

Potencia eléctrica

Introducción

Los fenómenos eléctricos han sido muy trascendentes en el desarrollo de nuestra cultura. En ellos ocurren numerosas transformaciones de energía. Por ejemplo en una pila o batería se transforma energía química en energía potencial eléctrica. En una lámpara se transforma energía potencial eléctrica en energía luminosa.

Los distintos componentes de un circuito transforman esa energía, con diferente rapidez. La potencia eléctrica está relacionada con cuánta energía transforma un elemento y el tiempo que emplea. Su potencia será mayor cuanto mayor cantidad de energía transforma en menor tiempo.

Veamos un ejemplo sencillo, que consiste en un receptor conectado a un generador (fig 1). El generador realiza un trabajo sobre las cargas, para que estas circulen por el circuito. El receptor transforma la energía que transportan las cargas en otro tipo de energía. Por ejemplo en el caso de un motor en energía mecánica.

Entonces el trabajo eléctrico que realiza el generador es igual a la variación de energía en el receptor.

$$T = \Delta E$$

Definimos potencia al cociente entre la cantidad de energía que transforma un dispositivo y el tiempo que emplea:

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

También se puede expresar $P = \frac{T}{\Delta t}$

Unidades de Potencia

Si a la energía la expresamos en Joule y al tiempo en segundo, la unidad de potencia será $\frac{J}{s}$, la que se denomina Watt, en honor al físico escocés de mismo nombre (fig 2).

$$[\Delta E] = [T] = J$$

$$[\Delta t] = s$$

$$[P] = \frac{J}{s} = W$$

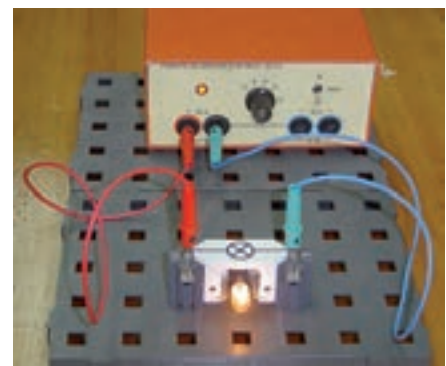


Fig. 1. Generador y receptor.



Fig. 2. James Watt (1736-1819). matemático e ingeniero escocés, principal impulsor de la máquina de vapor.

Es importante aclarar que la energía que recibe el receptor es igual en valor a la que aporta el generador. El trabajo eléctrico es únicamente la forma de transferirla, por lo tanto podemos expresar:

$$-\Delta E_{\text{en el generador}} = \Delta E_{\text{en el receptor}}$$

Todos los razonamientos planteados se basan en el principio de conservación de la energía.

Potencia disipada por un elemento eléctrico

Volvamos al ejemplo con el que comenzamos. Si en un determinado tiempo la fuente realiza sobre las cargas un trabajo, la potencia será:

$$P = \frac{T}{\Delta t}$$

De la definición de ddp podemos escribir: $T = q \times V$

Sustituyendo en la ecuación de potencia:

$$P = \frac{q \times V}{\Delta t}$$

Recordando la definición de intensidad: $I = \frac{q}{\Delta t}$, obtenemos:

$$P = V \times I$$

Si queremos calcular la potencia que disipa un componente eléctrico, debemos hacer el producto de la ddp a la que está conectado y la intensidad que circula por él.

Pongamos atención a la unidades:

$$[P] = V \times A = \frac{J}{C} \times \frac{C}{s} = \frac{J}{s} = W$$

entonces $V \times A$ es equivalentes a $\frac{J}{s}$.

Otras unidades habituales de potencia

Otra unidad de potencia habitual en ciertos ámbitos como la mecánica automotriz es el caballo de fuerza, "HP"

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$$

Fig. 3.

Ejemplo 1

Un resistor de $2,5\Omega$ que se utiliza en un experimento para calentar agua, se conecta a una ddp de 24 V.

a) Calcula la intensidad que circula por él y su potencia.

$$I = \frac{V}{R} \quad I = \frac{24V}{2,5\Omega} \Rightarrow I = 9,6 \text{ A}$$

$$P = V \times I \quad P = 24V \times 9,6A \Rightarrow P = 230 \text{ W}$$

expresado correctamente $P = 2,3 \times 10^2 \text{ W}$

b) ¿En cuánto tiempo elevará la temperatura de 250g de agua desde 20°C hasta 50°C?

