



MAGNITUDES ELÉCTRICAS

Universidad de Oviedo

CONTENIDO

1º CARGA

2º CORRIENTE

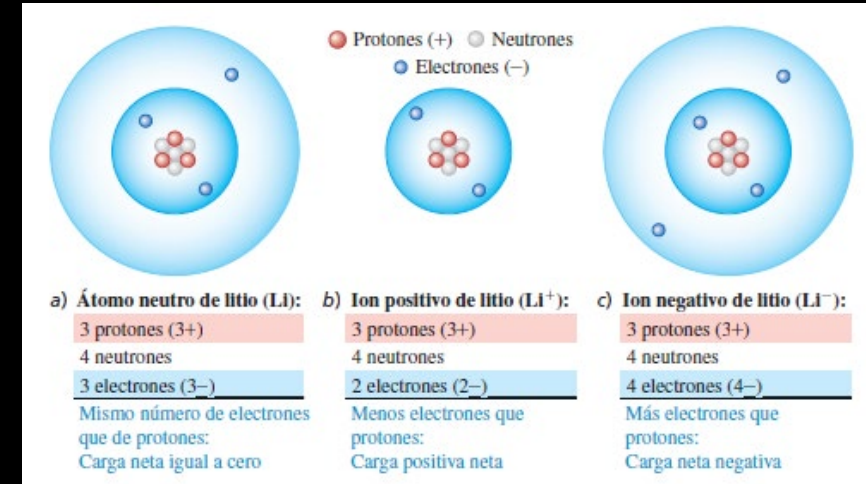
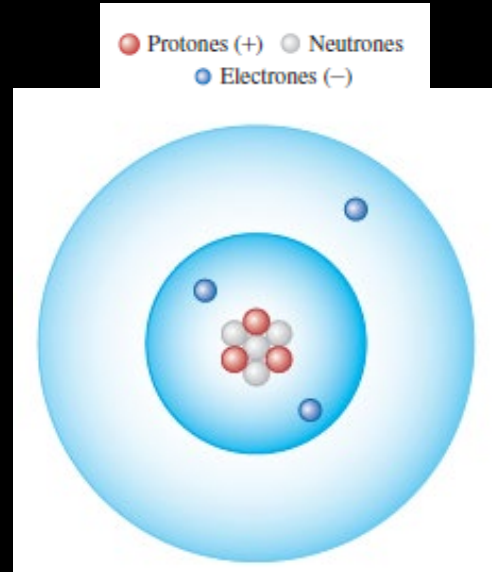
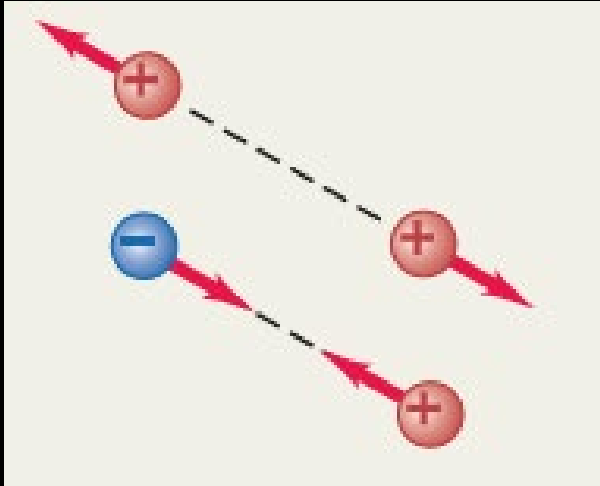
3º TENSIÓN

4º POTENCIA

5º APLICACIONES

Universidad de Oviedo

CARGA



Unidades

Culombio (C)

$1 \text{ C} \sim 6,24 \times 10^{18} \text{ electrones}$

$1 \text{ electrón} \sim -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

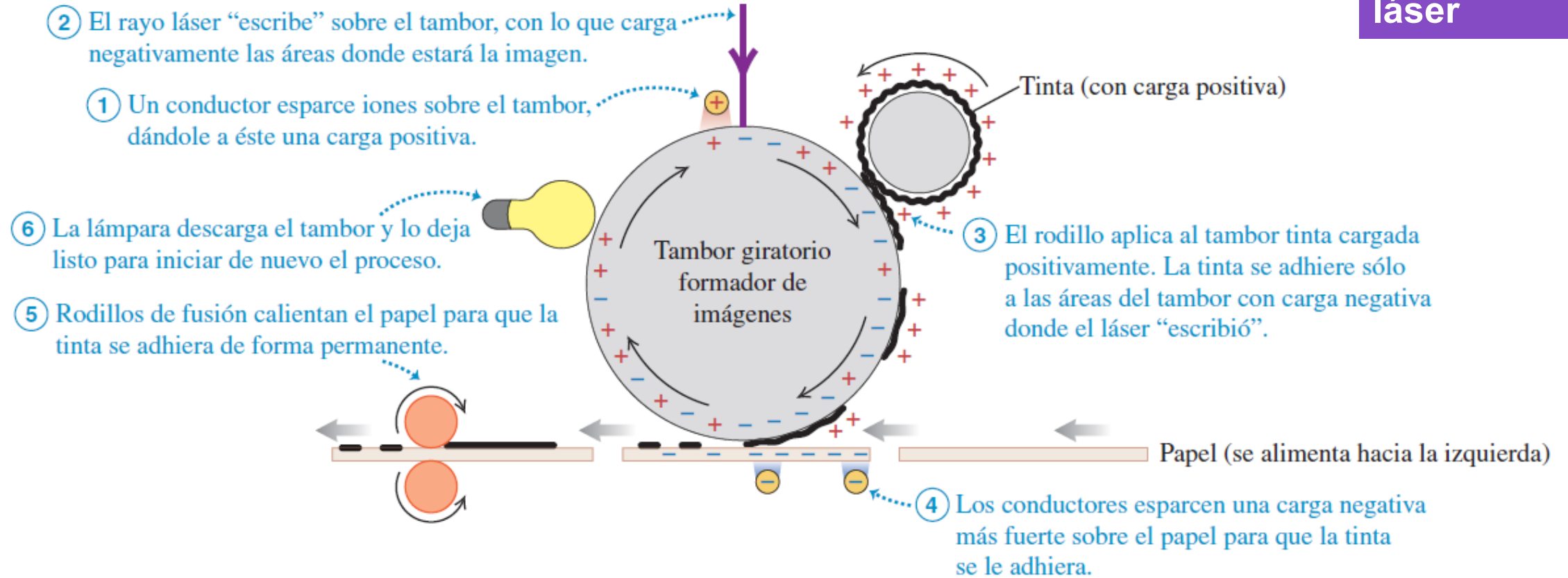
Propiedades

☐ Cuantificada

La carga de cualquier cuerpo macroscópico siempre es igual a cero o a un múltiplo entero (negativo o positivo) de la carga del electrón

☐ Conservación

La carga neta en un sistema cerrado se conserva



CORRIENTE

Definición

$$i(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta q}{\Delta t} \right) = \frac{dq}{dt}$$

carga neta que fluye a través de la sección de un cable por unidad de tiempo.

Unidades

Amperio (A)

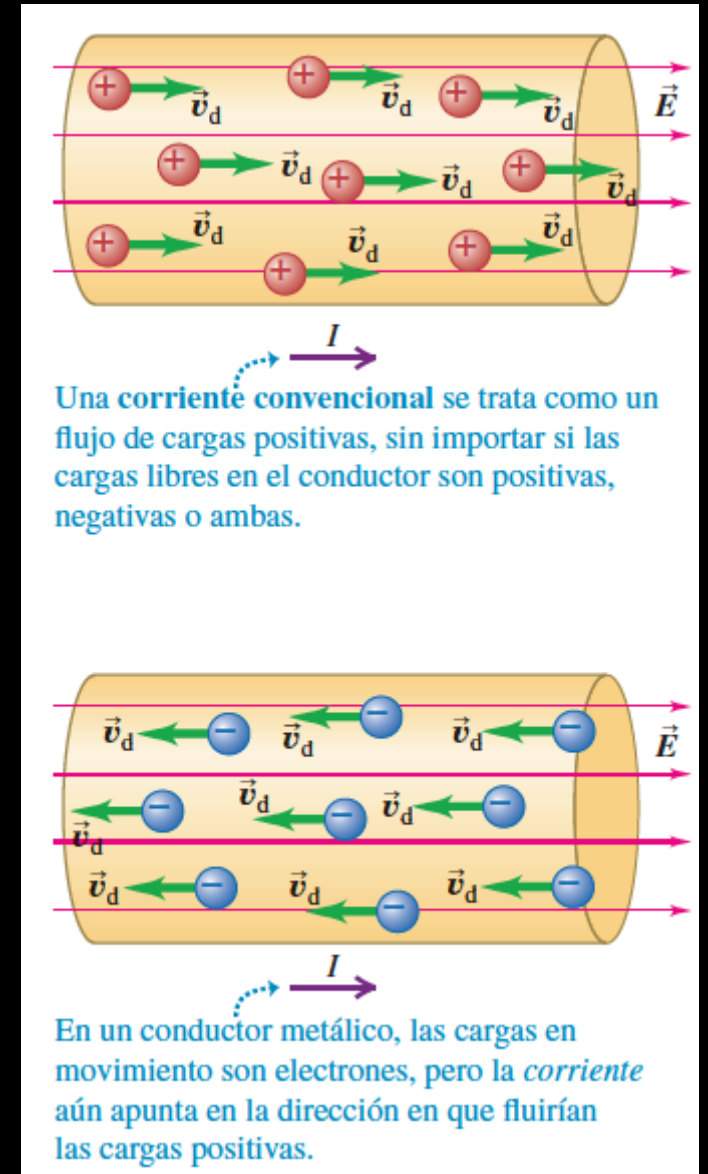
$1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$

$1 \text{ A} \sim 6,24 \times 10^{18} \text{ electrones/segundo}$

Propiedades

❑ Sentido convencional

el que seguiría una corriente de cargas positivas.



