

Corriente eléctrica

A partir de su similitud con un circuito de distribución hidráulica, pretendemos esbozar las características y leyes más importantes de un circuito de corriente eléctrica.

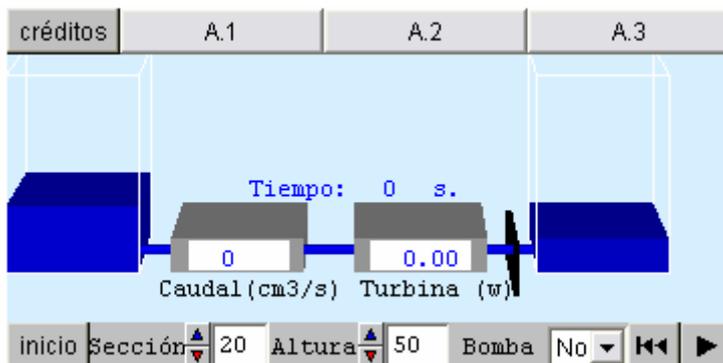
Suponemos, como punto de partida, que el alumno comprende los conceptos de carga, campo y potencial eléctrico abordados en la unidad de electricidad. Si es así, puedes seguir adelante. En caso contrario, te invitamos a que pases previamente por el capítulo de Electricidad.

El botón avanzar te permitirá ver con detalle los objetivos que nos proponemos.

OBJETIVOS

- ➔ Comprender el paralelismo entre un circuito eléctrico y la distribución de agua en un circuito cerrado.
- ➔ Conocer las magnitudes características que describen un circuito eléctrico: diferencia de potencial, intensidad, resistencia, fuerza electromotriz y contraelectromotriz.
- ➔ Demostrar y comprender las leyes fundamentales que ligan estas magnitudes.
- ➔ Ser capaz de realizar cálculos de intensidades, tensiones, potencias y energías en circuitos sencillos

EL SÍMIL HIDRÁULICO.



En la escena vemos dos depósitos de agua desnivelados. La diferencia de altura forzará al líquido a circular, en cuanto levantemos la puerta que lo impide, de un depósito a otro. En el camino hemos colocado un medidor de caudal y un aparato que utilice la energía del agua (una turbina, por ejemplo). Realiza las actividades que se proponen,

fijándote especialmente en el caudal de agua y las causas que hacen que sea mayor o menor. Reflexiona también sobre lo que ocurre cuando añadimos una bomba de agua entre los dos depósitos. ¿Será igual la energía que gastamos en la bomba que la que se produce en la turbina?

A.1: Pon en marcha la escena. ¿Hasta qué momento existe flujo de agua? En este fenómeno está implicada la diferencia de valor en dos puntos de una forma de energía ¿Qué energía es ésta?

A.2: Altera la sección de la tubería y/o la diferencia de altura y pon en marcha la escena. Prueba varias veces, con diferentes valores, hasta que puedas asegurar qué relación de dependencia hay entre el caudal de agua (cm^3/s), la sección de la tubería y la altura de los depósitos.

A.3: Supongamos que introducimos una bomba de agua que devuelve el agua del segundo depósito al primero, manteniendo la diferencia entre estos. ¿Cómo influye este aparato en el proceso?

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares.

Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación".

Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación.

Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar.

