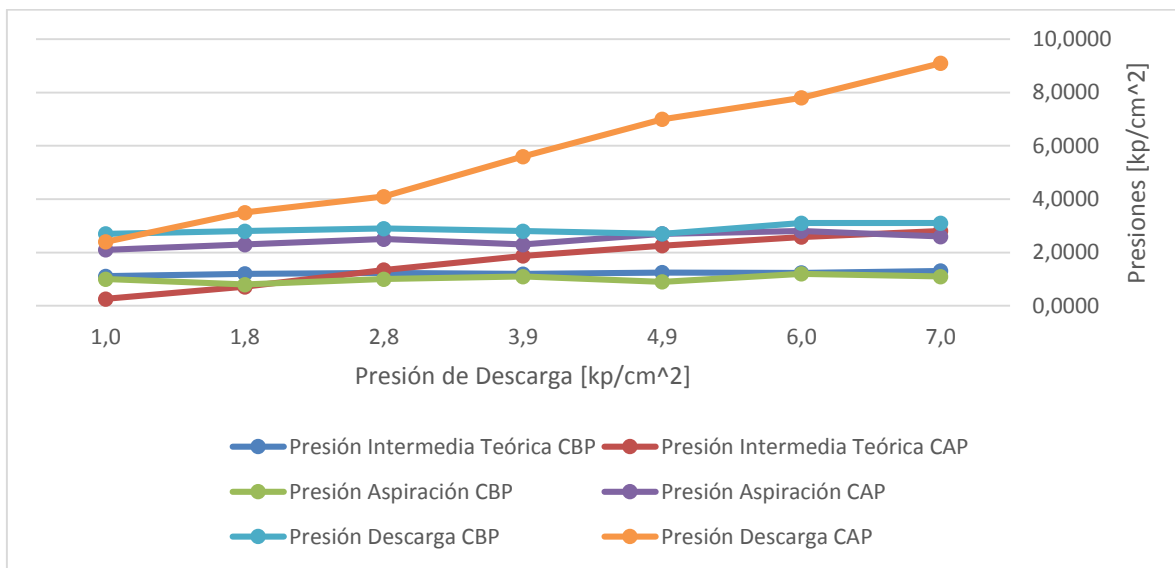
Posteriormente se enfría antes de entrar al cilindro de alta presión, para finalmente llegar a valores cercanos a los 90°C (a la salida de este cilindro) debido al incremento de presión.

El comportamiento de las temperaturas es el esperado.

b. ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Al no tener un valor certero al que deberían estar las temperaturas en todo el proceso, no podemos determinar que se encuentren dentro del rango que corresponde. Sin embargo, al ver su comportamiento esperado, es probable que las temperaturas estén en el rango esperado también.

3. Graficar la presión de aspiración y descarga de cada cilindro y la presión intermedia teórica, en función de la presión de descarga. En hoja nueva y completa.