CORRIENTE

Definición

carga neta
unidad de t

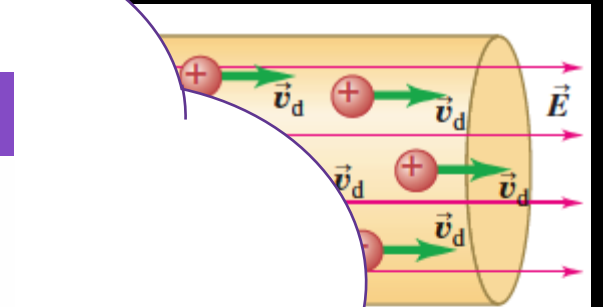
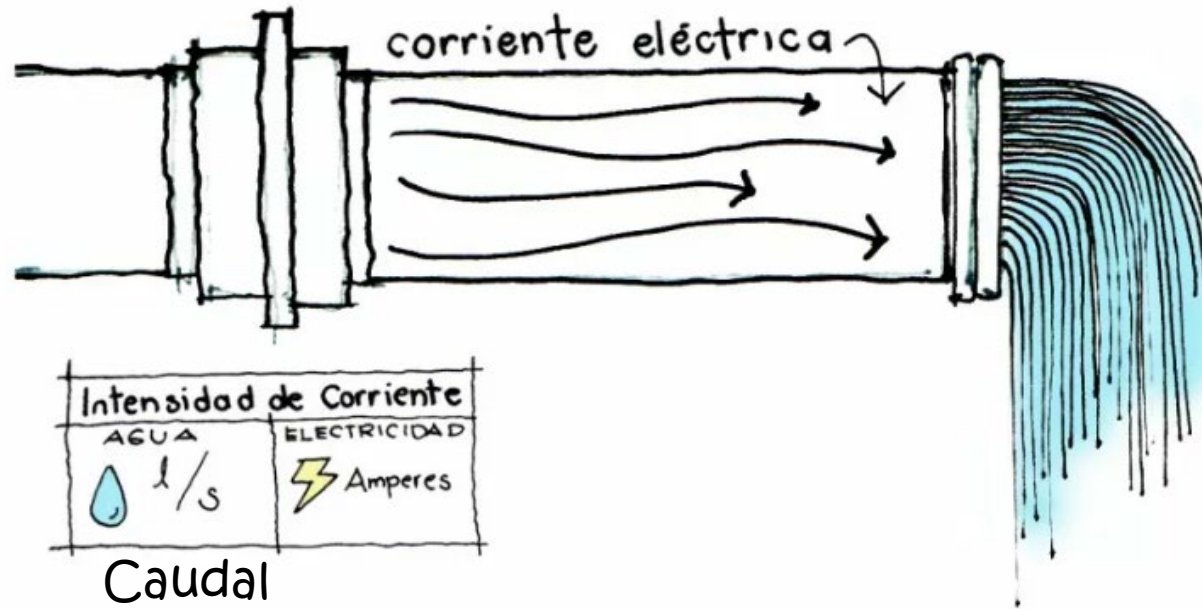
Un

Amp

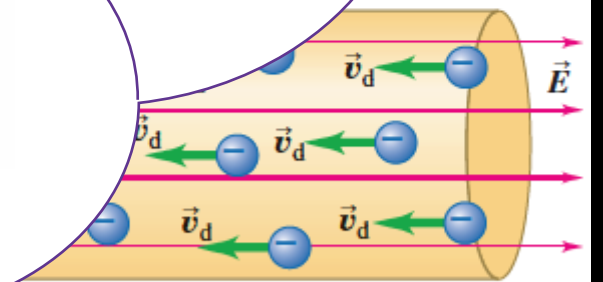
$$1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$$

$$1 \text{ A} \sim 6,24 \times 10^{18} \text{ electrones}$$

Analogía



trata como un
estar si las
positivas,



En un conductor metálico, las cargas en movimiento son electrones, pero la *corriente* aún apunta en la dirección en que fluirían las cargas positivas.

CORRIENTE

Definición

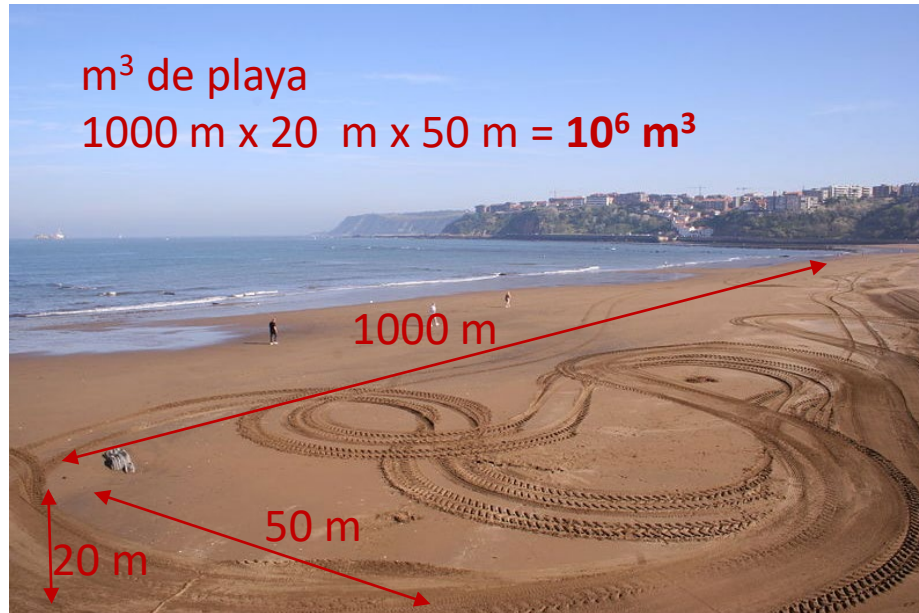
carga neta
unidad de t

Unidad

Amp

$$1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$$

$$1 \text{ A} \sim 6,24 \times 10^{18} \text{ electrones}$$



$$10^6 \text{ m}^3 \times 10^9 \text{ granos / m}^3 = \mathbf{10^{15} \text{ granos de arena playa}}$$

$$\mathbf{1 \text{ A} \sim 6,24 \times 10^{18} \text{ electrones/segundo}}$$

$$1 \text{ mA} \sim$$

Analogía



$$1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$$
$$1 \text{ m}^3 = 10^9 \text{ mm}^3$$
$$\mathbf{10^9 \text{ granos / m}^3}$$

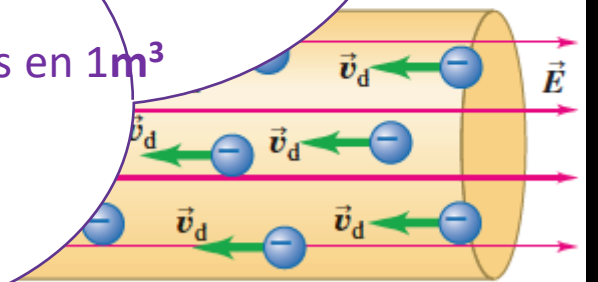
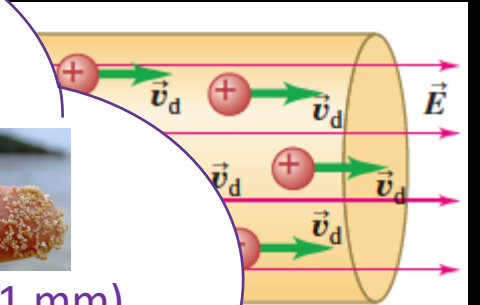
$$1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$$

$$1 \text{ m}^3 = 10^9 \text{ mm}^3$$

$$\mathbf{10^9 \text{ granos / m}^3}$$

$$1.000.000.000$$

$$\text{Mil millones granos en } \mathbf{1 \text{ m}^3}$$



Aplicación



Determine el tiempo que emplearía el cargador en proporcionar 5000 Culombios de carga a su corriente máxima.



Aplicación

Determine el tiempo que emplea el cargador proporcionar 5000 C de carga a su corriente máxima.

Resp. $I = \Delta Q / \Delta T$

$$4,62 \text{ A} = 4,62 \text{ C/s} \rightarrow 4,62 \text{ C/s} * \Delta T = 5000 \text{ C}$$

$$\Delta T = 5000 / 4,62 \sim 1082 \text{ s}$$



4,62 A es la corriente máxima que puede proporcionar el cargador a su tensión de salida nominal.

18,5 V es la tensión continua de salida nominal

Los datos de entrada se refieren a la tensión de red: 100 a 240 V de alterna y 2 A máximo de corriente. 50/60 Hz es la frecuencia de la red (Europa 50Hz)

TENSIÓN o DIFERENCIA DE POTENCIAL

Definición

$$v(t) = \frac{dw(t)}{dq(t)}$$

Energía (Julios) que debe emplearse para trasladar la unidad de carga (Culombio) entre dos puntos de un circuito.

