

Definiciones

- Densidad de carga:** Potencia emitida en vatios por unidad de superficie en un calentador. Indica el potencial de una superficie para transmitir energía calorífica y se expresa en W/cm².
- Radiación térmica:** Proceso de emisión de energía radiante en forma de ondas. El infrarrojo es un área en el espectro electromagnético con un rango de 1 a 1000 microns.
- Calor:** El calor es la energía necesaria para variar la temperatura de un cuerpo.
- Conducción térmica:** Modo de transferencia de calor por contacto directo de cuerpos en los que existe diferencia de temperatura entre ellos.
- Convección térmica:** Modo de transmisión de calor asociado a la conducción en el que el calor es transferido desde una zona de temperatura más elevada a otra zona de temperatura inferior como resultado de un movimiento de masas del fluido transmisor.
- Rigidez dieléctrica:** Tensión que se aplica al material aislante sin que ocurra un fallo eléctrico. Para los elementos calefactores de Clase I se aplica una prueba de rigidez de 1.250 V durante 1 minuto, entre partes activas y blindaje. (EN 60335-1)
- Corriente de fuga:** Corriente eléctrica entre cualquier polo de la alimentación y las partes metálicas accesibles de los aparatos. En los aparatos de calentamiento la corriente de fuga no debe ser superior a 0'75 mA por KW con un máximo de 5 mA para el aparato completo (EN 60335-1)

Factores de conversión

1 KJ	=	0,24	KCal
1 W	=	1	J/seg
1 Kcal	=	0,00116	KWh
1 KJ	=	0,948	BTU
1 W	=	3,412	BTU/h
1 KJ/Kg	=	0,423	BTU/lb
1 KJ/Kg°C	=	0,24	BTU/lb°F
1 cm	=	0,3937	in
1 Kg	=	2,205	lb
1 W/cm ²	=	6,45	W/in ²

1 KCal	=	4,18	KJ
1 J/seg	=	1	W
1 KWh	=	861,24	Kcal
1 BTU	=	1,055	KJ
1 BTU/h	=	0,2931	W
1 BTU/lb	=	2,326	KJ/Kg
1 BTU/lb°F	=	4,18	KJ/Kg°C
1 in	=	2,54	cm
1 lb	=	0,4536	Kg
1 W/in ²	=	0,155	W/cm

Conversión de temperatura. Fórmulas

°C = Grados centígrados

°F = Grados Fahrenheit

K = Kelvin

$$°F = 1'8°C + 32$$

$$°C = (°F - 32) \times 5/9$$

$$K = °C + 273$$

Propiedades físicas de los materiales

Material	Densidad (Kg/dm ³)	Calor específico (KJ/Kg°C)	Calor fusión (KJ/Kg)	Calor vaporización (KJ/Kg)
Aceite	0,9	1,8	--	293
Agua	1	4,18	--	2250
Aire	0,0013	1	--	--
Alumino	2,6	0,9	296	8350
Cobre	8,92	0,39	181	7379
Estaño	7,31	0,23	59	2739
Hierro	7,8	0,44	272	6365
Parafina	0,89	2,93	147	--
Petroleo	0,93	1,8	--	--
Sosa (NaOH 18%)	1,2	3,5	--	1693
Tricloroetileno	1,47	0,93	96	24



Determinación de la potencia calorífica.

Método general para determinar la potencia calorífica.

1.- Definir los datos de partida:

- Temperatura mínima inicial y temperatura máxima final: ΔT
- Caudal o volumen máximo del material a calentar.
- Tiempo requerido para el proceso de calentamiento.
- Dimensiones del recipiente o conducto.
- Aislamiento y sus propiedades.
- Datos eléctricos: tensión y limitaciones eléctricas.
- Elementos de control: temperatura, potencia, nivel, intensidad, etc.

2.- Cálculo de la potencia calorífica necesaria. (Ver Fórmulas)

3.- Factores del sistema que pueden influir en la elección del elemento calefactor.

- Temperatura de trabajo.
- Densidad de carga máxima admisible.
- Consideraciones mecánicas.
- Factores ambientales.
- Factores de seguridad.

4.- Selección del elemento calefactor.

- Tipo, tamaño y cantidad.

5.- Selección de los elementos de control y seguridad.

- Tipo y posición.

Fórmulas

$$P_T = (P_A + P_B + P_C) \times F_S$$

- P_A = Potencia necesaria para aumentar la temperatura del material en el tiempo deseado.
- P_B = Potencia necesaria para fundir o vaporizar el material en el tiempo deseado.
- P_C = Pérdidas de calor por superficie.
- F_S = Factor de seguridad. Normalmente entre el 10% y el 30% dependiendo de la aplicación.

$$P_A \text{ (KW)} = \frac{\text{Masa (Kg)} \times \text{Calor específico (KJ/Kg } ^\circ\text{C)} \times \Delta T \text{ (} ^\circ\text{C)}}{\text{Tiempo de calentamiento (Seg)}}$$