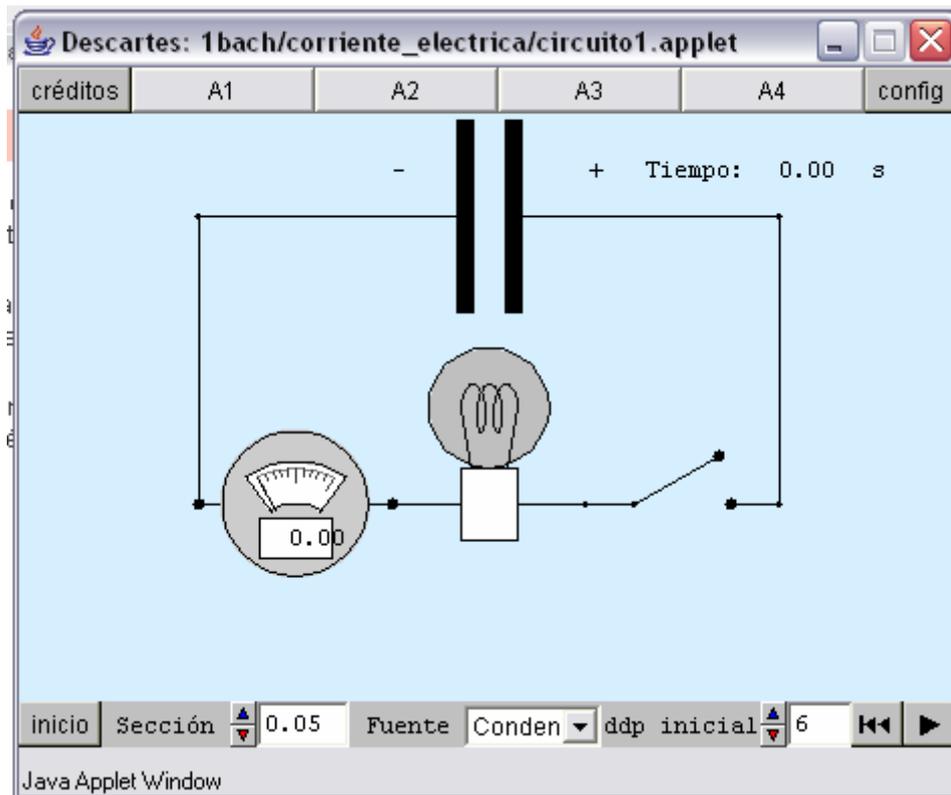
Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

ELEMENTOS DEL CIRCUITO

Pulsando el botón podrás comparar los elementos del circuito hidráulico que acabas de estudiar, con un sencillo circuito eléctrico.

Las placas cargadas de un condensador nos suministran la diferencia de energía potencial que inicia el movimiento de cargas.

También tenemos un interruptor, un medidor del caudal de corriente y un aparato que la utiliza, una bombilla. ¿Qué debemos hacer si queremos mantener una corriente constante por la bombilla?



A.1: Compara los elementos de este circuito con el circuito hidráulico. Busca la correspondencia entre los diferentes elementos que lo componen.

A.2: Manteniendo una ddp inicial de 12 voltios, comprueba la diferencia entre el caso de que no exista pila o sí exista en el circuito. ¿Cuál es la diferencia?

A.3: El medidor de la figura es un amperímetro. ¿Qué mide en el circuito? ¿Cómo varía al cambiar el valor de la ddp?

A.4: Varía la sección del conductor. ¿Cómo influye esta variación en la intensidad de la corriente? ¿Y en la diferencia de potencial?

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares.

Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación".

Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

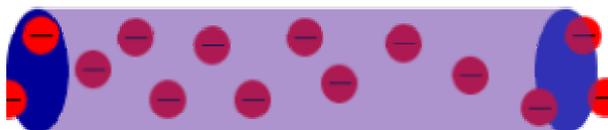
PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación.

Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar.

Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

MAGNITUDES CARACTERÍSTICAS

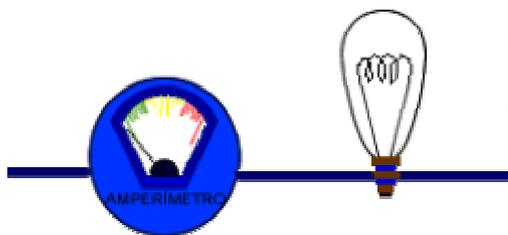
En todo circuito hay diversas magnitudes físicas que considerar:



El equivalente del caudal de agua es la **intensidad de corriente**, que nos mide la cantidad de carga eléctrica que pasa por una sección del circuito cada segundo. Su unidad es el amperio que podemos considerar como el paso de un culombio al segundo.

En realidad, las cargas móviles en un circuito ordinario son electrones que circulan del polo negativo al positivo de la pila. Sin embargo, por tradición, el sentido oficial sigue siendo el de cargas positivas que circulan del polo positivo al negativo. Pulsando avanzar estudiaremos cómo se mide la intensidad.

La intensidad de corriente se mide con el **amperímetro**.



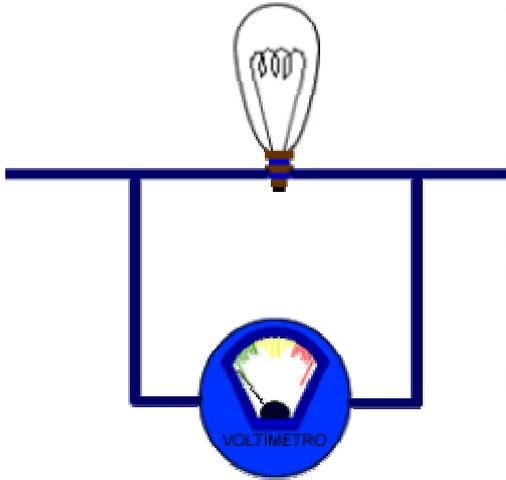
El amperímetro, basándose en efectos magnéticos que aún no nos interesan, mide la intensidad de la corriente en amperios, miliamperios o micro amperios.