Unidades

Voltio (V)

$$1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$$

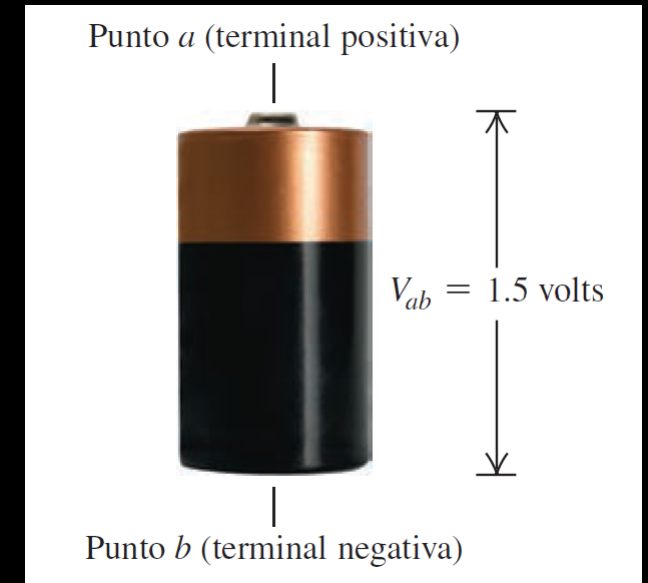
Propiedades

- La tensión se calcula a través de la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito:

$$V_{ab} = V_a - V_b$$

donde

$$V_{ab} > 0 \quad \text{si} \quad V_a > V_b$$

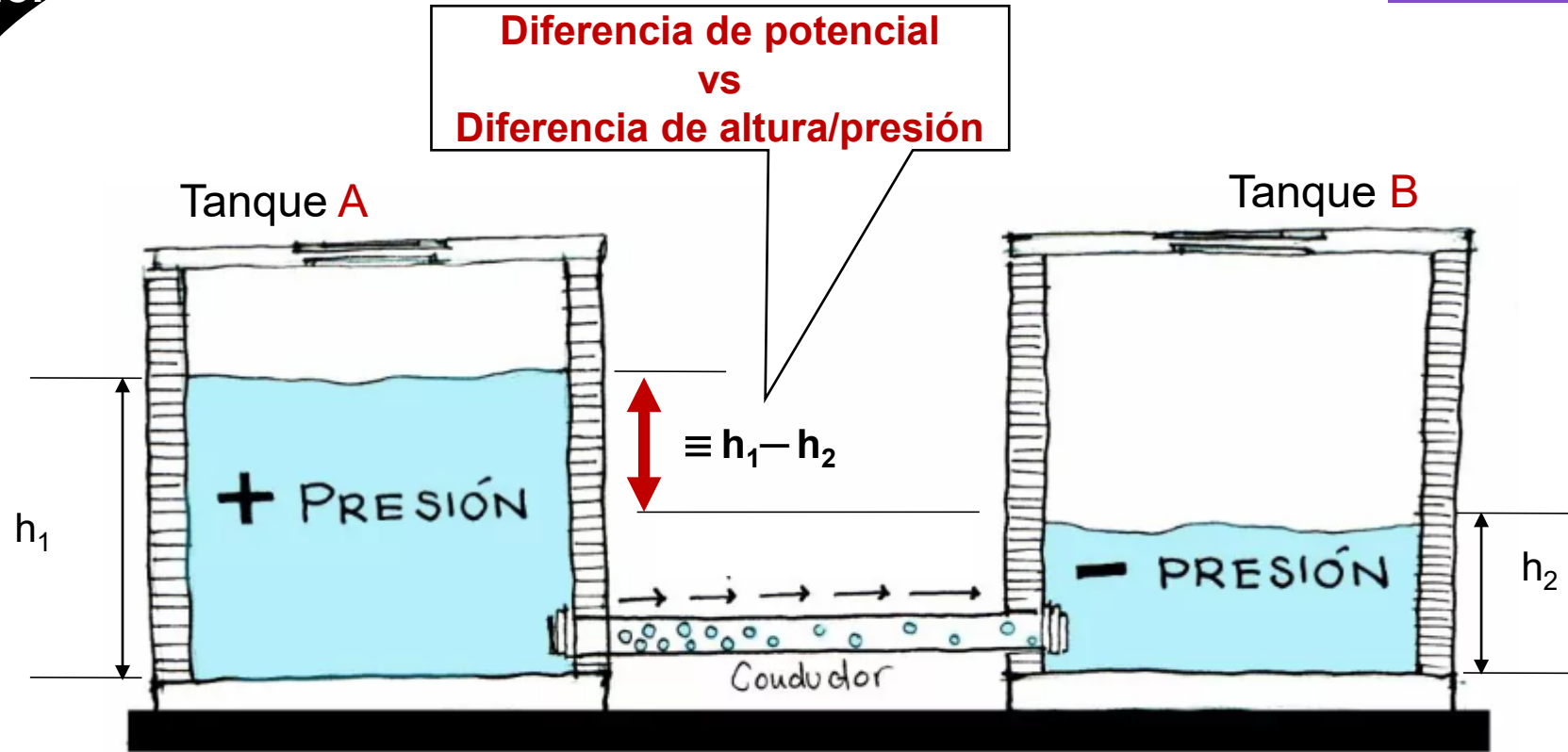


La tensión V_{ab} es igual a la diferencia de potencial $V_a - V_b$ entre su terminal positiva (punto a) y su terminal negativo (punto b).

TENSIÓN

Definición

trab
tras

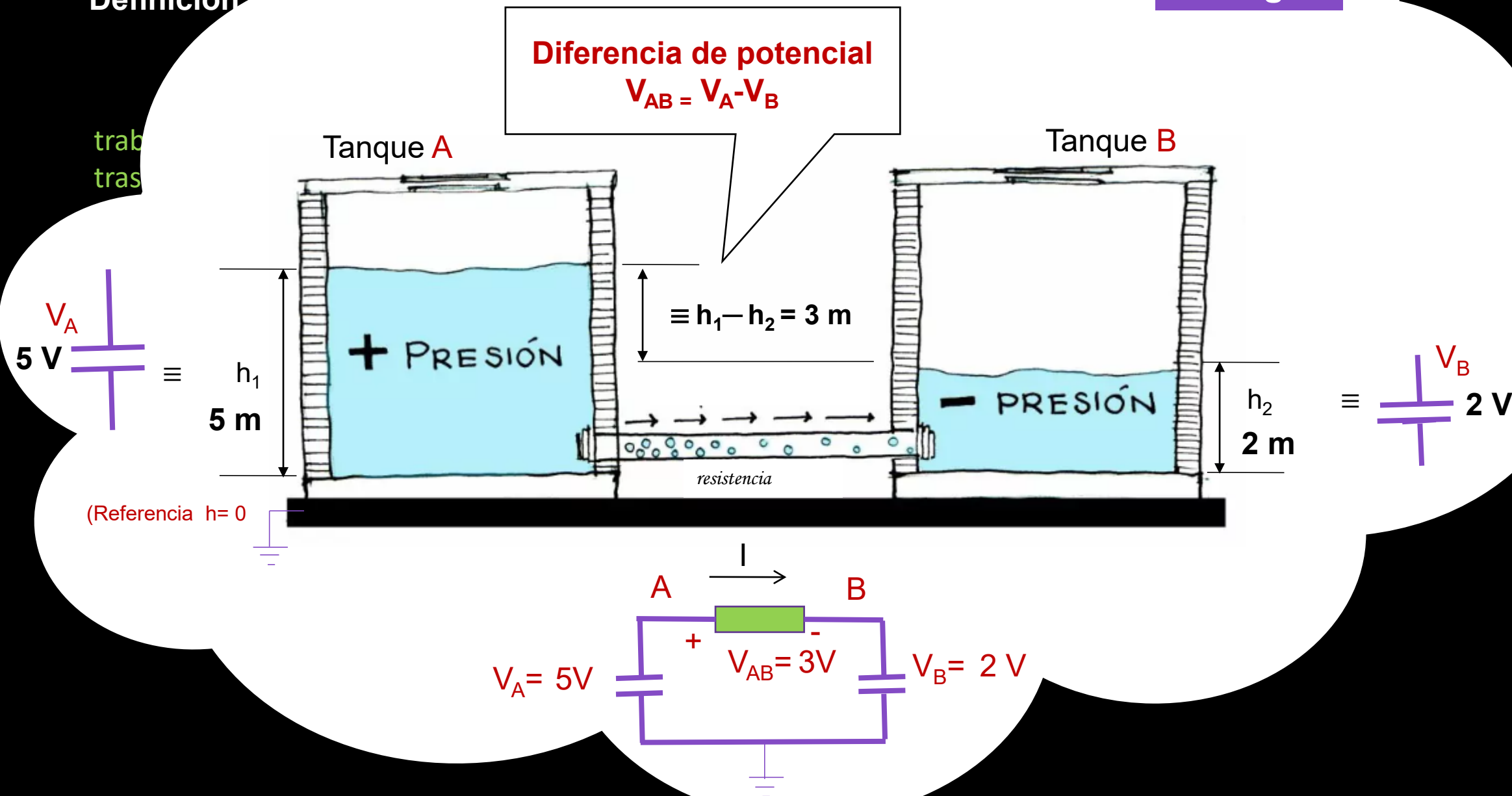


Analogía

TENSIÓN

Definición

Analogía



TENSIÓN

Definición

trab
tras

(Referencia $h=0$)

