













#### 4.4.4. Cámaras frigoríficas (Evaporador)

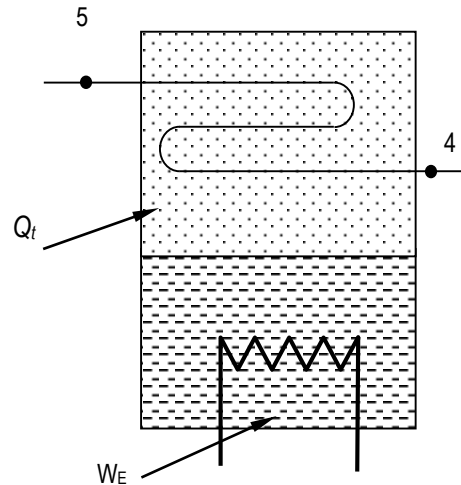
Constituido por paneles aislantes de 100 mm de espesor. Consta de un serpentín de cobre (evaporador) y un calentador eléctrico.

El suministro de calor para la evaporación del refrigerante es proporcionado mediante el calentador eléctrico (Resistencias).

También se produce transferencia de calor entre la cámara y el ambiente exterior a través de las paredes.

Luego, aplicando Primera Ley para el sistema entero resulta:

$$\dot{Q}_t = \dot{m}_R(h_5 - h_4) - \dot{W}_E$$



**Figura 4.** Esquema de la cámara de Refrigeración

#### 4.5. Rendimientos

- Coeficiente de Performance:

$$COP_{Planta} = \frac{\dot{m}_R \cdot (h_1 - h_4)}{|\dot{W}_{t_{12}}|}$$

### 5. PROCEDIMIENTO

#### 5.1. Pruebas a Realizar

Ensayar el equipo a diferentes cargas térmicas ( $P_r \in \{300 \text{ W}, 400 \text{ W y } 500 \text{ W}\}$ ).

- Esperar a que la planta estabilice para tomar lecturas de:
  - \* Presión y temperatura en cada punto.
  - \* Flujos de refrigerante.
  - \* Fuerza en el dinamómetro.
  - \* Velocidad de rotación del motor.
  - \* Potencia eléctrica en las resistencias.



## 5.2. Antes del Ensayo

- Cuidar que todos los interruptores se hallen en posición de apagado.
- Asegurarse del buen estado de los instrumentos.
- Verificar la conexión a tierra del equipo.
- Conectar el equipo al suministro general de corriente.

## 5.3. Durante el Ensayo

- Arrancar el motor eléctrico pulsando el botón "ON". Revisar que
- Encender el calentador colocando la llave "Resis" en la posición "ON".
- Ajustar la potencia eléctrica en las resistencias haciendo uso del variador de voltaje (200W, 400 W, 500 W) para cada cámara de refrigeración.

## 5.4. Precauciones Durante el Ensayo

Se deben tomar las siguientes precauciones durante la operación del equipo:

- La temperatura de la tubería de aspiración del compresor debe ser tal que no se forme escarcha al exterior. Esto indica que el refrigerante está en estado de vapor saturado y podría arrastrar líquido que dañar al compresor. En ese caso, la medida a adoptar sería verificar la carga eléctrica suministrada en el calorímetro y aumentarla para proporcionar sobrecalentamiento en el vapor refrigerante aspirado por el compresor.
- Notar que la caída de presión en el condensador suele ser mínima, mientras que en el evaporador se produce un flujo de mezcla líquido-vapor, por lo cual la caída de presión es mayor.
- 

### Para apagar el equipo

- Bajar toda la carga de las resistencias
- Apagar el calorímetro, colocando la llave "Resis" en la posición "OFF".
- Apagar el motor eléctrico, pulsando el botón OFF".
- Desconectar el equipo.

## 6. CÁLCULOS Y GRÁFICOS

- Evaluar para cada carga:
  - \* El balance de energía en el compresor, el condensador y las cámaras.
  - \* El trabajo técnico entregado al sistema.
  - \* El flujo másico de agua y refrigerante que circula por el sistema.
  - \* El coeficiente de performance (COP) de la planta.
- Graficar los procesos en un único diagrama p-h del R-134A, para las tres cargas.
- Graficar los siguientes parámetros versus la capacidad de refrigeración, para las tres cargas:
  - \* El trabajo técnico en el compresor.



DEPARTAMENTO DE  
**INGENIERÍA**  
 SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA  
**LABORATORIO DE ENERGÍA**


- \* El flujo másico circulante del refrigerante R-134A.
- \* El coeficiente de performance (COP).