La transferencia de energía del resistor al agua es en forma de calor.

$$Q = c_e \times m \times \Delta T$$

recordemos que calor específico del agua es $4,18 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}$

$$\Delta T = T_f - T_i, \Delta T = 50^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} \Rightarrow \Delta T = 30^\circ\text{C}$$

$$\Delta E = Q = 4,18 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \times 250\text{g} \times 30^\circ\text{C} \Rightarrow \Delta E = 31350\text{J}$$

si $P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$, despejando nos queda: $\Delta t = \frac{\Delta E}{P}$

$$\Delta t = \frac{31350\text{J}}{230\text{W}} \quad \Delta t = 136\text{s} \Rightarrow \Delta t = 1,4 \times 10^2\text{s}$$

Otras formas de determinar la potencia eléctrica de un elemento de un circuito.

1. Supongamos que conocemos la resistencia eléctrica y la intensidad que circula por un elemento de un circuito.

Hemos visto anteriormente que la potencia de cualquier componente se puede calcular como $P = V \times I$

De la definición de resistencia eléctrica podemos despejar

$$V = R \times I$$

sustituyendo en la ecuación anterior: $P = R \times I \times I$, lo que nos queda

$$P = R \times I^2$$

2. Si ahora conocemos la ddp a la que está conectado un elemento y su resistencia eléctrica, podemos determinar su potencia de la siguiente forma:

Nuevamente partimos de la definición de resistencia eléctrica,

$$I = \frac{V}{R}$$

sustituyendo la intensidad en la ecuación $P = V \times I$, nos queda:

$$P = V \times \frac{V}{R} \text{ de donde finalmente:}$$

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

Formas equivalentes de calcular la potencia:

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

Para cualquier elemento de un circuito, con ddp constante

$$P \propto \frac{1}{R}$$

Para un conductor óhmico:

$$P \propto V^2$$

Esta última ecuación nos muestra un aspecto importante de la potencia. Si tenemos dos conductores, conectados a una misma ddp el que tenga mayor resistencia eléctrica disipará menor potencia. Si la ddp es constante, la potencia de un conductor es inversamente proporcional a su resistencia eléctrica.

También de esta ecuación podemos concluir que si aumentamos la ddp a la que está conectado un conductor, la potencia no aumentará en la misma proporción, sino que aumentará proporcionalmente al cuadrado de la ddp. Esto último es válido sólo si el conductor es óhmico.

Ejemplo 2

Un dispositivo eléctrico que tiene resistencia eléctrica de 18Ω y se comporta de forma óhmica, se conecta a una ddp de $9,0V$.

a) Calcula la potencia disipada por el dispositivo

$$P = \frac{V^2}{R} \quad P = \frac{(9,0V)^2}{18\Omega} \Rightarrow P = 4,5W$$

b) Calcula la energía que transforma el dispositivo si se lo mantiene funcionando 15 minutos (900s)

$$\Delta E = P \times \Delta t$$

$$\Delta E = 4,5W \times 900s \Rightarrow \Delta E = 4050J \Rightarrow \Delta E = 4,1 \times 10^3 J$$

c) ¿Cómo cambian tus respuestas anteriores si se duplica la ddp a la que se conecta al dispositivo?

$$P = \frac{V^2}{R} \quad P = \frac{(18V)^2}{18\Omega} \Rightarrow P = 18W$$

$$\Delta E = P \times \Delta t \quad \Delta E = 18W \times 900s \Rightarrow \Delta E = 16200J \quad \Delta E = 1,6 \times 10^4 J$$

Al duplicar la ddp, tanto la potencia como la energía se cuadruplican. Esto está en concordancia con lo ya expresado, que para conductores óhmicos $P \propto V^2$.

¿En qué unidades mide UTE la energía que nos suministra?

Revisemos un recibo de UTE. En él encontramos un detalle de la facturación (fig 4). En primer lugar aparece "cargo por potencia contratada". La potencia contratada es la máxima potencia que puede disiparse en el hogar al conectar varios aparatos eléctricos simultáneamente. Si se excede dicha potencia, la llave limitadora salta, cortando el suministro. A continuación se detalla el consumo, expresado en "kWh" y su respectivo costo.

Veamos a que corresponde esta unidad.

1 kWh, lo podemos escribir como $1\text{ kW} \times 1\text{ h}$, o sea, multiplicamos un valor de potencia por otro de tiempo. El resultado es un valor de energía, recuerda que $\Delta E = P \times \Delta t$. Entonces el kWh es la unidad de energía que utiliza UTE para medir el consumo energético.