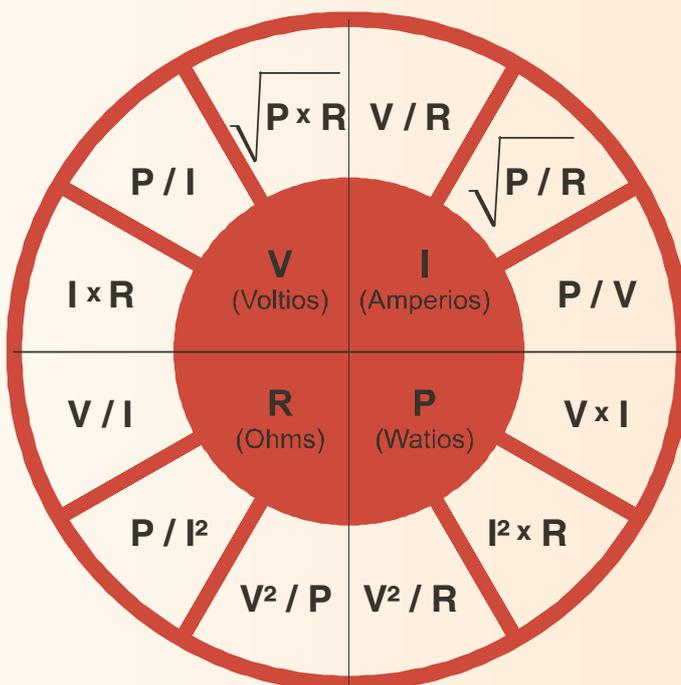
$$P_B \text{ (KW)} = \frac{\text{Masa (Kg)} \times \text{Calor de fusión o vaporización (KJ/Kg)}}{\text{Tiempo de calentamiento (Seg)}}$$

$$P_C \text{ (W)} = \frac{\text{Conductividad térmica (W/m} ^\circ\text{C)} \times \text{Superficie (m}^2\text{)} \times \Delta T \text{ (} ^\circ\text{C)}}{\text{Espesor del aislamiento (m)}}$$

Ley de Ohm

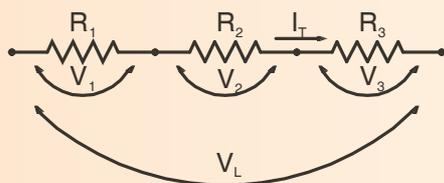
Definición: La diferencia de potencial entre dos puntos de un conductor es igual al producto de la intensidad de la corriente por la resistencia de un conductor.

$$V = I \times R$$



Asociación de resistencias

Asociación serie



Fórmulas

Asociación serie de resistencias

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3 = V_T / R_{eq}$$

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

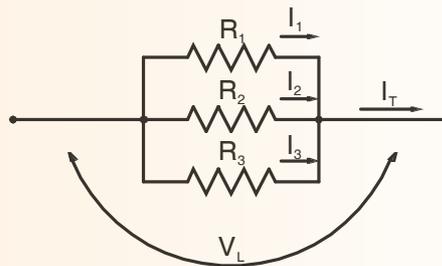
$$P_T = (V_T)^2 / R_{eq} = V_T \times I_T$$

$$P_n = (P_T / V_T)^2 \times R_n$$

Leyenda

- P_T = Potencia total del circuito
- $P_1 / P_2 / P_3$ = Potencia de cada resistencia
- V_L = Tensión de línea
- $V_1 / V_2 / V_3$ = Tensión en bornes de resistencias

Asociación paralelo



Asociación paralelo de resistencias

$$(1 / R_{eq}) = (1 / R_1) + (1 / R_2) + (1 / R_3)$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 = I_T \times R_{eq}$$

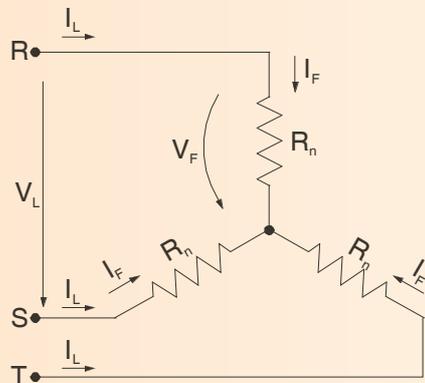
$$P_T = (V_T)^2 / R_{eq} = V_T \times I_T$$

$$P_n = (P_T / V_T)^2 \times R_n$$

- R_{eq} = Valor resistivo total del circuito
- $R_1 / R_2 / R_3$ = Resistencias
- I_T = Intensidad total del circuito
- $I_1 / I_2 / I_3$ = Intensidad a través de cada resistencia

Circuitos trifásicos (cargas equilibradas)

Estrella



Fórmulas

Estrella

$$I_L = I_F$$

$$V_F = V_L / \sqrt{3}$$

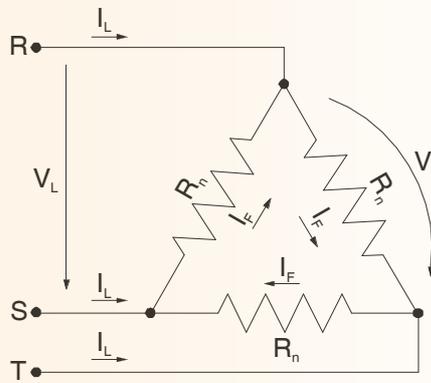
$$P_T = (V_L)^2 / R_n = V_L \times I_L \times \sqrt{3}$$

$$P_n = (V_F)^2 / R_n$$

Leyenda

- P_T = Potencia total del circuito
- P_n = Potencia de cada rama
- V_L = Tensión de línea (entre fases)
- V_F = Tensión en bornes de resistencias

Triángulo



Triángulo

$$I_F = I_L / \sqrt{3}$$

$$V_L = V_F$$

$$P_T = 3 \times (V_L)^2 / R_n = V_L \times I_L \times \sqrt{3}$$

$$P_n = (V_F)^2 / R_n$$

- R_n = Resistencias
- I_L = Intensidad de línea
- I_F = Intensidad a través de cada rama