Observa que el amperímetro se coloca siempre en "serie", es decir, de forma que por él pase toda la carga del circuito.

Podemos preguntarnos ahora de qué depende la intensidad de corriente que circula.

El botón avanzar te lleva a intentar contestar esta pregunta.

En el circuito hidráulico era importante, para decidir el caudal, la diferencia de alturas entre los depósitos. En el circuito eléctrico la diferencia de potencial entre los polos del generador jugará el mismo papel respecto a la intensidad de corriente.



El **voltímetro** será el aparato que mida, en **voltios**, la diferencia de potencial entre dos puntos del circuito.

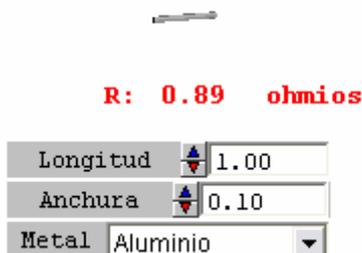
Observa que el voltímetro se inserta en **paralelo** con el circuito. En el resto de la unidad supondremos que la intensidad de corriente que se desvía por el voltímetro es despreciable.

También hemos visto que en el circuito hidráulico y en el eléctrico cambia el caudal (o la intensidad) si varía la sección de la tubería (o del conductor).

Con el botón avanzar veremos cómo el conductor influye también en el caudal eléctrico (intensidad) de otras formas.

La sección del conductor influye en la intensidad de corriente porque una mayor sección significa más facilidad de paso para las cargas.

También influirá la naturaleza del conductor y su longitud. Todas estas influencias se recogen en una magnitud que llamamos resistencia.



La resistencia mide la oposición del conductor al paso de la corriente. Su unidad se llama ohmio. Todos los elementos de un circuito presentan su propia resistencia. Al estudiar la Ley de Ohm veremos el papel importante que juega.

Prueba, con la escena superior, a ver la relación de la resistencia con la longitud, diámetro y naturaleza del conductor (el diámetro se ve en una escala exagerada para resaltar su efecto).

CONCLUSIONES SOBRE EL CONCEPTO DE CIRCUITO

→ Del mismo modo que puede circular el agua entre dos depósitos de agua de diferentes alturas; también **circula la carga eléctrica entre dos puntos, con diferente potencial, unidos por un conductor.**

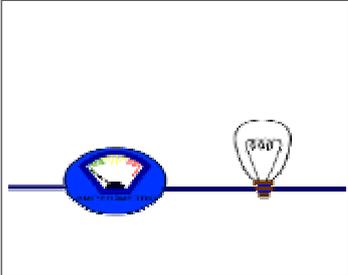
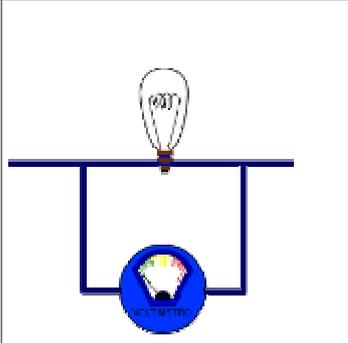
→ La **intensidad** de corriente mide la carga que pasa cada segundo. Su unidad es el **amperio**. El aparato de medida se llama **amperímetro**. El amperímetro se conecta en serie, dentro del circuito.

→ La **diferencia de potencial** entre dos puntos del circuito se mide en **voltios**. El aparato de medida se llama **voltímetro**. El voltímetro se conecta en paralelo al circuito.