¿Por qué UTE no mide la energía en Joule? Razonemos lo siguiente: en un día de invierno encendemos una estufa eléctrica. Las más comunes tienen una potencia de 1400W. Si la mantenemos encendida 5,0h, esto es $1,8 \times 10^4\text{ s}$, entonces:

$$\Delta E = P \times \Delta t$$

$$\Delta E = 1400\text{ W} \times 1,8 \times 10^4\text{ s} = 25200000\text{ J}$$

$$\Delta E = 2,5 \times 10^7\text{ J}$$

Hagamos el mismo cálculo expresando ahora la energía en kWh,

En primer lugar escribamos la potencia en kW, recordando que

$$\begin{aligned} 1000\text{ W} &= 1\text{ kW} \\ 1400\text{ W} &= 1,400\text{ kW} \end{aligned}$$

entonces $\Delta E = P \times \Delta t$

$$\Delta E = 1,400\text{ kW} \times 5,0\text{ h} = 7,0\text{ kWh}$$

Queda claro que es mucho más cómodo utilizar este último valor. Cabe destacar que hicimos el cálculo con un solo electrodoméstico.

Equivalencia entre Joule y kWh

$$1,0\text{ kWh} = 1,0\text{ kW} \times 1,0\text{ h} = 1000\text{ W} \times 3600\text{ s} = 3600000\text{ J}$$

$$\text{Esto es } 1,0\text{ kWh} = 3,6 \times 10^6\text{ J}$$

Entonces podemos decir que el 1,0 kWh es la cantidad de energía que transforma un dispositivo con una potencia de 1,0 kW en un tiempo de 1,0h. Dicha cantidad de energía corresponde a $3,6 \times 10^6\text{ J}$.

Detalle de Facturación	
Concepto	Importe
CARGO POT. CONTRATADA	
6,6 kW X 1M X \$27	178,20
FACTURACION DE CONSUMO	
100kWh X \$1,930	193,00
297kWh X \$2,790	828,63
CARGO FIJO	79,90

Fig. 4. Detalle de la factura de UTE.

El ente estatal cobra diferenciado los kWh consumidos. Los primeros 100 kWh son más baratos, luego incrementa el costo en franjas. Esto pretende fomentar el ahorro energético. Por último aparece un "cargo fijo" que es el costo de estar conectado a la red.

Si escribimos la potencia en kW y el tiempo en horas, la unidad de energía queda expresada en kWh.

$$1,0\text{ kWh} = 3,6 \times 10^6\text{ J}$$

Ejemplo 3

En una peluquería se utiliza un secador de pelo, con una potencia de 1200W, conectándolo a la red eléctrica de UTE.

a) Calcula la intensidad que circula por el secador cuando está funcionando.

$$P = V \times I, \text{ por lo tanto } I = \frac{P}{V} = \frac{1200\text{W}}{220\text{V}}, \Rightarrow I = 5,45 \text{ A}$$

b) Calcula la energía que transforma en 8,0h de funcionamiento.

$\Delta E = P \times \Delta t$, expresemos la potencia en kW, 1200W = 1,200kW,

$$\Delta E = 1,200\text{kW} \times 8,0\text{h} \Rightarrow \Delta E = 9,6\text{kWh}$$

c) Expresa el resultado anterior en unidades del S.I.

$$1,0 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$$

$$9,6 \text{ kWh} = 3,5 \times 10^7 \text{ J}$$

$$\Delta E = 3,5 \times 10^7 \text{ J}$$

d) Averigua el costo de cada kWh y calcula cuánto gasta la peluquería por día en utilizar el secador de pelo.



Fig. 5. Lámpara común y de bajo consumo.

Lámparas comunes versus lámparas de bajo consumo.

En el envase de una lámpara común se lee: "220V - 60W" (fig. 7).

Esto quiere decir que si la conectamos a 220V, disipará una potencia de 60W, transformará 60J de energía por segundo.

¿En qué otros tipos de energía se transforma la energía eléctrica? Más de tres cuartas partes de esos 60W se transforman en energía interna que se cede al ambiente en forma de calor. El resto se transforma en energía luminosa. Sólo aprovechamos menos de un cuarto de la energía que "consumimos" para la finalidad de la lámpara que es la iluminación.

En el envase de una lámpara de bajo consumo (fig. 6) se lee "220V - 11W con la misma luminosidad de una lámpara común de 60W". Estas lámparas son más **eficientes**. Permiten aprovechar un mayor porcentaje de la energía eléctrica que se "consume", ya que la mayor parte de los 11J por segundo (11W), se transforman en energía luminosa.



Fig. 7. Una lámpara común de 60W utiliza menos de la cuarta parte de la energía consumida en emitir luz.



Fig. 6. Una lámpara de bajo consumo de 11W da la misma luz que una común de 60W.