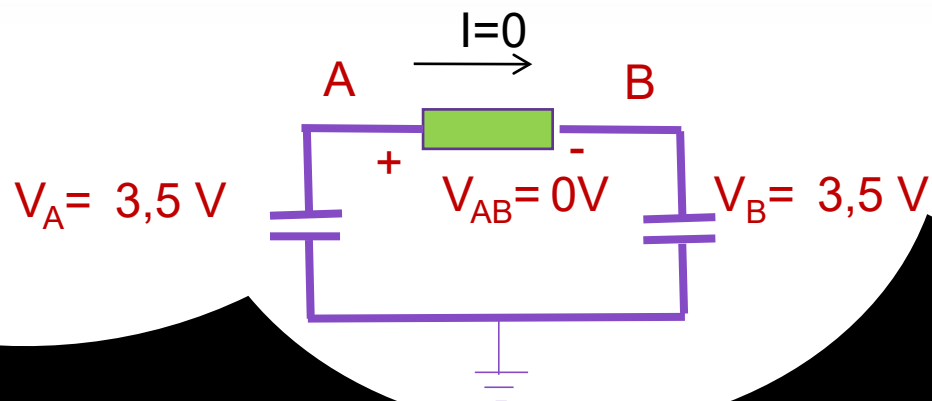
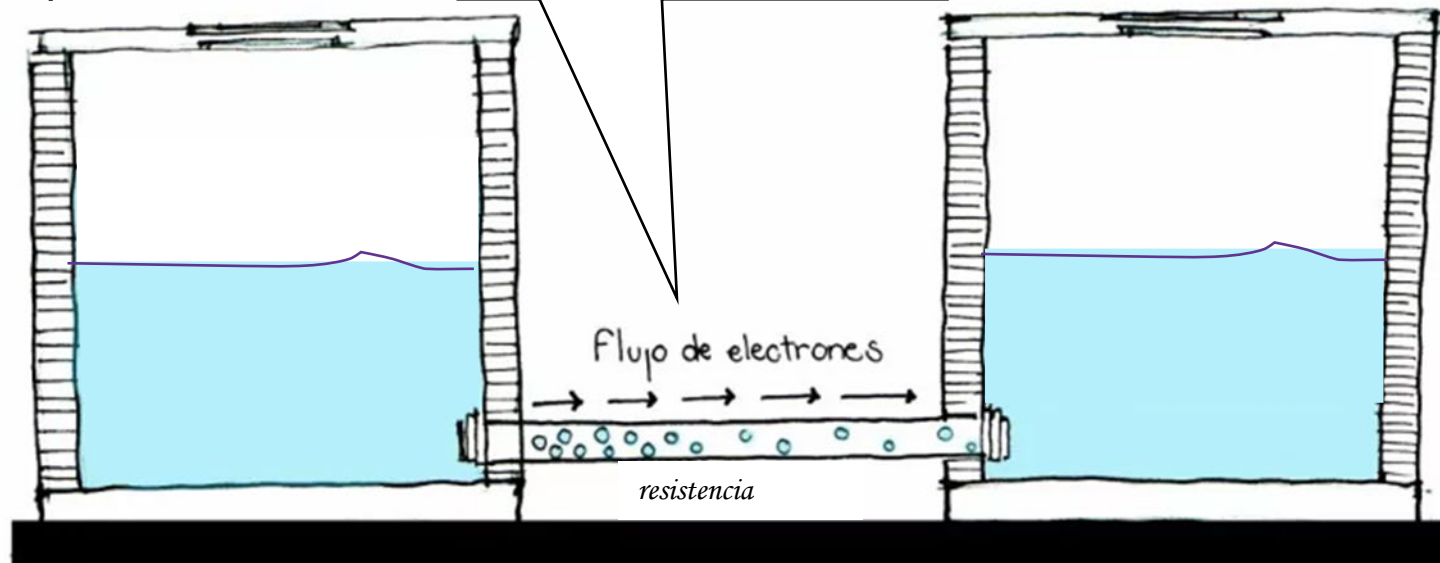


Analogía

La corriente cesa si
se igualan las alturas
de los depósitos

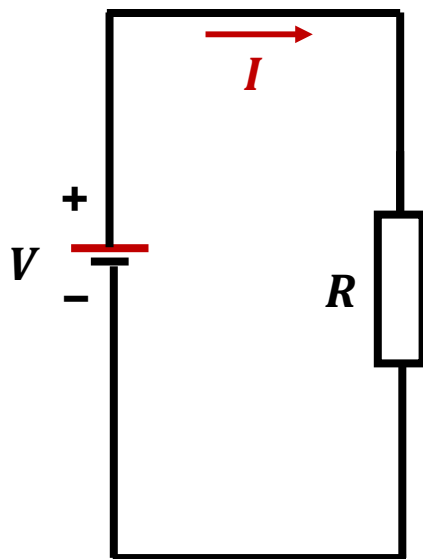
Tanque A

Tanque B



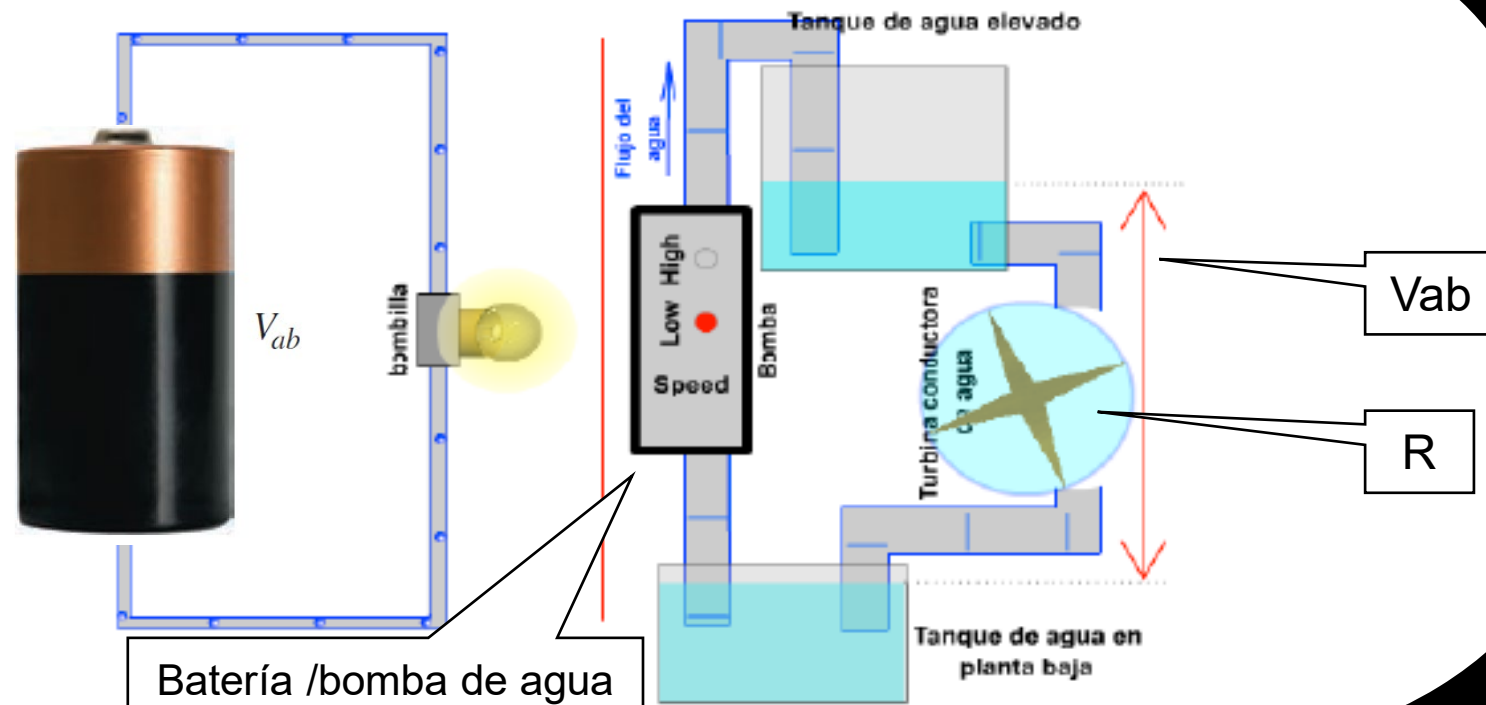
TENSIÓN

Esquema eléctrico



Circuito cerrado

Comparando un circuito DC con el flujo del agua



Aplicación



Determine el trabajo realizado para mover 5 Culombios de carga a través de una diferencia de potencial de 100 V.

Resp. $100 \text{ V} = 100 \text{ Julios} / \text{Culombio} \rightarrow$ para desplazar 5 Culombios

$$100 \text{ J/C} * 5 \text{ C} = 500 \text{ Julios}$$

ANÁLISIS DE CIRCUITOS

Ley de tensiones de Kirchhoff

La suma algebraica de las caídas de tensión a lo largo de un camino cerrado es igual a cero.

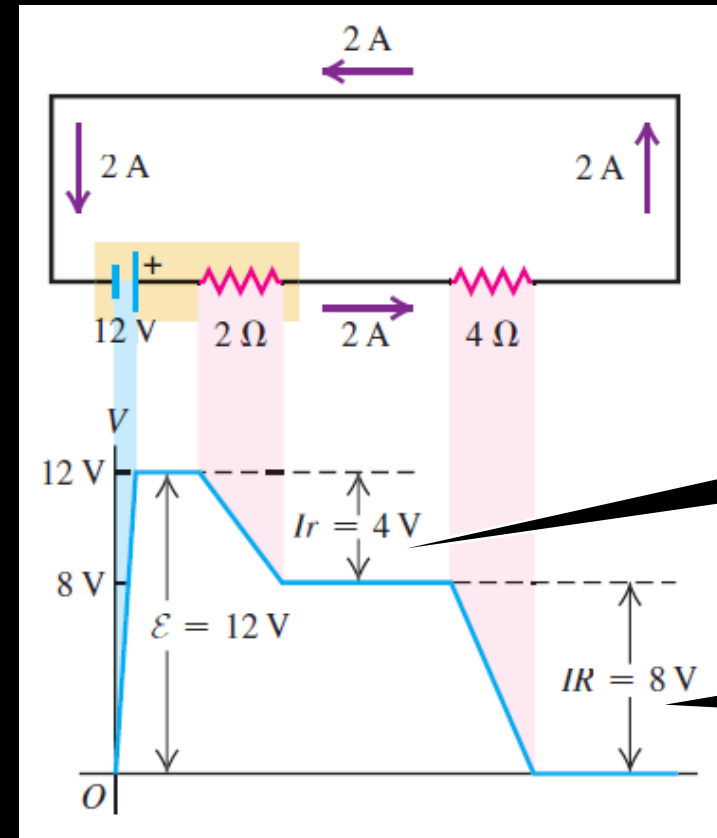
Principio de conservación de la energía

Ley de corrientes de Kirchhoff

La corriente que entra a un nudo es igual a la que sale.