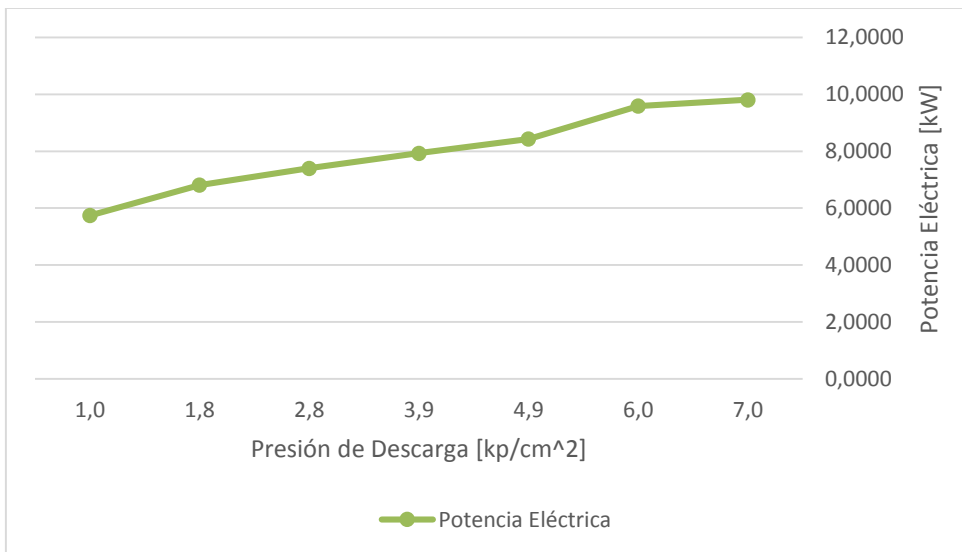
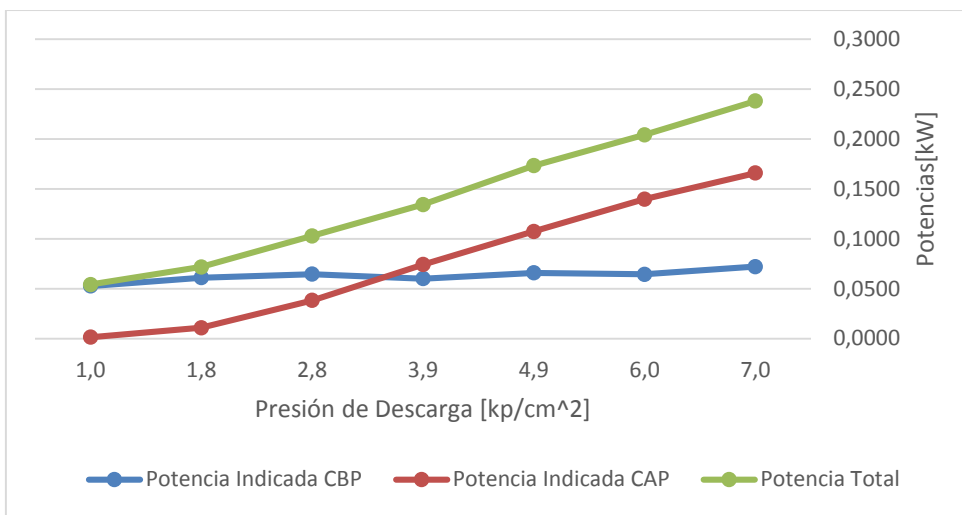
a. ¿La posición relativa de las curvas es la correcta? Si es necesario explique.

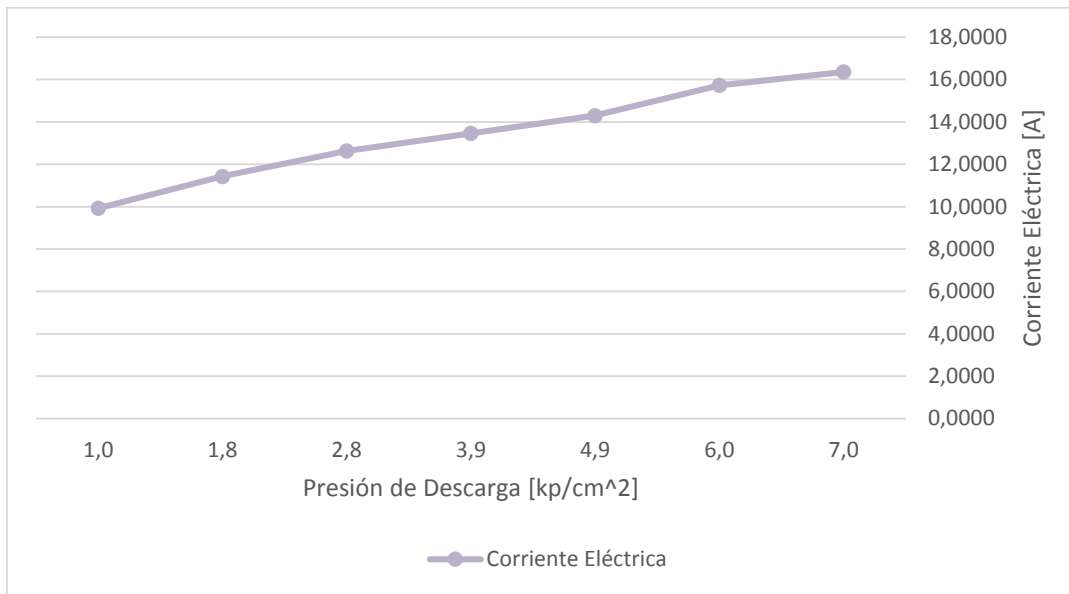
Sí es correcta. Se observa que la presión intermedia teórica es casi coincidente con la de aspiración del CBP, y a su vez la presión de descarga CBP es similar a la de aspiración del CAP. También se ve que la presión de descarga del CAP va en aumento a medida que la presión de descarga baja, es decir, son inversamente proporcionales.

b. ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

La presión en el CBP está de acuerdo a la del apunte, y las del CAP también son similares a las de los diagramas indicados. Por consecuencia, los valores de presión están en el rango que corresponde.

4. Graficar la potencia indicada de cada cilindro y total; la potencia y la corriente eléctrica, en función de la presión de descarga. En hoja nueva y completa.





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

Se puede ver que la potencia indicada del CBP va ascendiendo de a poco, esto porque trabaja a presiones bajas. En cambio, el CAP trabaja a presiones más altas, así que la potencia aumenta de manera más notoria.

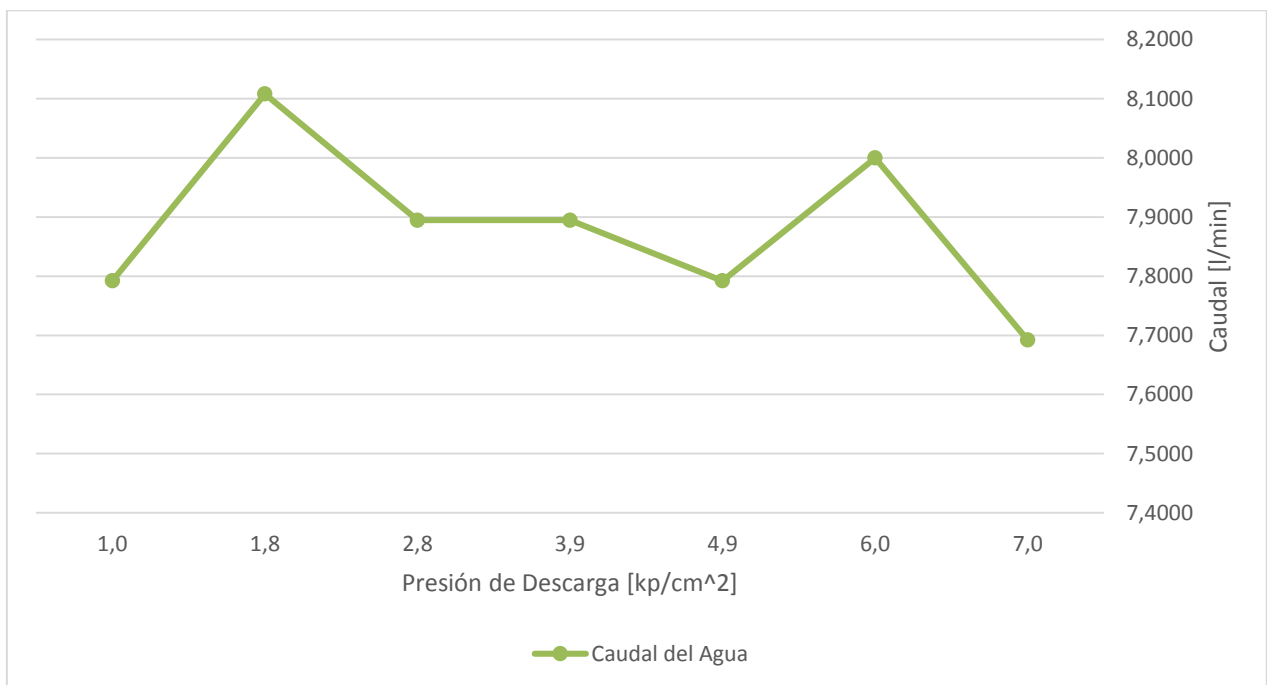
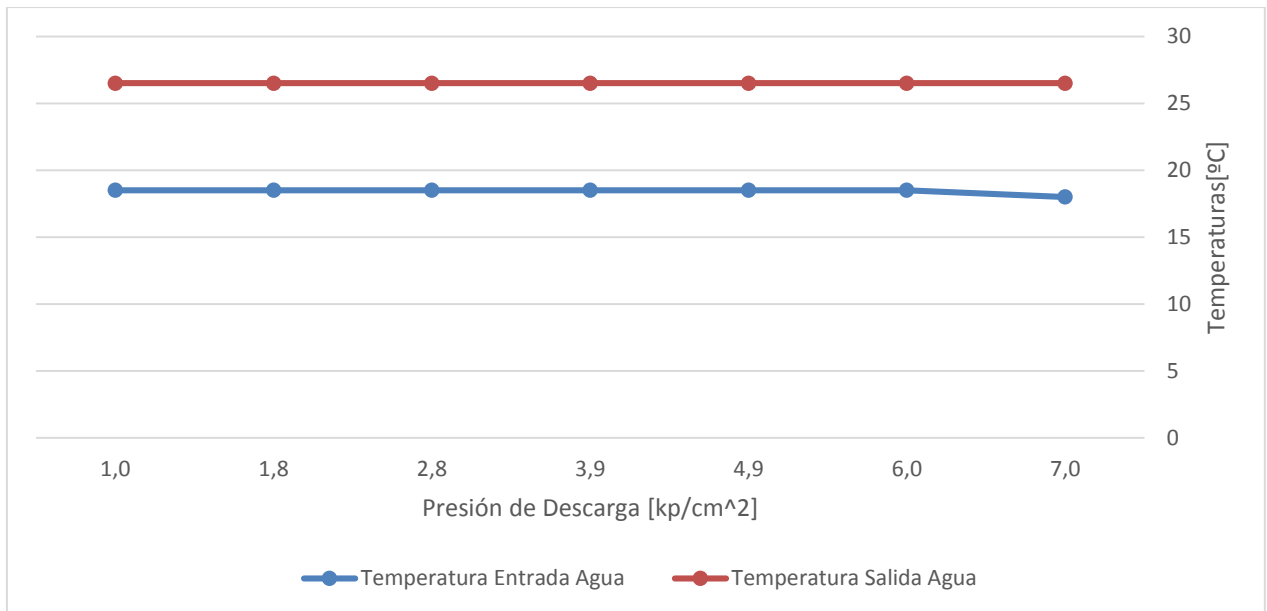
Como la potencia total es la suma de ambas, se comporta de manera similar a la del CAP. Luego, la potencia eléctrica, aumenta de manera parecida a la potencia total, pero en mayor magnitud que esta.

