3.1 Potencia eléctrica

La unidad de potencia eléctrica es el vatio (W). Si nos preguntan qué lámpara luce más, una de 60 W o una de 40 W, la respuesta sería muy clara: la de 60 W, que es la que más potencia posee. Pero, ¿qué es la potencia eléctrica?

En la asignatura de física, se suele definir la potencia como la rapidez con la que se ejecuta un trabajo, es decir la relación que existe entre el trabajo realizado y el tiempo invertido en realizarlo.

Como todos sabemos, el trabajo se produce gracias a la energía. Trabajo y energía son dos conceptos que dicen lo mismo:

$$\boxed{Potencia = \frac{trabajo}{tiempo}}$$

$$\boxed{P = \frac{E}{t}}$$

P = Potencia en vatios (W)
E = Energía en julios (J)
t = Tiempo en segundos (s)

$$\boxed{Potencia = \frac{energía}{tiempo}}$$

Ejemplo: 3.1

Determinar la potencia que debe desarrollar un ascensor que pesa 500 Kg si para subir al 5° piso (a una distancia de 25 m del suelo) emplea un tiempo de 50 segundos al moverse a una velocidad de 0,5 m/s. Calcular también la energía consumida.

Solución:

El trabajo que necesita un móvil para desplazarse a una cierta distancia es el producto de la fuerza aplicada, multiplicada por la distancia recorrida:

$$E = F \cdot e = 4.905 \cdot 25 = 122.625 \text{ J}$$

(pasamos los Kg a Nw: 500 Kg · 9,81 = 4.905 Nw)

$$P = \frac{E}{t} = \frac{122.625}{50} = 2.452{,}5 \text{ W} \approx 2{,}5 \text{ KW}$$

Para determinar la potencia también nos podíamos haber valido de la siguiente expresión, que nos indica que la potencia desarrollada por un móvil es el producto de la fuerza aplicada por la velocidad del mismo:

$$P = F \cdot V = 4.905 \cdot 0{,}5 = 2.452{,}5 \text{ W}$$

¿Cómo será la potencia a desarrollar por el ascensor si queremos que suba al quinto piso en tan sólo 20 segundos?

La fuerza que mueve un móvil es similar a la tensión que impulsa a moverse a los electrones por un circuito eléctrico. Por otro lado, la velocidad con que se mueve un móvil se puede comparar con la cantidad de electrones que fluyen en un circuito eléctrico en la unidad de tiempo, es decir de la intensidad de la corriente eléctrica. Según esto, la expresión de la potencia podría quedar así.

$$\boxed{P = V \cdot I}$$

La potencia eléctrica es el producto de la tensión por la intensidad de la corriente.

Ejemplo: 3.2

En una habitación existe una base de enchufe de 16 amperios. Se quiere determinar la potencia máxima del aparato eléctrico que se puede conectar al enchufe, teniendo en cuenta que la tensión es de 230 voltios.

Solución: Que la base de enchufe sea de 16 amperios, quiere decir que ésta es la máxima intensidad que puede circular por él sin que se caliente excesivamente. Luego la potencia máxima que podrá suministrar será:

$$P = V\,I = 230 \cdot 16 = 3.680 \text{ W}$$

Ejemplo: 3.3

Calcular la potencia que consume un horno eléctrico si se conecta a una tensión de 230 V y su resistencia es de 50 Ω.

Solución: Primero calculamos la intensidad, aplicando la ley de Ohm:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{230}{50} = 4{,}6 \text{ A}$$

$$P = V \cdot I = ... = 1.058 \text{ W}$$

Ejemplo: 3.4

La potencia de una cocina eléctrica es de 3,5 KW. Se quiere saber si será suficiente con una base de enchufe de 25 A para conectarla a una red de 230 V.

Solución:

$$P = V\,I \text{, despejando } I = \frac{P}{V} = \frac{3.500 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 15{,}2 \text{ A}$$

Como la base de enchufe soporta hasta 25 A, está claro que es suficiente para conectar la cocina.

Ejemplo: 3.5

La placa de características de una plancha eléctrica indica que su potencia es de 500 W y su corriente nominal de 4 A. Calcular el valor de la resistencia de caldeo.