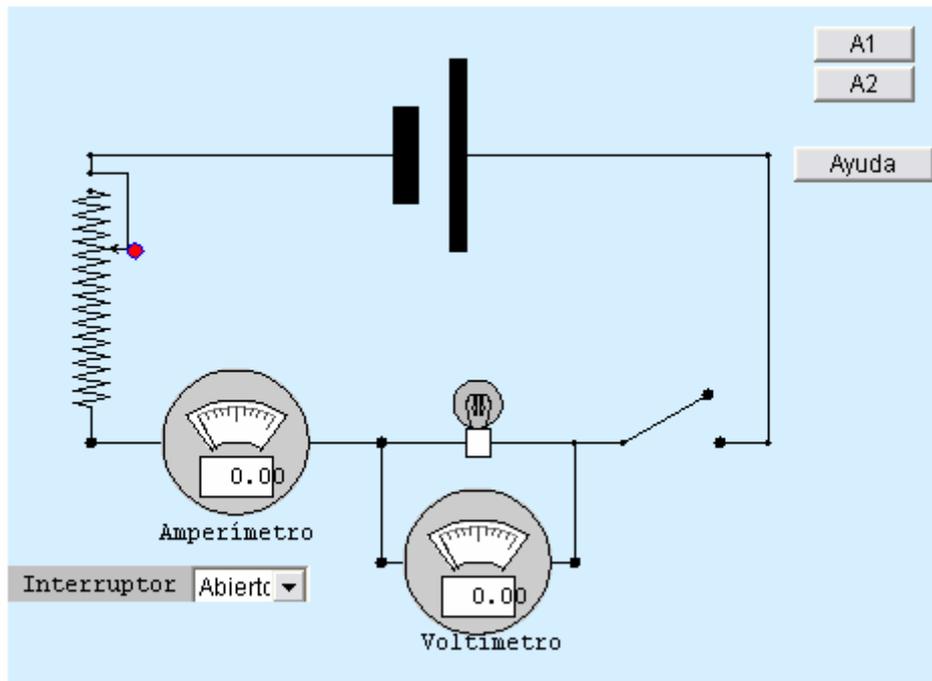
→ La **oposición del conductor al paso de la corriente se llama resistencia**. Se mide en **ohmios**. Su valor se puede expresar por $R = k \cdot l / S$ donde l es la longitud del conductor, S es su sección y K (resistividad) es un coeficiente que depende del material.

LEY DE OHM

Ohm investigó la relación que había entre la intensidad de corriente que pasa por un elemento de un circuito y la diferencia de potencial entre los extremos de ese elemento. Para reproducir su investigación utilizaremos dos aparatos ya conocidos:

| | |
|---|--|
|  | El amperímetro, conectado en serie con el elemento que nos interesa. |
|  | El voltímetro, conectado en paralelo entre los dos extremos de ese elemento. |

El botón de ayuda te explicará cómo trabajar con la escena



A.1: Cierra el circuito y anota los valores de intensidad de corriente (amperios) y de ddp (voltios). Desplaza el cursor rojo del reóstato y ve anotando los nuevos valores de ddp. Divide cada pareja de valores obtenidos. ¿Qué observas?

A.2: Busca en tu libro la ley de Ohm y compárala con tus resultados. ¿Cuánto vale la resistencia de tu bombilla?

AYUDA: En el circuito de la figura estudiaremos la relación entre ddp en los bornes de la bombilla e intensidad de corriente. El punto rojo puede ser trasladado por el usuario para cambiar el valor de la ddp. Supondremos que la intensidad de corriente que pasa por el voltímetro es despreciable. Para que la corriente comience a circular, el interruptor debe estar en posición cerrado.