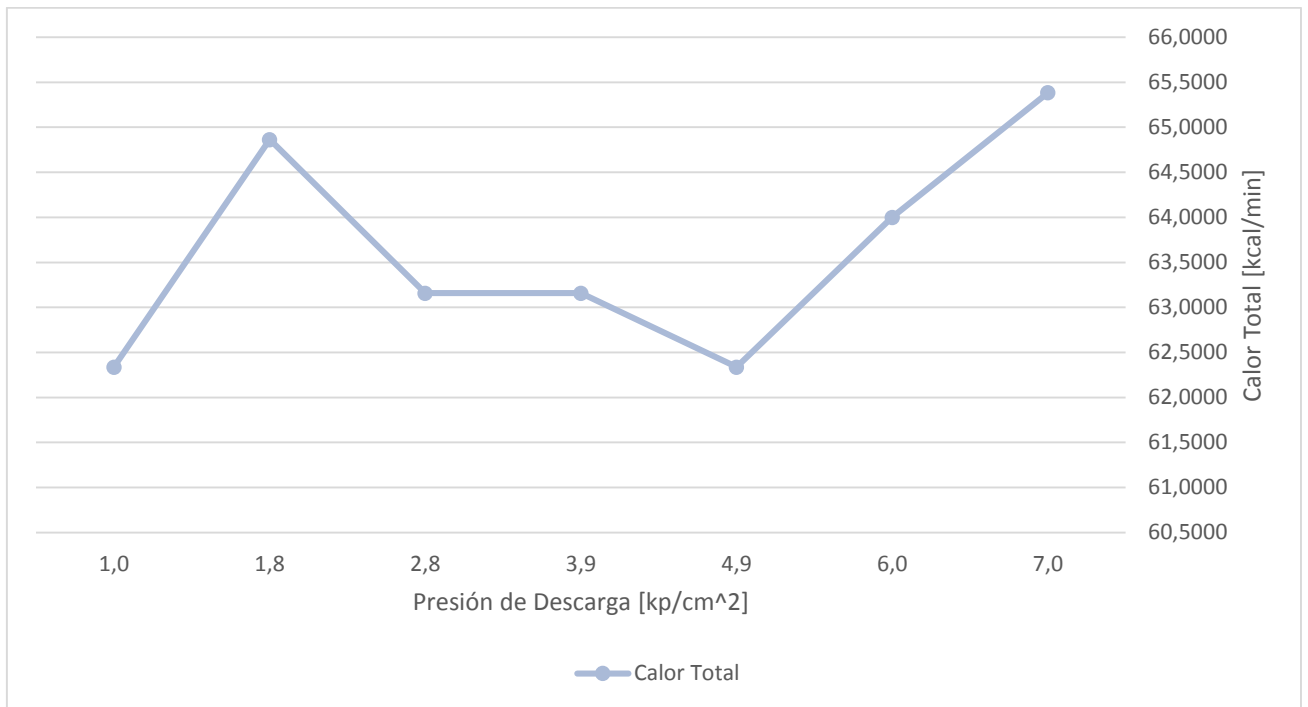
Finalmente, la corriente eléctrica sigue la misma tendencia que la potencia eléctrica.

- b. ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Las potencias indicadas están a una magnitud mayor a la que deberían. La potencia eléctrica trabaja cercana a la nominal (10 kW).

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. En hoja nueva y completa.





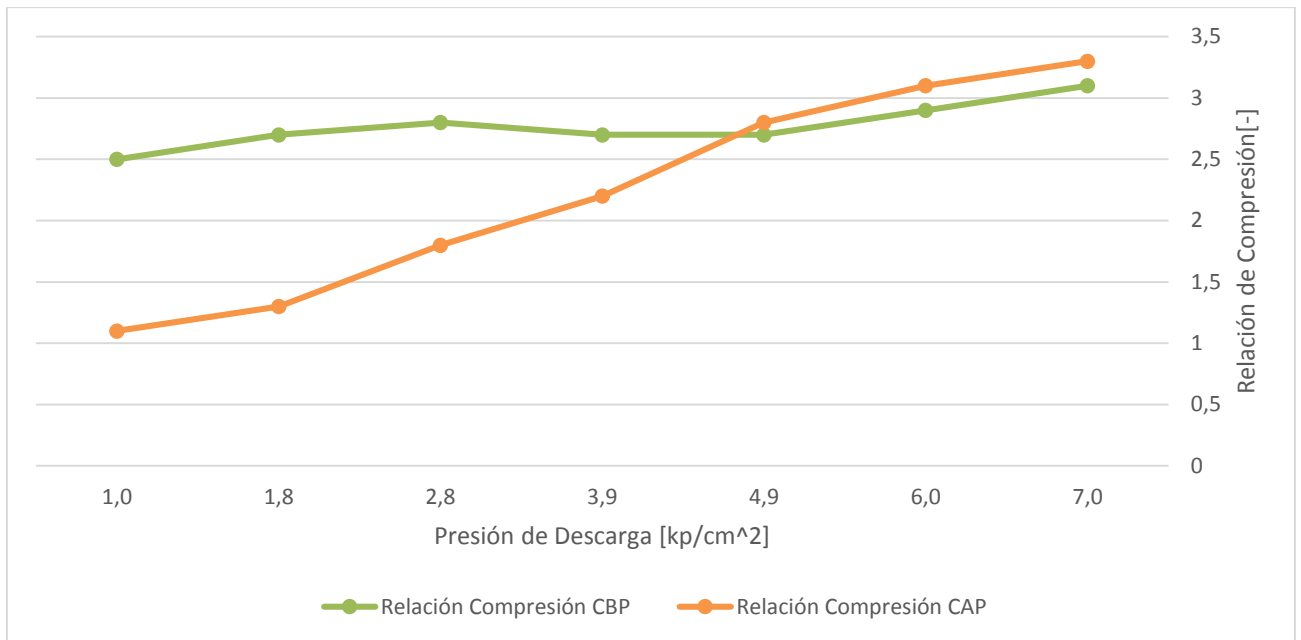
- a. ¿La posición relativa de las curvas es la correcta? Si es necesario, explique.