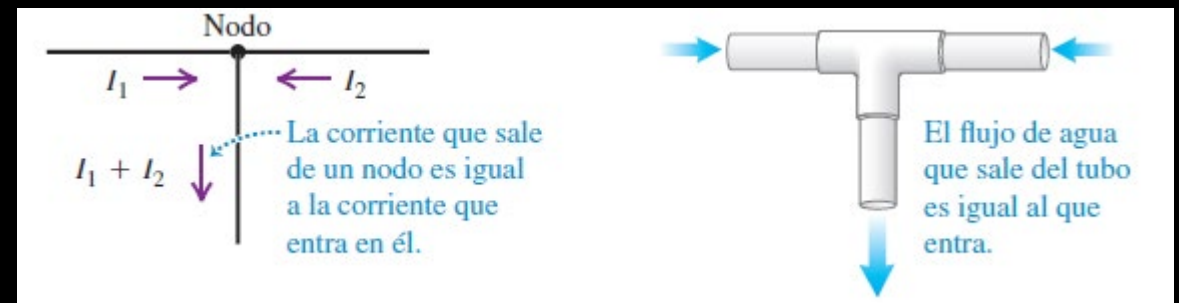
En un nudo no se puede acumular carga eléctrica

Principio de conservación de la carga



Ley de Ohm

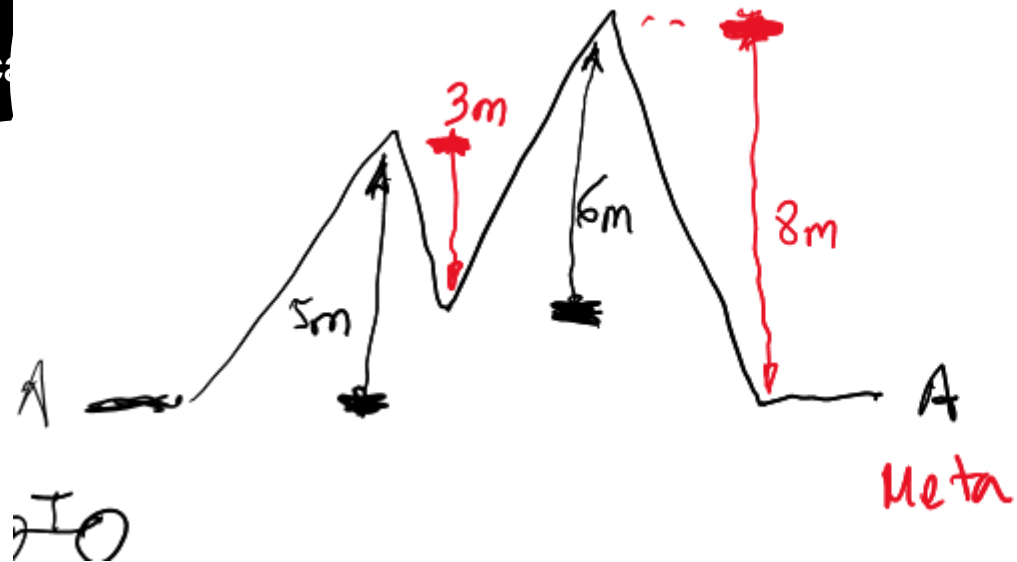
Ley de Ohm



ANÁLISIS DE CIRCUITOS

Ley de

El ca
una



Ley de tensiones de Kirchhoff

Analogía

$$\Sigma \text{ bajadas} = 8 + 3 = 11$$

$$\Sigma \text{ subidas} = 5 + 6 = 11$$

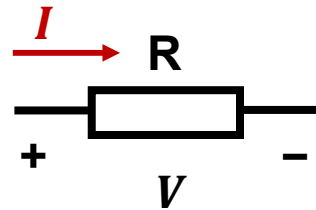
Ley de
Ohm

de
nm

er
Ley de con
Principio de

ANÁLISIS DE CIRCUITOS

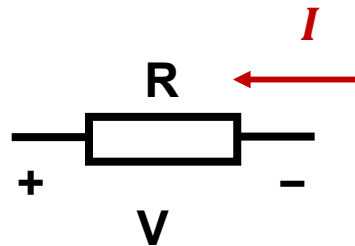
Ley de Ohm



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

$$V = IR$$

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



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

signo negativo

Ley de Ohm

Ley de Ohm

Ley de tensiones

La suma algebraica de las tensiones a lo largo de un camino cerrado es igual a cero.

Principio de conservación de la energía

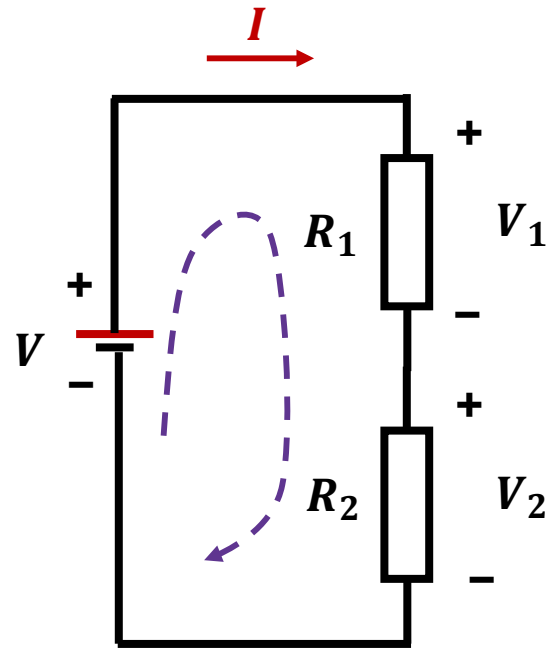
Ley de corrientes

La corriente que entra en un nudo es igual a la que sale. En un nudo no se crea ni se destruye carga eléctrica.

Principio de conservación de la carga

ANÁLISIS DE CIRCUITOS

LTK



$$-V + V_1 + V_2 = 0$$

Si al recorrer la malla entro por el terminal negativo la tensión es negativa

$$-V + IR_1 + IR_2 = 0$$

Ohm

$$I = \frac{V}{R_1 + R_2}$$

Ohm

$$V_2 = IR_2 = V \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Divisor de tensión

Ley de Ohm

Ley de Ohm

Ley de t

La suma
a lo

La con
sale. En un nuc
eléctrica

Principio de conservación de la carga

ANÁLISIS DE CIRCUITOS

Ley de tensión

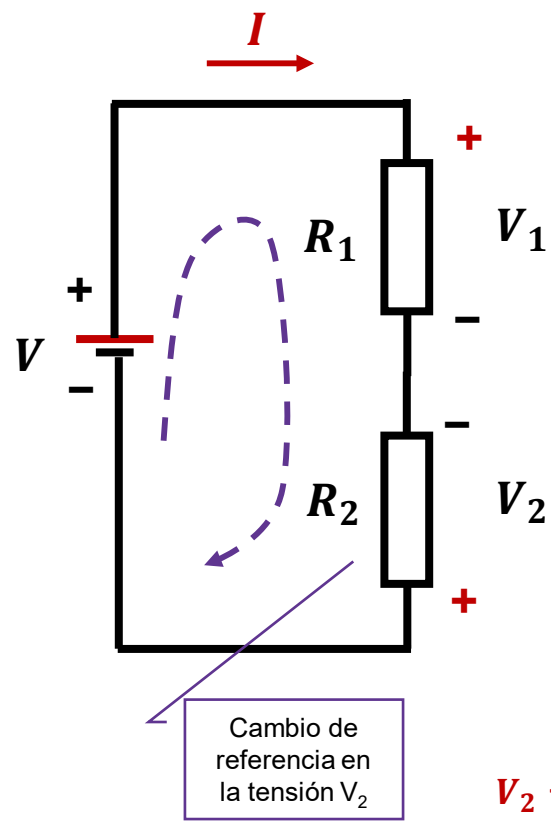
La suma
a lo largo
de un
ciclo

L

La
sale. de
eléctrica

Principio de conservación

LTK



$$-V + V_1 - V_2 = 0$$

Ohm

$$-V + IR_1 - (-IR_2) = 0$$

LTK

$$I = \frac{V}{R_1 + R_2}$$

Ohm

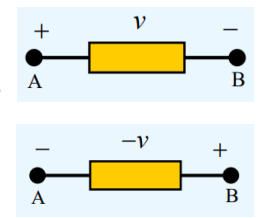
$$V_2 = -IR_2 = -V \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

definición

$$V_2 = V_+ - V_-$$

$V_2 < 0 \rightarrow$ la polaridad es contraria a la de referencia

equivalentes



ANÁLISIS DE CIRCUITOS

LTK

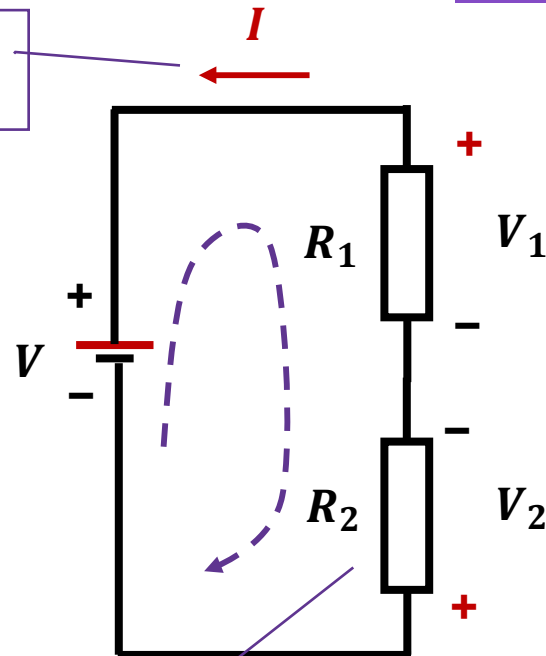
$$-V + V_1 - V_2 = 0$$

$$-V + (-IR_1) - (IR_2) = 0$$

$$I = -\frac{V}{R_1 + R_2}$$

$$V_2 = IR_2 = -V \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Cambio de referencia en la corriente