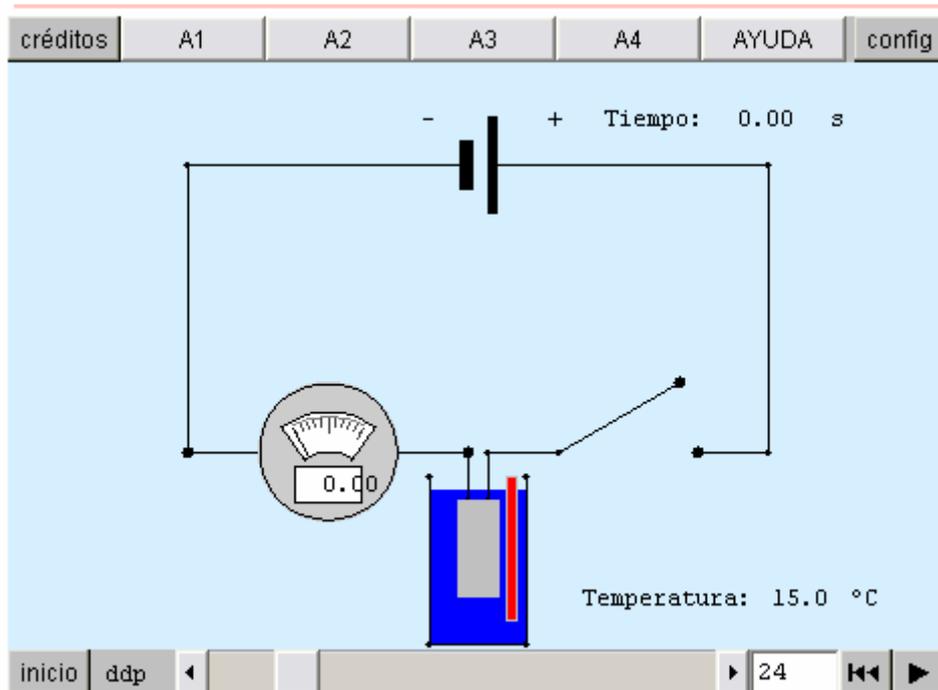
POTENCIA Y ENERGÍA EN EL CIRCUITO



La corriente eléctrica puede tener muchos usos: Iluminación, fuente de calor, medio de comunicación, producción de energía mecánica...

En todos los casos hay un punto común: la transformación de la energía

eléctrica en otro tipo de energía. El botón Energía te permitirá estudiar la más sencilla de estas conversiones, la producción de calor a partir de una corriente eléctrica.



A.1: Recordarás que el calor que recibe un cuerpo es $C = m \cdot c \cdot (T_f - T_i)$. ¿Que representa cada una de estas magnitudes?. ¿Cuánto vale c para el agua?

A.2: Suministra 100 voltios de ddp, anota la intensidad de corriente y cierra el circuito con el botón de animación. Detén la animación a los 10 s. y anota la temperatura alcanzada. Repite todo el proceso con 50 voltios y con 25. Completa la tabla calculando el calor recibido por el agua en cada caso.

A.3: Busca alguna relación aritmética sencilla entre ddp, intensidad, tiempo y calor producido para cada caso de la tabla. Cuando la encuentres tendrás la Ley de Joule. Si en la ley que has obtenido, divides por el tiempo obtendrás la potencia eléctrica.

A.4: Recordando la ley de Ohm, haz que desaparezca la ddp de la ley obtenida. Comprueba en tu libro de texto la corrección de tus deducciones.

AYUDA: En un recipiente hay 100 g. de agua a 15 °C, a los que suministra energía un calentador eléctrico. Puedes alterar la ddp del generador y la escena te suministra la intensidad de corriente que circula y la temperatura del termómetro.

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares.

Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación".

Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación.

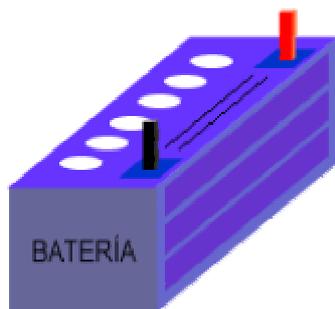
Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar.

Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

:

GENERALIZACIÓN DE LAS LEYES

La diferencia de potencial puede entenderse como la energía que se puede extraer de cada unidad de carga que pasa por un circuito. Por eso la potencia gastada en él es $P = V \cdot I$ donde V es la diferencia de potencial e I es la intensidad.

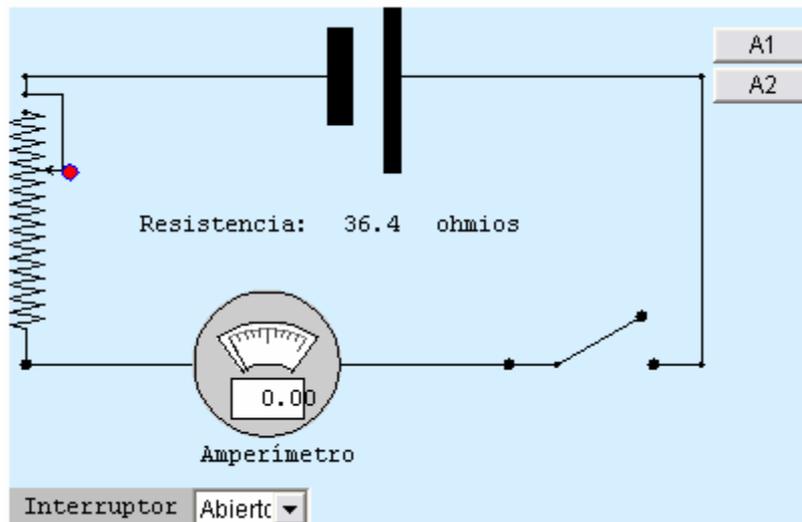


Simultáneamente, llamamos **fuerza electromotriz** de un generador a la energía que consume por cada unidad de carga que pasa por el circuito. De esta forma la potencia suministrada por un generador, batería o pila será: $P_g = FEM \cdot I$ donde hemos llamado FEM a la fuerza electromotriz

¿Son iguales FEM y V ? ¿Es igual la potencia consumida en el circuito que la que suministra el generador? Las dos respuestas van unidas.