PREGUNTAS

- 1) Define potencia eléctrica.
- 2) ¿Cuál es la unidad de potencia en el Sistema Internacional de Unidades?
- 3) Se tienen dos lámparas una de 60W y otra de 100W. ¿Ambas pueden transformar la misma cantidad de energía? ¿Cuál es la diferencia entonces entre las lámparas?
- 4) Si conocemos la ddp a la que está conectado un elemento y la intensidad que circula por él, ¿cómo calculamos la potencia?
- 5) ¿Cómo se calcula la potencia disipada por un conductor a partir de su resistencia eléctrica y de la intensidad que circula por él?
- 6) Contesta lo mismo que en la pregunta anterior, pero suponiendo que los datos sean la ddp y la resistencia eléctrica.
- 7) Tenemos un conductor de resistencia eléctrica R , conectado a una batería. Si sustituimos al conductor por otro que tiene una resistencia $R/2$, ¿Cómo varía la potencia?
- 8) Un conductor óhmico se conecta a una ddp " V ", y luego se reduce a la mitad " $\frac{V}{2}$ ":
 - a) ¿Cómo varía la intensidad por el conductor?
 - b) ¿Cómo varía su potencia?
 - c) ¿Por qué para poder contestar las preguntas anteriores el conductor debe ser óhmico?
- 9) ¿Qué magnitud física se mide en kWh?
- 10) ¿El kWh es una unidad del Sistema Internacional de Unidades?
- 11) ¿Cuál es la equivalencia entre kWh y Joule?
- 12) ¿Por qué UTE mide la energía en kWh?
- 13) ¿Cuáles son las ventajas de las lámparas de bajo consumo con respecto a las lámparas comunes?



PROBLEMAS

- 1) En la cubierta de una lámpara se lee "75W". ¿En cuánto tiempo disipará una energía de 2,0kJ? ¿Cuánta energía transforma en cada minuto que está encendida?
- 2) Un televisor de potencia 80W está un día entero encendido y una estufa de potencia 1,2kW lo está media hora. ¿Cuál de los dos transforma más energía?
- 3) Un resistor de resistencia 20Ω se conecta a una fuente que crea una ddp de 24V.
 - a) ¿Cuál es su potencia?
 - b) ¿Cuánta energía entrega la fuente al resistor en 15 minutos?
- 4) Un electrodoméstico soporta que circule por él una intensidad máxima de 2,0 A, y tiene una potencia de 500W. ¿Se estropea si lo conectamos a la red eléctrica de UTE? ¿Funcionará correctamente si lo conectamos en un país donde la red local es de 110V?



- 5) Un aparato eléctrico tiene una potencia de 600W y cuando funciona, circula por él una intensidad de 5,0A. Calcula la resistencia eléctrica del aparato.
- 6) Se desea tener un conductor que disipe una potencia de 180W, cuando por él circule una intensidad de corriente de 2.5 A. Calcula la resistencia del conductor.
- 7) Una calculadora funciona con dos pilas "AAA", y según el manual tiene una potencia de $4,0 \times 10^{-4}$ W. Si en un examen se la mantiene funcionando 2,0 horas, ¿qué carga eléctrica circula por la calculadora?
- 8) Un conductor, cuando se lo conecta a 3,0V disipa una potencia de 25W y si se lo conecta a 6,0V disipa 50W. ¿El conductor es óhmico?
- 9) Una lámpara con un comportamiento óhmico, disipa 60W conectada a una ddp de 220 V. ¿Qué potencia disipará si se conecta en una región de Brasil a una ddp de 110V?
- 10) Si compramos una lámpara en dicha región de Brasil con una potencia de 75 W y la traemos a Uruguay. ¿qué ocurrirá con ella al conectarla a la red de UTE?
- 11) En una fábrica se utiliza una máquina que conectada a 220V disipa una potencia de $5,0 \times 10^3$ W. Se la utiliza durante 8,0h, durante 20 días al mes.
 - a) Calcula la intensidad que circula por la máquina cuando está funcionando.
 - b) ¿Cuánta energía transforma la máquina por mes?
 - c) Averigua el costo de cada kWh y calcula el gasto mensual del funcionamiento de la máquina.



- 12) Un termofón de 40 L, emplea 10 minutos en calentar el agua desde los 20°C a los 70°C. Calcula:
 - a) la energía cedida al agua.
 - b) la resistencia eléctrica del termofón.
- 13) Un sun tiene una resistencia eléctrica de 32Ω y se lo utiliza para calentar 1,5L de agua que inicialmente está a 15°C. Se lo mantiene encendido 5,0 minutos.
 - a) Calcula la energía entregada al agua en ese tiempo.
 - b) Calcula la temperatura final del agua.
 - c) Si quiero que caliente el agua hasta los 60°C, en el mismo tiempo de 5,0 minutos, ¿cuál debe ser su resistencia eléctrica?
- 14) Un horno microondas transforma una energía de 0,60kWh. Si su potencia es de 900W, calcula:
 - a) cuánto tiempo está encendido.
 - b) la intensidad de corriente que circula por él cuando esta funcionando.