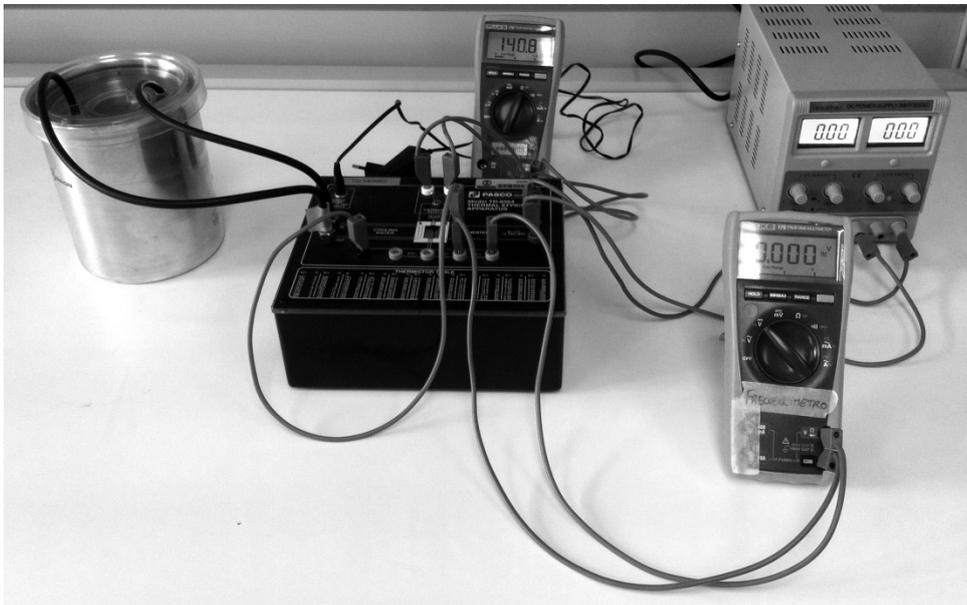

LABORATORIO DE TERMODINÁMICA

PRÁCTICA 3: RENDIMIENTO DE UNA MÁQUINA TÉRMICA



1. OBJETIVOS

Determinar el rendimiento de una máquina térmica.

2. MATERIAL

- Aparato de eficiencia térmica PASCO Modelo TD-8564.
- Fuente de alimentación 2,5 A - 12 V. (foco caliente).
- Calorímetro con baño de agua con hielo. (foco frío).
- Dos polímetros (óhmetro y voltímetro).
- Cables de conexión.

3. INTRODUCCIÓN

Efecto Seebeck y Peltier

El efecto Seebeck, base de funcionamiento del Aparato de Eficiencia Térmica ha sido conocido desde los años 1800 pero sólo se ha convertido en práctica desde el reciente desarrollo de los semiconductores.

En 1821 el físico ruso-alemán Thomas Johann Seebeck descubrió que cuando se toman dos conductores metálicos distintos, con ambos extremos soldados, y sus soldaduras se mantienen a temperaturas diferentes, aparece entre dichos extremos una diferencia de potencial denominada *fuerza electromotriz termoeléctrica*. Este fenómeno que ahora se conoce como el efecto Seebeck es la base del termopar.

Luego, en 1834, Jean-Charles-Athanase Peltier descubrió el efecto contrario del efecto Seebeck: el efecto Peltier. Cuando una corriente fluye a través de las soldaduras de las uniones de dos metales distintos aparece un gradiente de temperatura entre ambas soldaduras, una se calienta y la otra se enfría. Este efecto puede ser utilizado como calefactor o refrigerador según el sentido de la corriente utilizada.

El Aparato de eficiencia térmica utilizado en la esta práctica exhibe ambos efectos. En este caso nos valdremos del efecto Seebeck: mantendremos ambos extremos del dispositivo a diferentes temperaturas y obtendremos una fuerza electromotriz termoeléctrica.

Como agente caloportador, el vapor de agua ofrece indudables ventajas técnicas y económicas: facilidad de obtención, materia prima económica y abundante, incombustible, etc., pero quizás la mayor ventaja radica en que su calor latente de condensación es el mayor que se conoce.