Cambio de referencia en la tensión

Ohm

LTK

Ohm

negativo indica sentido contrario al de referencia

Ley de Ohm

Ley de Ohm

Ley de te

La suma
a lo largo
de un

La
sale. En
eléctrica

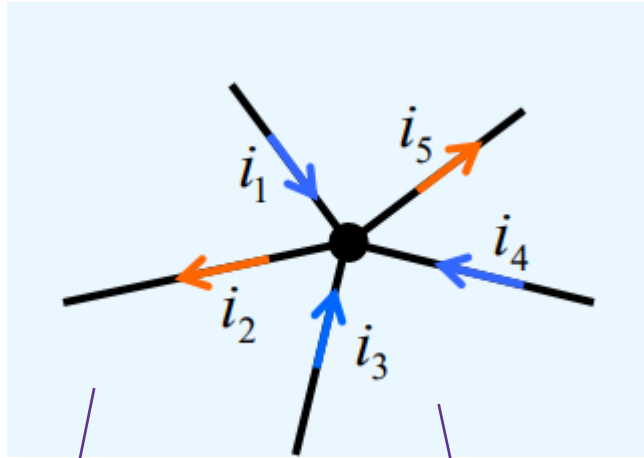
Principio de conservación de la energía

ANÁLISIS DE CIRCUITOS

LCK

Ley de te

La suma
a lo largo
de un



La suma de las corrientes que entran es igual a las corrientes que salen

La suma algebraica de las corrientes que entran a un nudo es igual cero. Se considera positivas si entran y negativas si salen.

$$i_1 - i_2 + i_3 + i_4 - i_5 = 0$$

Positivo porque entra al nudo

negativo porque sale del nudo

La
sale. La
eléctrica

Principio de conservación de la carga

Ley de
Ohm

Ley de
Ohm

POTENCIA

Definición

$$p(t) = \frac{dw(t)}{dt}$$

energía en Julios consumida o generada por unidad de tiempo.

Unidades

Vatio (W)

1 W = 1 J/s

Propiedades

$$p(t) = v(t) i(t)$$

La potencia instantánea consumida o generada por un dispositivo se calcula como el producto de la tensión por la corriente.

ENERGÍA

La energía podemos obtenerla integrado la potencia:

$$dw(t) = p(t)dt$$

$$w = \int_0^t p(t)dt$$

POTENCIA

Definición

$$p(t) = \frac{dw(t)}{dt}$$

energía en Julios consumida o generada por unidad de tiempo.

Unidades

Vatio (W)

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$$

Propiedades

$$\frac{dw(t)}{dt}$$

$$\frac{dq(t)}{dt}$$

$$p(t) = v(t) i(t)$$

$$\frac{dw(t)}{dq(t)}$$

ENERGÍA

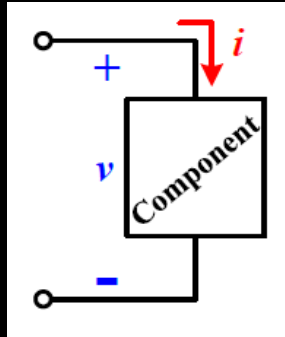
La energía podemos obtenerla integrado la potencia:

$$dw(t) = p(t)dt$$

$$w = \int_0^t p(t)dt$$

POTENCIA EN LOS CIRCUITOS

Convenio



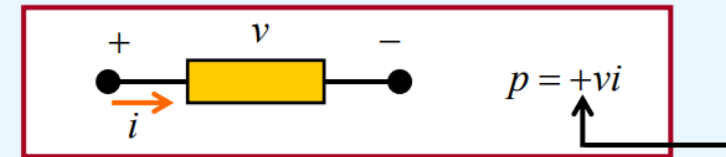
$$p = v i$$

La potencia es positiva si la corriente entra por el terminal positivo de la tensión. El dispositivo se dice que consume, absorbe o disipa potencia. Si la corriente entra por el terminal negativo la potencia es negativa y el dispositivo se dice que **genera o suministra** potencia.

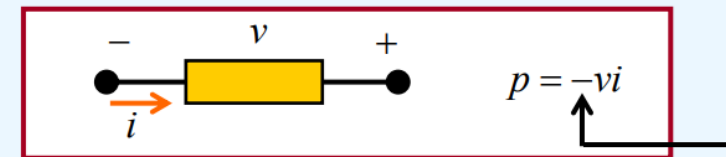
Los componentes pueden generar o consumir potencia.

convenio signo pasivo

- 1^{er} caso: La corriente **entra** por el **terminal** positivo



- 2^o caso: La corriente **entra** por el **terminal** negativo



- En ambos casos:

- Si $p > 0 \rightarrow$ el elemento **disipa potencia**
- Si $p < 0 \rightarrow$ el elemento **suministra potencia**

Propiedades

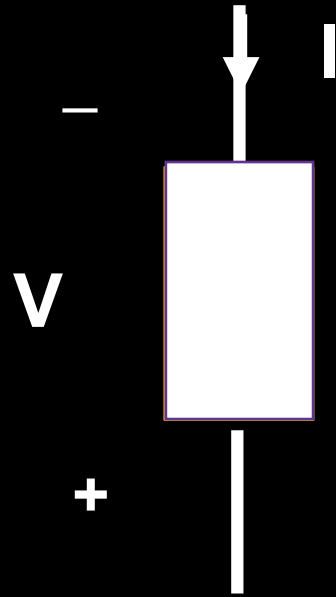
Principio de conservación de la energía

Para cualquier circuito se cumple en todo momento que la suma algebraica de la potencia por los dispositivos del circuito es igual a cero .

Aplicación

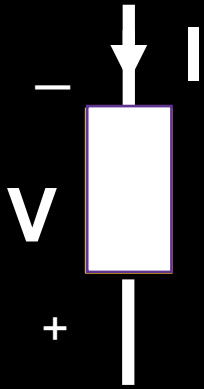


Determine la potencia en Vatios si $V = 10 \text{ V}$ y $I = 10 \text{ A}$.
¿Está generando potencia o consumiendo potencia?



Aplicación

Determine la potencia en Vatios para el elemento de la figura si $V = 10 \text{ V}$ y $I = 10 \text{ A}$. ¿está generado potencia o consumiendo potencia?



Resp.

La corriente entra por el terminal negativo, luego...

$P = -100 \text{ W}$, negativa, por tanto, el dispositivo **genera potencia** según el convenio establecido.

Potencia consumida = -100 W

Potencia generada = 100 W

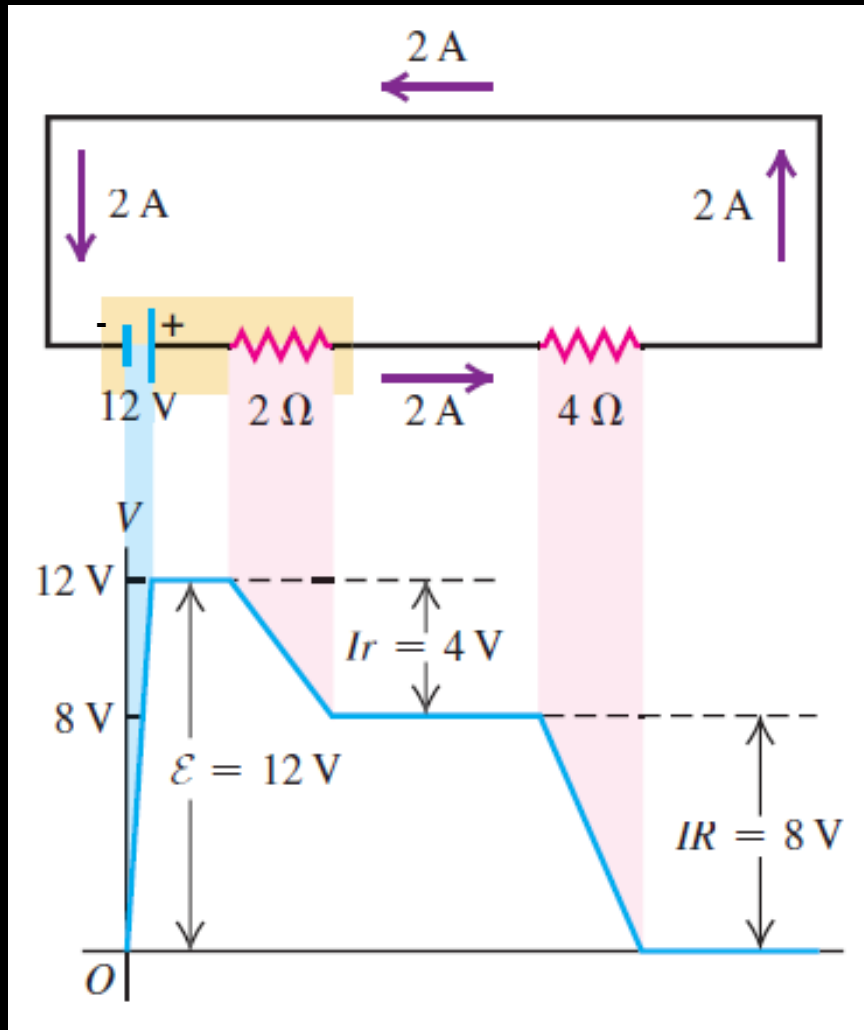
Convenio

La potencia es positiva si la corriente entra por el terminal positivo de la tensión. El dispositivo se dice que consume, absorbe o disipa potencia.

Si la corriente entra por el terminal negativo la potencia es negativa y el dispositivo se dice que **genera o suministra** potencia.