Solución: Primero calculamos el valor de la tensión:

$$P = V\,I \text{, despejando } V = \frac{P}{I} = ... = 125 \text{ V}$$

Para calcular la resistencia nos valemos de la ley de Ohm:

$$I = \frac{V}{R}, \quad \text{despejando} \quad R = \frac{V}{I} = \frac{125}{4} = 31{,}25\ \Omega$$

Este problema también se podía haber resuelto, determinando primero una fórmula que relacione P, I, y R:

$$P = V\,I \longrightarrow P = R\,I\,I$$

$$V = R\,I$$

$$\boxed{P = R \cdot I^2}$$

Despeja R de la fórmula obtenida y comprueba el resultado.

Ejemplo: 3.6

Se dispone de una resistencia calefactora para un horno eléctrico de la que sólo se conoce su potencia de trabajo: 700 W y el valor óhmico de la misma: 69 Ω. ¿A qué tensión se podrá conectar el horno para que funcione correctamente?

Solución: Este problema entraña un poco más de complejidad. Para resolverlo, habrá que encontrar primero una fórmula que relacione P, V y R.

$$P = V\,I \longrightarrow P = V\,\frac{V}{R} = \frac{V^2}{R}$$

$$I = V/R$$

$$\boxed{P = \frac{V^2}{R}}$$

Despejando: $V = \sqrt{P \cdot R} = \sqrt{700 \cdot 69} = 220\text{V}$

Ejemplo: 3.7

¿Cuál será la pérdida de potencia que se producirá en los conductores de una línea eléctrica de cobre de 4 mm^2 de sección y de 100 metros de longitud, que alimenta un motor eléctrico de 1 KW a 230 V?

Solución: La potencia que se pierde en los conductores se puede calcular mediante la expresión $P_p = R_L \cdot I^2$, siendo R_L la resistencia de los conductores de la línea e I la intensidad que circula por ellos.

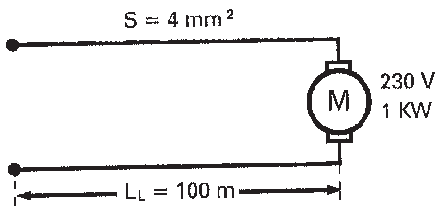

Figura 3.1

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1.000}{230} = 4{,}35\ \text{A}$$

$$R_L = \rho \cdot \frac{L}{S} = 0{,}017 \cdot \frac{200}{4} = 0{,}85\ \Omega$$

$$P_l = R_L \cdot I^2 = 0{,}85 \cdot 4{,}35^2 = 16{,}1\ \text{W}$$

***Nota:** Se ha tomado 200 m de longitud de conductor, teniendo en cuenta que son 100 m de ida y 100 m de vuelta. La potencia que se pierde en el conductor se transforma en calor, que eleva su temperatura y puede llegar a perjudicarlo.

Ejemplo: 3.8

¿Cuál será el aumento de temperatura que experimenta una lámpara incandescente de 60 W/220 V con filamento de wolframio, si al medir su temperatura en frío obtuvimos un resultado de 358 ohmios?

Solución: Primero calculamos la resistencia aproximada en caliente con la ayuda de las características de la lámpara:

$$P = \frac{V^2}{R}, \text{ despejando } R = \frac{V^2}{P} = \ldots.. = 807\Omega$$

$$R_{t^o} = R_0 \cdot (1 + \alpha \,.\, \Delta t^o), \text{ despejando}$$

$$\Delta t^o = \left(\frac{R_t}{R_0} - 1\right) / \alpha = \ldots.. = 2.508\ ^oC$$

3.2 Medida de la potencia eléctrica

El aparato que mide la potencia eléctrica es el vatímetro.

En realidad, el vatímetro mide por separado la tensión y la intensidad de la corriente, para después realizar la operación $\boldsymbol{P = V \cdot I}$ (Figura 3.2).

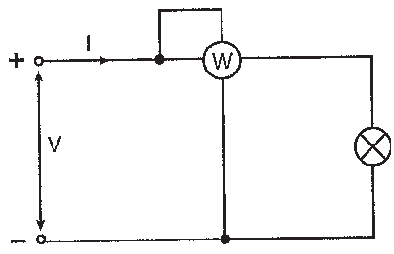

Figura 3.2. Esquema de conexiones del vatímetro.

Este aparato consta de dos bobinas; una amperimétrica y otra voltimétrica (Figura 3.3). La bobina amperimétrica posee unas características similares a la de un amperímetro: tiene una resistencia muy baja y se conecta en serie. La bobina voltimétrica posee las mismas características que las de un voltímetro: tiene una resistencia muy alta y se conecta en paralelo.