4. FUNDAMENTO TEÓRICO

Eficiencia en un ciclo de potencia

Una máquina térmica puede estar representada por el diagrama (Figura 1) El calor absorbido por la máquina del foco caliente (soldadura caliente) es igual al trabajo realizado por la máquina (en este caso en forma de trabajo eléctrico en una resistencia de carga –efecto Seebeck-) más el calor cedido al foco frío (soldadura fría)

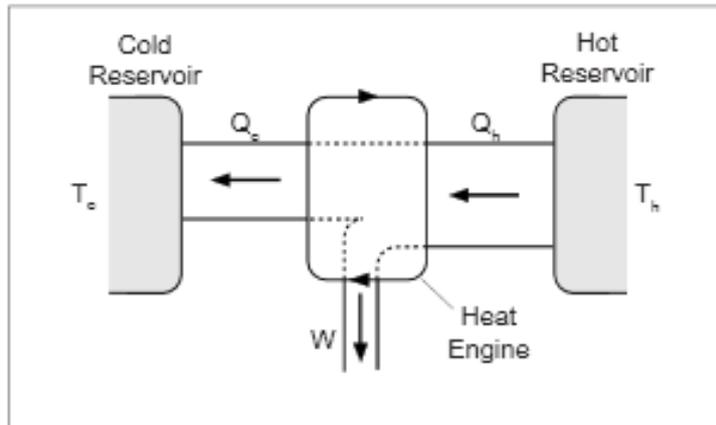


Figura 1

La eficiencia de una máquina térmica reversible trabajando entre dos focos térmicos (ciclo de Carnot) puede escribirse como:

$$\epsilon_{\text{Carnot}} = \frac{T_h - T_c}{T_h}$$

donde T_h y T_c son las temperaturas del foco caliente y del foco frío respectivamente.

Sin embargo la eficiencia de una máquina térmica real (irreversible) es siempre menor y se mide aplicando directamente la definición: dividiendo el trabajo realizado entre el calor absorbido.

$$\epsilon_{\text{real}} = \frac{W}{Q_h}$$

En este caso la fuente de alimentación es el foco caliente y su potencia es $P_h = V_h \cdot I_h$.

Para la resistencia de carga la potencia se puede escribir como $P_w = V_w^2 / R$ y por tanto la eficiencia quedaría $\epsilon_{\text{real}} = \frac{P_w}{P_h}$

5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Llenar el calorímetro con el baño de hielo-agua (0°C).
- Realizar el circuito de trabajo colocando el voltímetro en la resistencia de carga de 2Ω , como en la Figura 2.
- Encender la bomba, sumergir el tubo de goma (In) hasta el fondo del calorímetro y cebar con la jeringuilla el tubo de goma (Out).
- Encender la fuente de alimentación, hasta lograr un voltaje de 10 V y una intensidad de 2 A.

NOTA: El aparato no debe funcionar durante más de 5 minutos con el lado caliente por debajo de $10,8\text{ K}\Omega$.