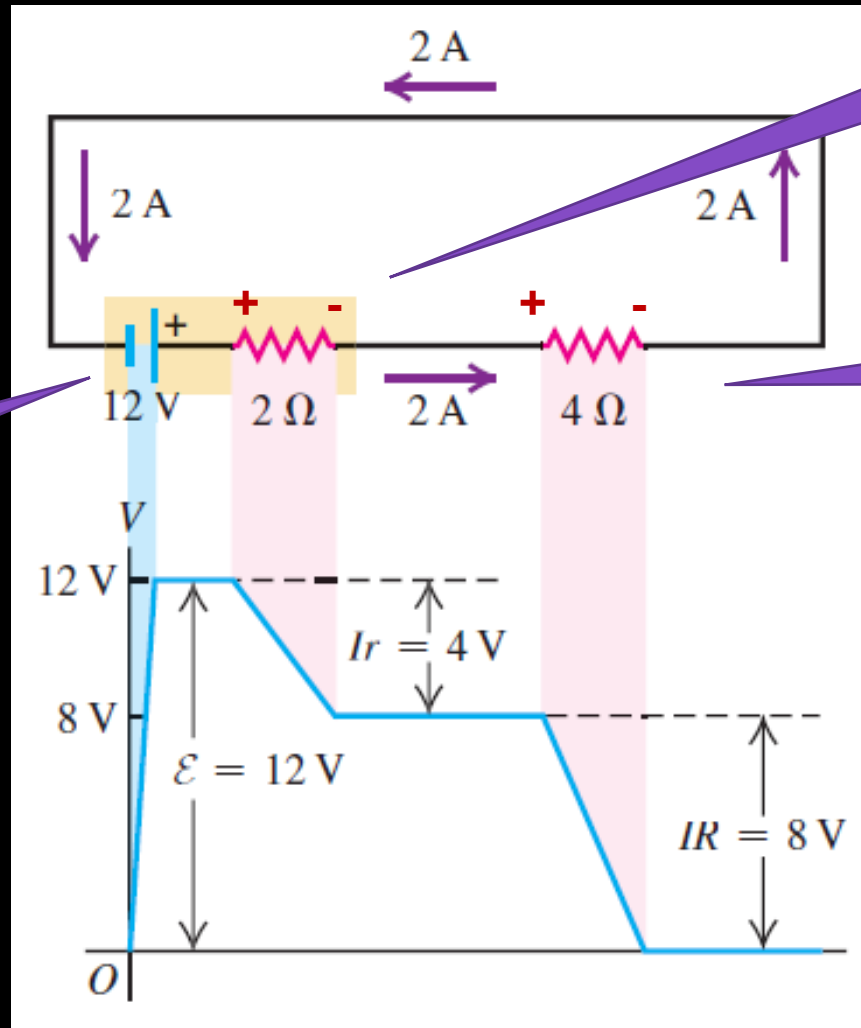
Aplicación

Determine la potencia en Vatios que consume o genera cada elemento del circuito



Aplicación

Determine la potencia en Vatios que consume o genera cada elemento del circuito.



$$P = VI = -24\text{ W}$$

$$P = VI = 8\text{ W}$$

$$P = VI = 16\text{ W}$$

Convenio

La potencia es positiva si la corriente entra por el terminal positivo de la tensión. El dispositivo se dice que consume, absorbe o disipa potencia.
Si la corriente entra por el terminal negativo la potencia es negativa y el dispositivo se dice que genera o suministra potencia.

Otras magnitudes compuestas

Energía

Julios

Wh
Vatio hora

$$1 \text{ Wh} = \underbrace{1 \text{ J/s}}_{1 \text{ W}} \underbrace{3600 \text{ s}}_{1 \text{ h}} = 3600 \text{ J}$$

Carga

Culombios

Ah
Amperio hora

$$1 \text{ Ah} = \underbrace{1 \text{ C/s}}_{1 \text{ A}} \underbrace{3600 \text{ s}}_{1 \text{ h}} = 3600 \text{ C}$$



¿Cuánta energía consume una bombilla de 50 W durante 4 horas?

Expresa el valor en kJ y en Wh



Aplicación

¿Cuánta energía consume una bombilla de 50 W durante 4 horas? Exprese el valor en kJ y en Wh

Resp.

En julios...

$$1 \text{ hora} = 3.600 \text{ s} \quad \rightarrow \quad 4 \text{ horas} = 4 \times 3600 \text{ s} = 14.400 \text{ s}$$

$$50 \text{ W} = 50 \text{ J/s} \quad \rightarrow \quad 50 \text{ J/s} \times 14.400 \text{ s} = 720.000 \text{ J} = 720 \text{ kJ}$$

En Wh ...

$$50 \text{ W} \times 4 \text{ h} = 200 \text{ Wh}$$



¿Cuánta energía en kWh se requiere para mantener encendida una bombilla de 60 W durante 1 año (365 días)?

¿Qué coste tendría si la tarifa de la compañía eléctrica por consumo de energía es de 0,36 € / kWh ?



Aplicación

¿Cuánta energía en kWh se requiere para mantener encendido una bombilla de 60 W durante 1 año (365 días)?
¿Qué coste tendría si la tarifa de la compañía eléctrica por consumo de energía es de 0,36 euros / kWh ?

Resp.

Número de horas en 1 año: $365 \text{ días} \times 24 \text{ h} = 8.760 \text{ horas}$

$60 \text{ W} \times 8.760 \text{ h} = 525.600 \text{ Wh} = 525,6 \text{ kWh}$

$525,6 \text{ kWh} \times 0,36 \text{ €/kWh} = 189,2 \text{ €}$

La compañía eléctrica incluye otros costes además del consumo de energía, como:

- el término de potencia, según la potencia contratada
(se calcula como: kW contratados x precio €/kW x días facturados),
- el impuesto eléctrico (tipo fijo que se aplica sobre la suma del consumo y término de potencia).
- Alquiler de contadores y equipos (cantidad fija).
- Servicios añadidos
- IVA

Aplicación

Calcule el tiempo que emplearía en cargarse la batería mostrada.

DATOS de celda

Batería LIPO Litio Polímero

Tensión de celda nominal: 3,785 V

Tensión de celda máxima: 4,2 V

Tensión de celda mínima: 3 V

Capacidad de celda: 2825 mAh

DATOS del pack

4 celdas



Laptop



CARGADOR

Aplicación



Calcule el tiempo que emplearía en cargarse la batería mostrada.