**7. HOJA DE DATOS**

PARÁMETROS	Símbolo	Unidad	$P_r = 200 \text{ W}$	$P_r = 300 \text{ W}$	$P_r = 500 \text{ W}$
<b>Presiones:</b>					
Entrada al Compresor	$P_1$	barg			
Salida del Compresor	$P_2$	barg			
Salida del Condensador	$P_3$	barg			
Salida de la Válvula de Alta	$P_4$	barg			
Salida de la Válvula de Baja	$P_7$	barg			
<b>Temperaturas:</b>					
Entrada al Compresor	$T_1$	°C			
Salida del Compresor	$T_2$	°C			
Salida del Condensador	$T_3$	°C			
Salida de la Válvula de Alta	$T_4$	°C			
Salida de la Válvula de Baja	$T_7$	°C			
Temperatura Ambiental	$T_a = T_5$	°C			
Temperaturas superficiales internas cámara de Alta	$T_9$	°C			
Temperaturas superficiales internas cámara de Alta	$T_{10}$	°C			
Temperaturas superficiales internas cámara de Baja	$T_{11}$	°C			
Temperaturas superficiales internas cámara de Baja	$T_{12}$	°C			
<b>Fuerza:</b>					
Torque	$M_t$	N-m			
<b>Velocidad rotacional:</b>					
Motor eléctrico	$n_m$	rpm			
<b>Flujos:</b>					
Refrigerante	$\dot{V}_R$	l/min			
<b>Carga térmica en las cámaras</b>					
Potencia en resistencias de Alta	$P_{ra}$	W			
Potencia en resistencias de Baja	$P_{rb}$	W			



**8. HOJA DE CÁLCULOS**

Expresión	Unidades	$P_r = 200 \text{ W}$	$P_r = 300 \text{ W}$	$P_r = 500 \text{ W}$
Presión absoluta entrada compresor $p_1$	kPa			
Presión absoluta salida compresor $p_2$	kPa			
Presión absoluta salida condensador $p_3$	kPa			
Presión absoluta salida válvula $p_4$	kPa			
Entalpía específica entrada de compresor $h_1$	kJ/kg			
Entalpía específica salida de compresor $h_2$	kJ/kg			
Entalpía específica salida de condensador $h_3$	kJ/kg			
Entalpía específica salida de válvula de Alta $h_5$	kJ/kg			
Entalpía específica salida de válvula de Baja $h_7$	kJ/kg			
Volumen específico entrada de compresor $v_1$	$\text{m}^3/\text{kg}$			
Volumen específico salida de compresor $v_2$	$\text{m}^3/\text{kg}$			
Volumen específico salida de condensador $v_3$	$\text{m}^3/\text{kg}$			
Velocidad angular del eje del motor $\omega_m = \frac{\pi \times n_m}{30}$	rad/s			
Trabajo técnico en el compresor $\dot{W}_{t12} = \frac{T \times \omega_m}{1000}$	kW			
Exponente politrópico medio $n_{12} = \frac{\ln(p_2/p_1)}{\ln(v_1/v_2)}$	-			



Expresión	Unidades	$P_r = 200 \text{ W}$	$P_r = 300 \text{ W}$	$P_r = 500 \text{ W}$
<b>Trabajo específico politrópico</b> $-\int_1^2 v dp = \left( \frac{n}{1-n} \right) p_1 \times v_1 \left[ \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right]$	kJ/kg			
<b>Flujo de refrigerante de Alta</b> $\dot{m}_{RA} = \frac{\dot{V}_{RA}}{v_3 \times 60000}$	kg/s			
<b>Flujo de refrigerante de Baja</b> $\dot{m}_{RB} = \frac{\dot{V}_{RB}}{v_3 \times 60000}$	kg/s			
<b>Calor transferido en el compresor</b> $\dot{Q}_{12} = \dot{m}_R (h_2 - h_1) - \left  \dot{W}_{t12} \right $	kW			
<b>Calor transferido en el condensador</b> $\dot{Q}_{23} = \dot{m}_R (h_3 - h_2)$	kW			
<b>Capacidad de refrigeración de alta</b> $\dot{Q}_R = \dot{m}_{RA} (h_5 - h_4)$	kW			
<b>Capacidad de refrigeración de baja</b> $\dot{Q}_R = \dot{m}_{RB} (h_7 - h_4)$	kW			
<b>Calor transferido en la cámara de alta</b> $\dot{Q}_C = \dot{m}_R (h_5 - h_4) - \left  \dot{W}_E \right $	kW			
<b>Calor en la cámara de alta</b> $\dot{Q}_C = \dot{m}_R (h_7 - h_4) - \left  \dot{W}_E \right $	kW			