Pulsa el botón avanzar para investigar la contestación

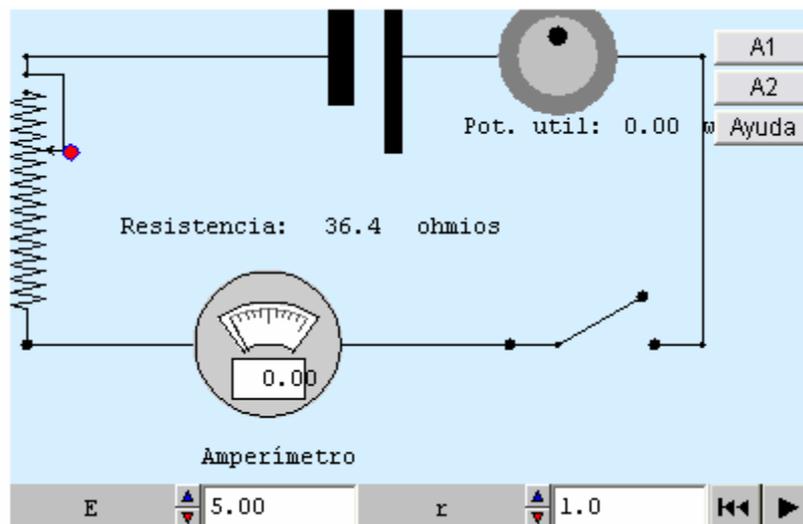
El generador de la figura tiene una FEM de 12 voltios. Pulsa A1 y A2



A.1: Cierra el circuito y ve bajando la resistencia del reóstato hasta que su valor sea 0. ¿Qué valor tiene la intensidad?. Para explicar que este valor no sea infinito, ¿qué resistencia interna hay que admitir para el generador?

A.2: Para el circuito comprobaremos que se cumple $E = R \cdot I + r \cdot I$ donde E es la fuerza electromotriz de la pila, R la resistencia del circuito y r la resistencia interna del generador. Comprueba que la ley es cierta aplicándola para varios valores de la resistencia R .

Ahora incluiremos también un motor. Pulsa AYUDA para comprender sus características. Realiza las actividades A1 y A2



A.1: Pon en marcha la corriente. Para el circuito debes comprobar que se cumple $E - E' = R \cdot I + r \cdot I + r' \cdot I$. Comprueba si la intensidad del amperímetro es compatible con esta ecuación para varios valores de los parámetros que puedes alterar.

A.2: Multiplicando la ley de Ohm generalizada por I obtienes la potencia propia de cada elemento. Del generador: $E \cdot I$; del motor: $E' \cdot I$ y las potencias consumidas en cada resistencia. Busca en la escena con qué parámetros obtienes mayor potencia en el motor. ¿Qué porcentaje de la potencia de la pila estás empleando en el motor?

AYUDA: El generador tiene una fuerza electromotriz de 12 voltios y una resistencia interna de 0,5 ohmios. La fuerza contraelectromotriz es el trabajo que realiza el motor por cada unidad de carga que pasa por él y r es su resistencia interna.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación".

Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación.

Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar.

Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" (" \ll ").

Conclusiones sobre las leyes de los circuitos

→ La diferencia de potencial entre los extremos de una resistencia en un circuito es $V=R \cdot I$ donde I es la intensidad de la corriente y R el valor de la resistencia (**Ley de Ohm**).

La potencia consumida en la resistencia es $P=V \cdot I$ o bien $P=R \cdot I^2$ y la energía, al cabo de un tiempo t será: $W=R \cdot I^2 \cdot t$ (**Ley de Joule**)

→ Llamamos fuerza electromotriz de un generador a la energía que consume por cada unidad de carga. Se mide en voltios

→ Llamamos fuerza contraelectromotriz de un motor a la energía que consume por cada unidad de carga. Se mide también en voltios.

→ Generadores y motores se portan como si tuvieran una cierta resistencia interna en la que se disipara calor.

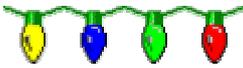
→ La ley de Ohm generalizada a un circuito con generadores y motores es: $E - E' = R \cdot I + r \cdot I + r' \cdot I$ donde E es la fuerza electromotriz del generador y E' es la fuerza contraelectromotriz del motor. R es la resistencia del circuito, mientras que r y r' son las resistencias internas de generador y motor respectivamente.