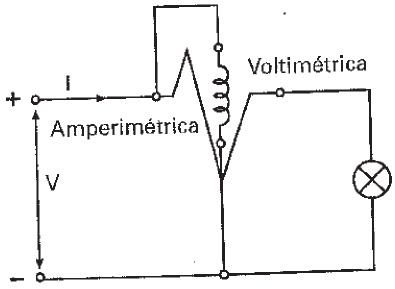

Figura 3.3. Circuitos internos del vatímetro.

3.3 Energía eléctrica

De la expresión que relaciona la energía con la potencia se deduce que la energía es el producto de la potencia por el tiempo. El cálculo de la energía eléctrica consumida por un receptor es muy interesante, especialmente por los consumidores, ya que sobre él se establecen los costos que facturan las compañías eléctricas.

$$P = \frac{E}{t}, \text{ despejando} \qquad \boxed{E = P \cdot t}$$

¿Cuál es la unidad de medida de la energía eléctrica? Todo dependerá de las unidades que se tomen de la potencia y del tiempo.

E = P . t			
P (W)	t(s)	P (KW)	t(h)
E = W . s = Julios		E = KW . h = kilovatios-hora	

El julio es la unidad perteneciente al sistema internacional. Como es muy pequeña, se suele utilizar más el KWh.

Ejemplo: 3.9

Calcular la energía, en KWh y julios, consumidos por un calefactor de 500 W en 8 horas de funcionamiento.

Solución: $E = P\,t = 0{,}5 \text{ KW} \cdot 8 \text{ h} = 4 \text{ KWh}$

$500 \text{ W} = 500/1000 = 0{,}5 \text{ KW}$

$E = P\,t = 500 \text{ W} \cdot 18000 \text{ s} = 9000000 \text{ julios}$

$5 \text{ horas} = 5 \cdot 3600 = 18000 \text{ s}$

Ejemplo: 3.10

Se quiere determinar el gasto bimensual de un calefactor de 500 W, que funciona, por término medio, 4 horas al día. Precio del KWh: 16 ptas.

Solución: $E = P\,t = 0{,}5 \text{ KW} \cdot 240 \text{ h} = 120 \text{ KWh}$

$t = 60 \text{ días} \cdot 4 \text{ h} = 240 \text{ h}$

$\text{Gasto} = 120 \text{ KWh} \cdot 16 \text{ pts} = 1920 \text{ pts.}$

Ejemplo: 3.11

¿Cuánto tiempo podremos tener conectado un televisor de 150 W si deseamos gastar 100 pts en concepto de energía eléctrica, siendo el precio del KWh de 17 pts?

Solución: Gasto = E · precio KWh , despejando

$$E = \frac{\text{Gasto}}{\text{precio KWh}} = \frac{100}{17} = 5{,}88 \text{ KWh}$$

$$E = P\,t, \text{ despejando } \quad t = \frac{E}{P} = \frac{5{,}88}{0{,}15} = 39{,}2 \text{ horas}$$

3.4 Medida de la energía eléctrica

El aparato que mide la energía eléctrica consumida es el contador y, como todos bien sabemos, es el que nos dice, a fin de cuentas, lo que debemos pagar a la compañía eléctrica.

El contador se conecta exactamente igual que un vatímetro, y nos da la lectura de la energía consumida, gracias a que integra el producto de la potencia por el tiempo (Figura 3.4).

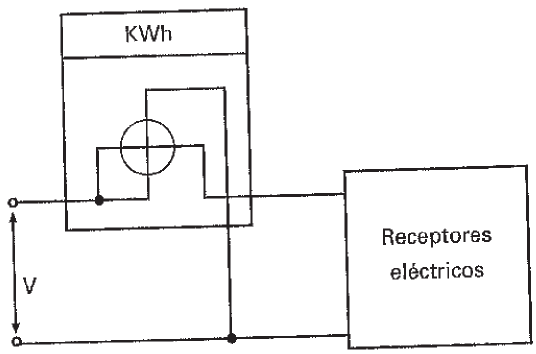

Figura 3.4

El contador de energía que más se está utilizando hasta ahora es el de inducción, que realiza la medida gracias a un sistema motorizado, que obliga a girar un disco. La velocidad de dicho disco depende del producto de la tensión por la intensidad, es decir de la potencia. Existe un sistema que cuenta el número de vueltas y presenta una lectura directa de los KWh consumidos.