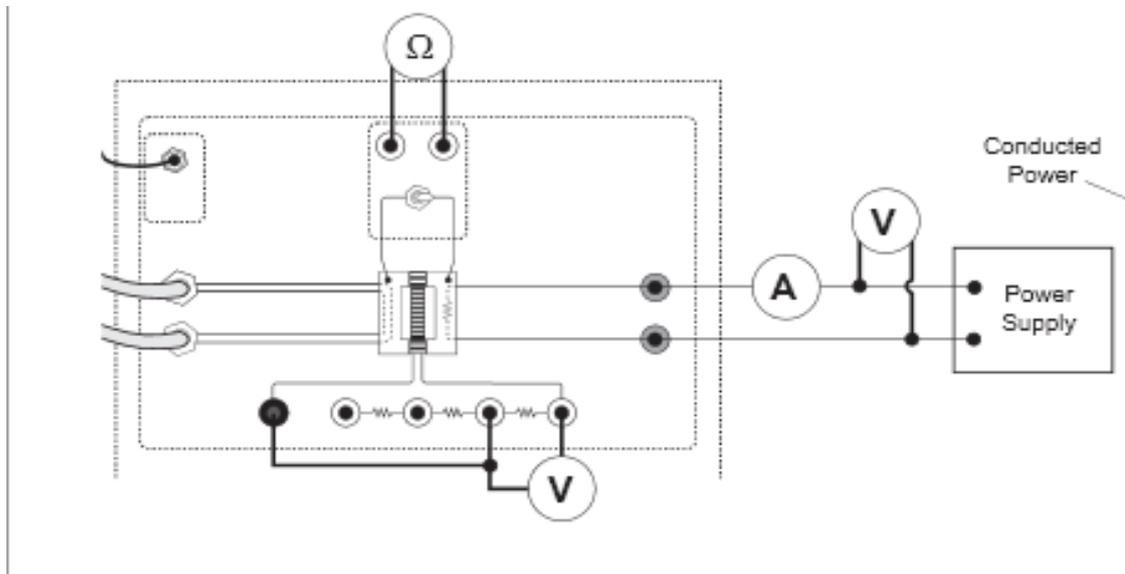


Figura 2

Dejar que el sistema alcance el equilibrio a fin de que las temperaturas calientes y frías sean constantes. Dejar que el sistema alcance el equilibrio a fin de que las temperaturas calientes y frías sean constantes. Esto puede tardar de 5 a 10 minutos.

Tres cantidades pueden medirse directamente con el Aparato de Eficiencia Térmica: temperaturas, el calor absorbido del foco caliente, y la potencia disipada por las resistencias de carga.

Medir con el polímetro (óhmetro) las resistencias de temperatura del foco caliente y el foco frío mediante el uso del selector. Anotar las lecturas en la **Tabla 2**. Convertir las resistencias a temperaturas utilizando **Tabla 1** y anotarlas también.

Anotar el voltaje (V_h) y la corriente (I_h), del foco caliente, que aparecen en los displays de la fuente de alimentación y el voltaje en la resistencia de carga (V_w) que se mide con el voltímetro.

Repetir el proceso bajando el voltaje en la fuente de alimentación para 8, 6, 4, 2 Voltios. Completar la tabla.

Para cada uno de los voltajes calcular de la potencia suministrada por el foco caliente (P_h) y la potencia de la resistencia de carga (P_w). Anotar estos valores en la **Tabla 3**.

Obtener las eficiencias de Carnot y reales completando la tabla.

Tabla 1

$k\Omega$	$^{\circ}C$								
461	-5	146	17	53,2	39	21,7	61	9,76	83
436	-4	139	18	51,0	40	20,9	62	9,43	84
413	-3	133	19	48,9	41	20,1	63	9,12	85
391	-2	126	20	46,8	42	19,3	64	8,81	86
370	-1	120	21	44,9	43	18,6	65	8,52	87
351	0	115	22	43,0	44	17,9	66	8,24	88
332	1	109	23	41,2	45	17,3	67	7,96	89
315	2	104	24	39,6	46	16,6	68	7,70	90
298	3	100	25	37,9	47	16,0	69	7,45	91
283	4	95,4	26	36,4	48	15,5	70	7,21	92
269	5	91,1	27	34,9	49	14,9	71	6,98	93
255	6	87,0	28	33,5	50	14,4	72	6,75	94
242	7	83,1	29	32,2	51	13,8	73	6,53	95
230	8	79,4	30	30,9	52	13,4	74	6,33	96
218	9	75,9	31	29,7	53	12,9	75	6,12	97
207	10	72,5	32	28,5	54	12,4	76	5,93	98
197	11	69,3	33	27,4	55	12,0	77	5,74	99
187	12	66,3	34	26,4	56	11,6	78	5,56	100
178	13	63,4	35	25,3	57	11,2	79	5,39	101
169	14	60,7	36	24,4	58	10,8	80	5,22	102
161	15	58,1	37	23,4	59	10,4	81	5,06	103
153	16	55,6	38	22,5	60	10,1	82	4,91	104

6. RESULTADOS

Tabla 2

Ensayo	T_c (k Ω)	T_h (k Ω)	T_c ($^{\circ}$ C)	T_h ($^{\circ}$ C)	V_w (V)	I_H (A)	V_h (V)
1							
2							
3							
4							
5							

Tabla 3

Ensayo	P_h (w)	P_w (w)	T_c (K)	T_h (K)	ΔT (K)	ϵ_{Carnot}	ϵ_{real}
1							
2							
3							
4							
5							

Representar en una gráfica, a escala conveniente, la eficiencia de Carnot frente a ΔT y también la eficiencia real frente a ΔT .

Indique cuáles serían sus conclusiones obtenidas al comparar ambas eficiencias.