→ La potencia suministrada por el generador es $P_g = E \cdot I$ y la utilizada en el motor es $P_m = E' \cdot I$. La diferencia de ambas potencias se pierde en forma de calor en las diversas resistencias.

ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS

Muchas veces deseamos conectar más de un aparato en el mismo circuito. Vamos a estudiar el caso en el que conectamos varias bombillas, aunque las conclusiones son válidas para las resistencias de cualquier aparato que conectemos.

Volver

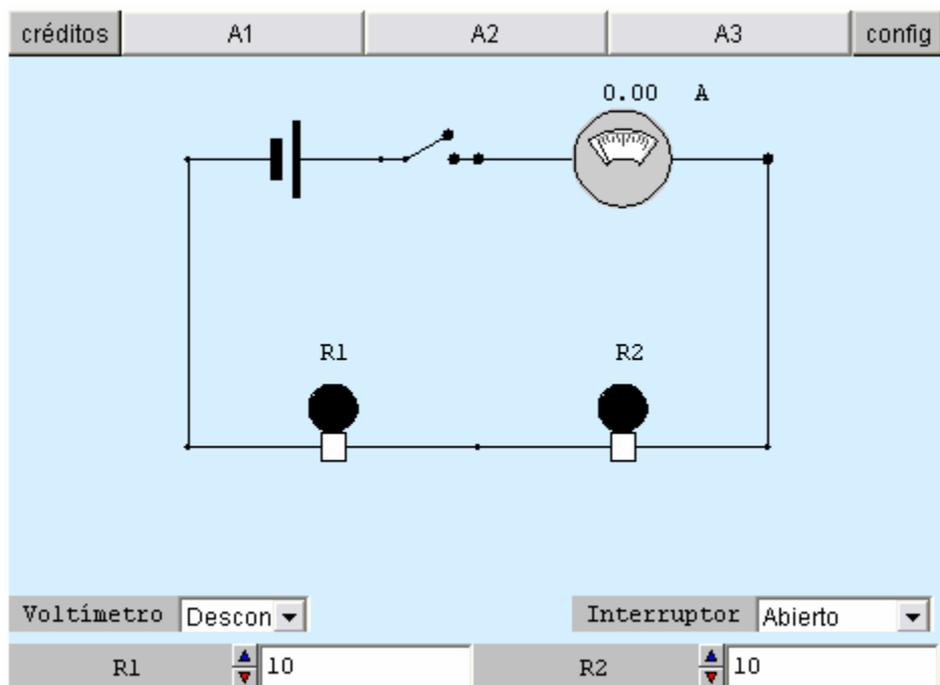
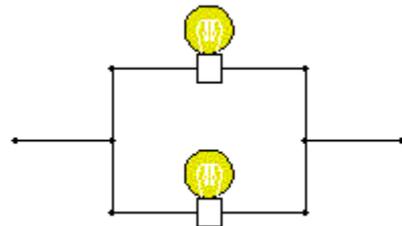


Cuando todos los aparatos están conectados de forma que la misma intensidad de corriente pasa a través de todos, decimos que están en **serie**. Ese es el caso, por ejemplo de

las bombillas del árbol de Navidad . Pulsa para estudiar este caso

Sin embargo, cuando los diferentes elementos están unidos a nudos comunes, decimos que están asociados en **paralelo**. Así es como están conectados casi todos los aparatos de