Se puede observar un comportamiento de las curvas correcto. Claramente la temperatura de salida es mayor que la de entrada, lo cual tiene lógica. Además, también se puede ver que el caudal y calor total se comportan de manera similar, lo cual es correcto porque el calor proviene del caudal.

- b. ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Como el comportamiento de las curvas es el esperado, los valores deberían encontrarse dentro del rango permitido.

6. Graficar la relación de compresión de cada cilindro, en función de la presión de descarga. En hoja nueva y completa.



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

La relación de compresión del CBP es relativamente estable (entre 2.5 y 3 app), esto porque trabaja en presiones menores. En cambio, la relación en el CAP aumenta junto con la presión de descarga.

- b. ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

La relación de compresión en el cilindro de baja presión debería estar cercano a 2, y en este caso es un poco superior. Y en el cilindro de alta presión debería ser cercana a 4, encontrándose así en un punto un poco inferior.

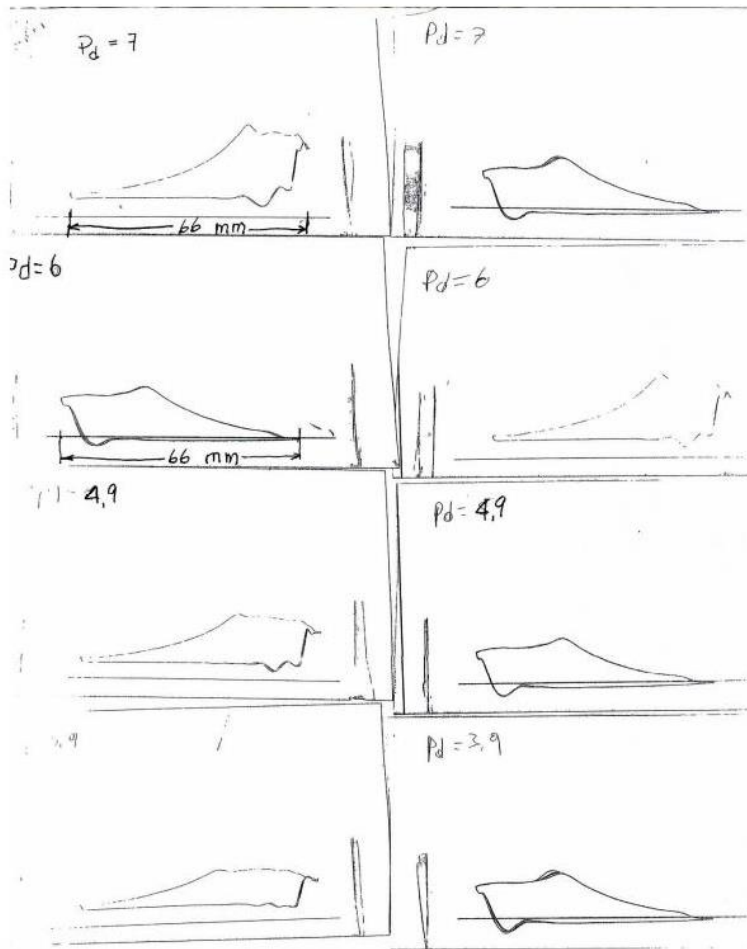
Conclusión.