DATOS de celda

Batería LIPO Litio Polímero

Tensión de celda nominal: 3,785 V

Tensión de celda máxima: 4,2 V

Tensión de celda mínima: 3 V

Capacidad de celda: 2825 mAh

DATOS del pack

4 celdas

Laptop Surface 7



CARGADOR







Más capacidad



Más capacidad

Aplicación



Tensión
de
salida

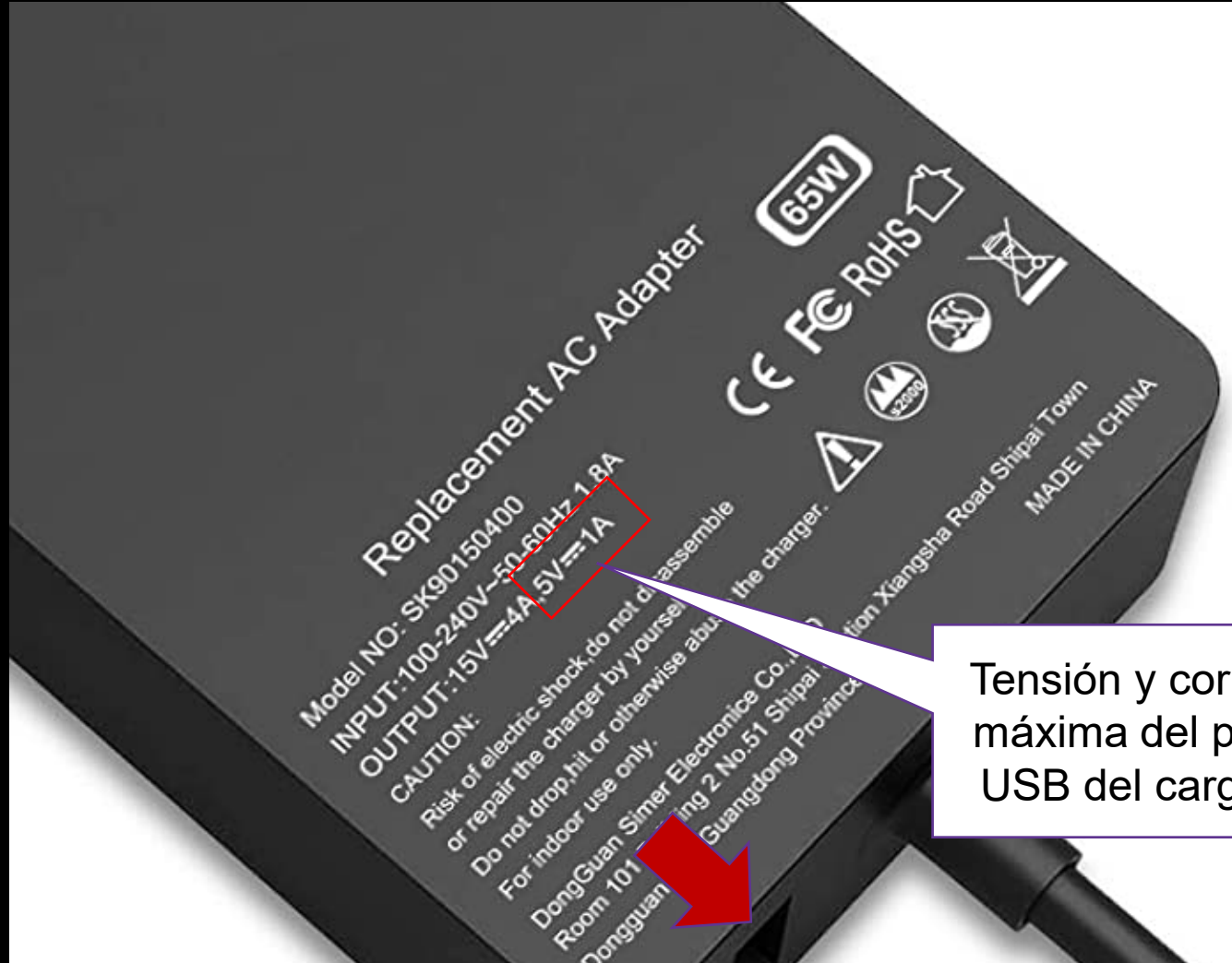


Aplicación

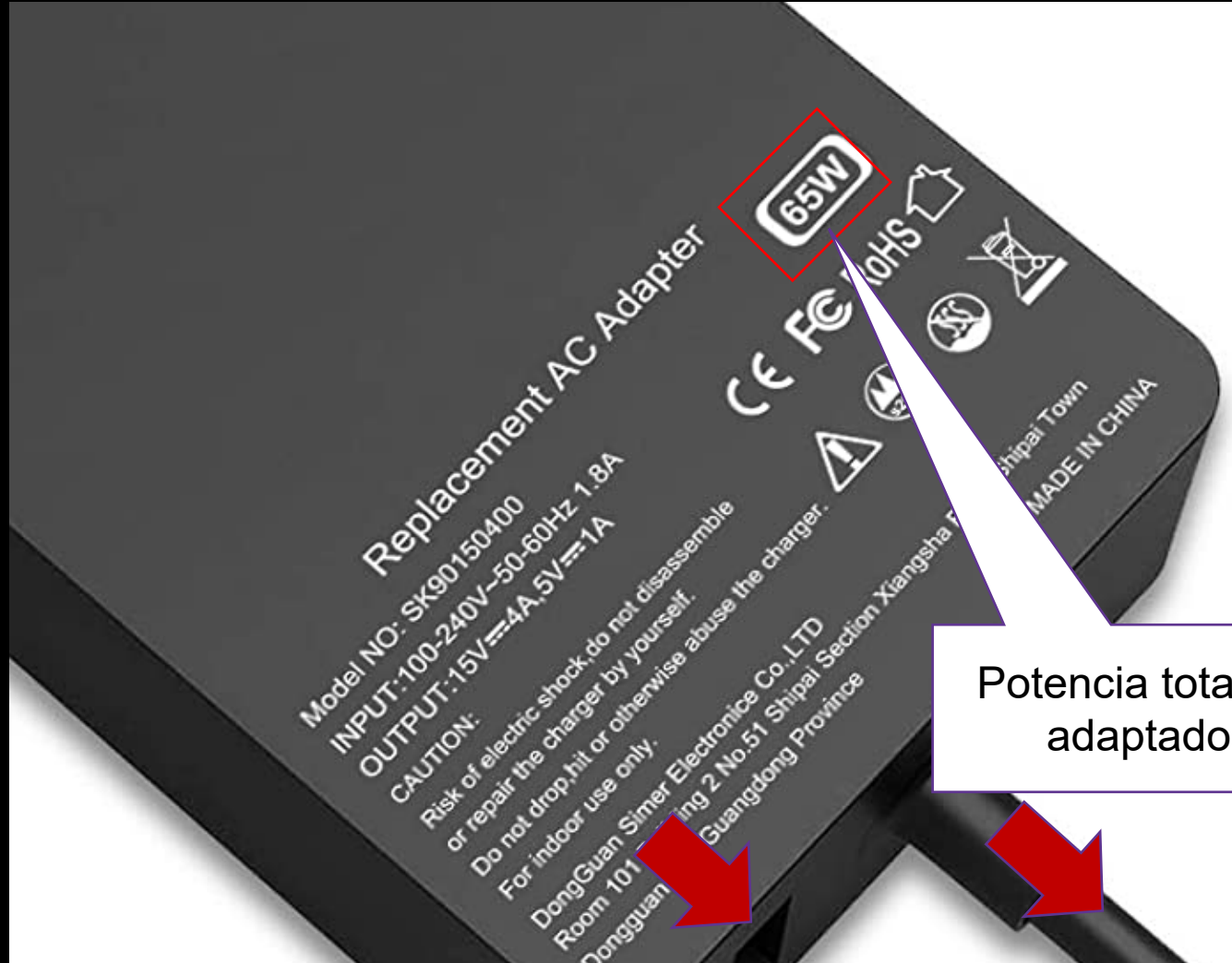


Corriente máxima
de salida





Tensión y corriente
máxima del puerto
USB del cargador



Potencia total del adaptador

Aplicación

230 V 50 Hz en Europa



Márgenes de tensión de entrada AC,
frecuencia y corriente máxima de
entrada



Aplicación

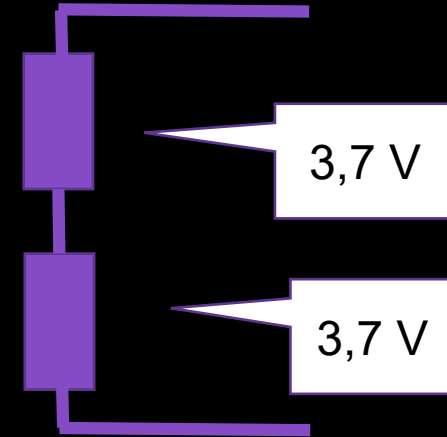
Capacidad del pack: $7,5 \text{ V} \times 5650 \text{ mAh} = 42,77 \text{ Wh}$

Potencia salida del cargador : $15 \text{ V} \times 4 \text{ A} = 60 \text{ W}$

Tiempo de carga (partiendo de batería descargada) : $42,77 \text{ Wh} / 60 \text{ W} = 0,71 \text{ horas}$

Para incrementar la tensión del pack las celdas se ponen en serie.

La tensión del pack es de $7,57 \text{ V} \rightarrow 7,57 \text{ V del pack} / 3,785 \text{ V por celda} = 2 \text{ celdas en serie}$



DATOS de celda

Batería LIPO Litio Polímero

Tensión de celda nominal: $3,785 \text{ V}$

Tensión de celda máxima: $4,2 \text{ V}$

Tensión de celda mínima: 3 V

Capacidad de celda: 2825 mAh

Comentarios:

Consideramos que toda la potencia del cargador se utiliza para cargar la batería (aunque la eficiencia nunca es del 100% !!)

Aplicación

Capacidad del pack: $7,5 \text{ V} \times 5650 \text{ mAh} = 42,375 \text{ Wh}$

Potencia salida del cargador

Tiempo de carga (parte

Para incrementar

La tensión del p

LTK

$$V_{salida} - V_2 - V_1 = 0$$

$$V_{salida} = V_1 + V_2$$

Celda 1

V_1

Celda 2

V_2

V_{salida}

Celdas en serie

Celdas en serie

3,7 V

3,7 V



Aplicación

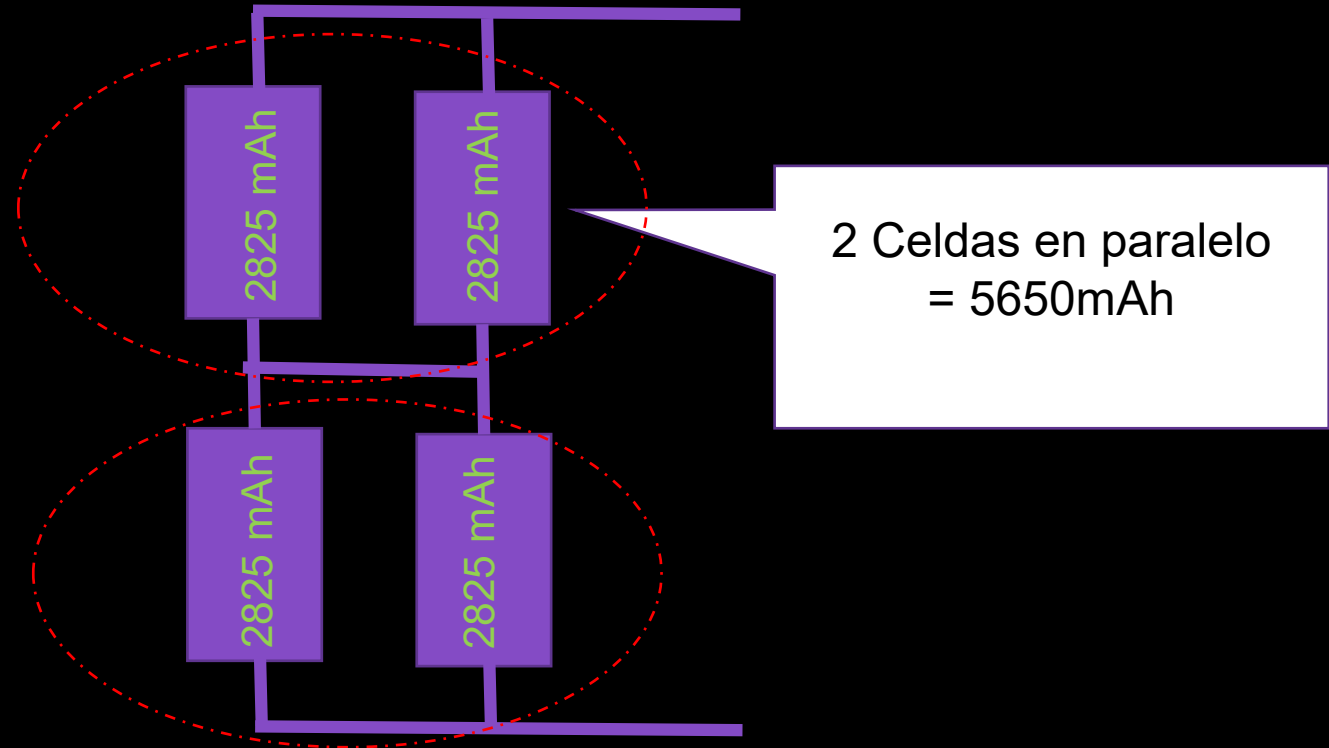
Para incrementar la capacidad se ponen celdas en paralelo. El pack dispone de 4 celdas:

$$5650 \text{ mAh} / 2 = 2825 \text{ mAh cada celda}$$

$$\Sigma = 5650 \text{ mAh}$$



Más capacidad



Aplicación

384 W max
(240 V x 1,6 A max)



Convertidor
AC/DC



Adaptador
de corriente

60 W (15 V x 4 A)

Convertidor
DC/DC

$\eta < 100\%$

BMS

Battery
Management
System

Cargador

50 W



$$\text{eficiencia } \eta = \frac{P_{\text{salida}}}{P_{\text{entrada}}} \times 100$$



Sensor
temperatura



Amperímetro



Voltímetro