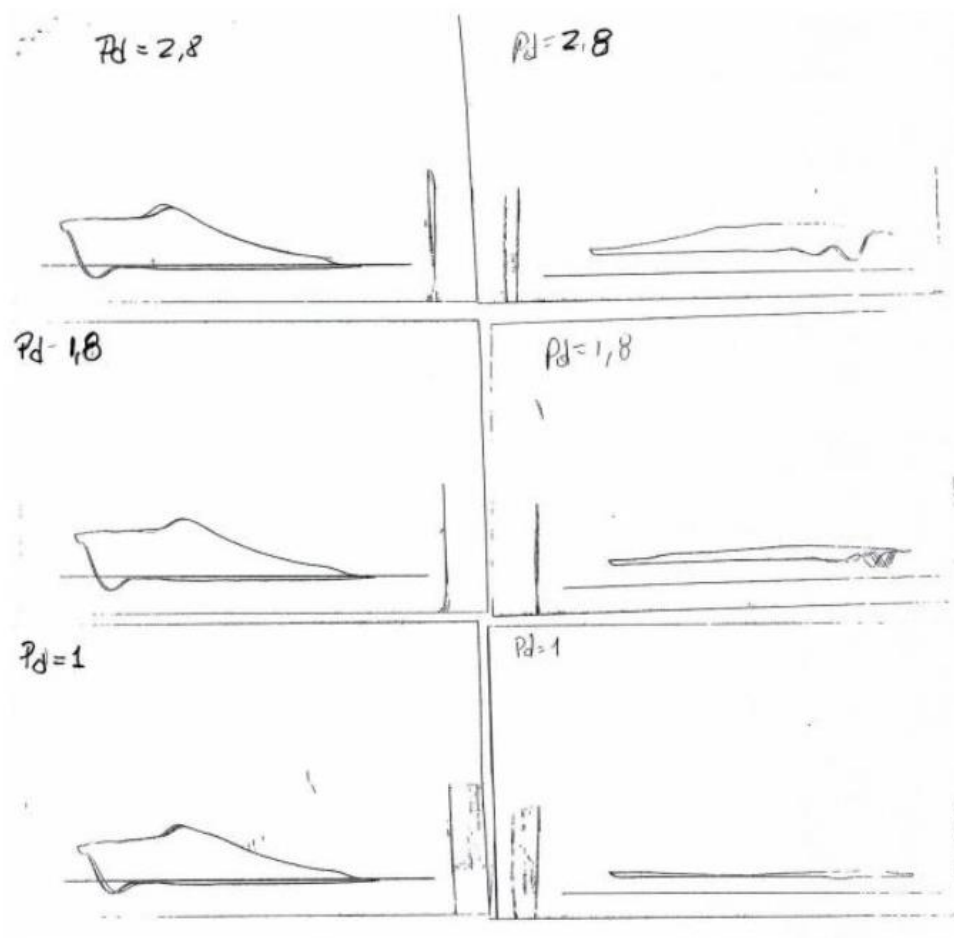
Gracias a la realización de este ensayo, se logra comprender de mejor manera el comportamiento de un compresor recíproco compuesto por cilindros de alta y baja presión.

Además, por medio de las curvas graficadas se pudo hacer un estudio de cómo cambian los parámetros en el proceso, obteniendo un comportamiento esperado en la mayoría de las curvas.

Anexos.

DIAGRAMAS INDICADOS





Referencias.

- Material suministrado por el profesor en Aula Virtual
- Libro Cengel Termodinámica
- Mediciones suministradas por el profesor en Aula Virtual.