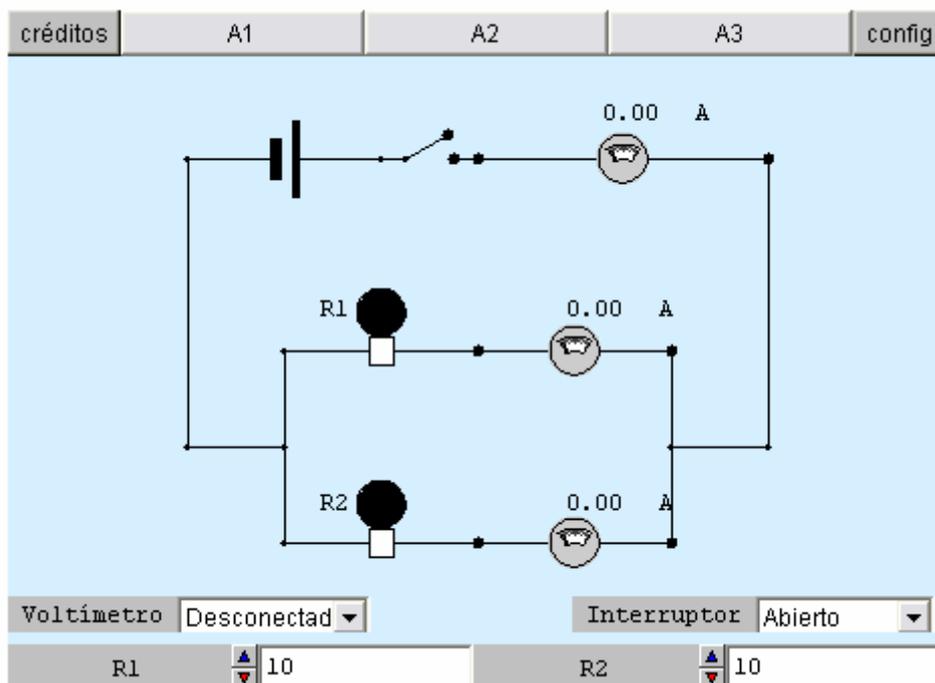
nuestra vivienda. Pulsa para estudiar este caso



A.1: Tras conectar el circuito, varía uno de los valores de la resistencia. ¿Qué observas en el brillo de las bombillas. Repite la prueba varias veces hasta convencerte de que existe relación entre el brillo de la bombilla y el valor de su resistencia.

A.2: Conecta el voltímetro en una de las resistencias y altera su valor. ¿Qué observas en la relación ddp-resistencia?. Mide también la ddp en la segunda resistencia. ¿Cuánto vale siempre la suma de las dos ddp?

A.3: Mide la intensidad de corriente con diferentes valores de la resistencia. Divide la ddp total, 12 voltios, entre esa intensidad. ¿Qué relación observas con el valor de las dos resistencias?. Acabas de medir la resistencia equivalente.



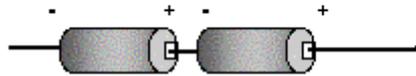
A.1: Cierra el circuito y da valores diferentes a las resistencias, anotando en cada caso lo que marcan los tres amperímetros. ¿Qué relación observas entre sus valores? ¿Qué relación existe entre la intensidad que circula por cada resistencia y el valor de la misma?

A.2: Conecta el voltímetro. Prueba a dar diversos valores a cualquiera de las dos resistencias. ¿Qué marca siempre el voltímetro? ¿Qué conclusión general puedes extraer?

A.3: Para hallar la resistencia equivalente de la asociación, divide la ddp, 12 voltios, entre la intensidad total para un valor dado de R1 y R2. Para ver la relación con los valores de R1 y R2 invierte los valores de la resistencia que has calculado, así como los de R1 y R2. ¿Qué observas?

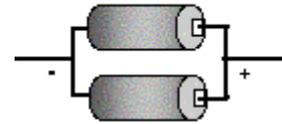
ASOCIACIÓN DE GENERADORES

Muy posiblemente poseemos aparatos que funcionan con varias pilas conectadas simultáneamente. [Volver](#)



Cuando están conectadas uniéndose sus polos opuestos, decimos que están en **serie**. Pronto veremos que este tipo de conexión permite, sobre todo, aumentar la fuerza electromotriz.

Cuando están conectadas con sus polos del mismo signo unidos entre sí, decimos que están en **paralelo**. Veremos que las pilas en paralelo permiten aumentar la intensidad de corriente.



Pulsa [Asociación](#) para ver las características de estas conexiones.

Una interfaz de usuario para un simulador de circuitos. En la parte superior hay una barra de navegación con pestañas: 'créditos', 'Ayuda', 'A1', 'A2', 'A3' y 'config'. El área principal muestra un circuito con un interruptor, dos pilas conectadas en serie, un amperímetro y un voltímetro. El interruptor está etiquetado como 'Abierto'. El modo de asociación está configurado en 'Serie'. En la parte inferior, hay controles deslizantes para 'Fuerza electromotriz' (ajustado a 6.0) y 'Resistencia interna' (ajustado a 1.0).

créditos Ayuda A1 A2 A3 config

Interruptor Abierto

Asociación Serie

Fuerza electromotriz 6.0 Resistencia interna 1.0

AYUDA: Tratamos sólo el caso de asociación de dos pilas idénticas. Puedes alterar la fuerza electromotriz y la resistencia interna de cada pila, así como el modo de asociación.

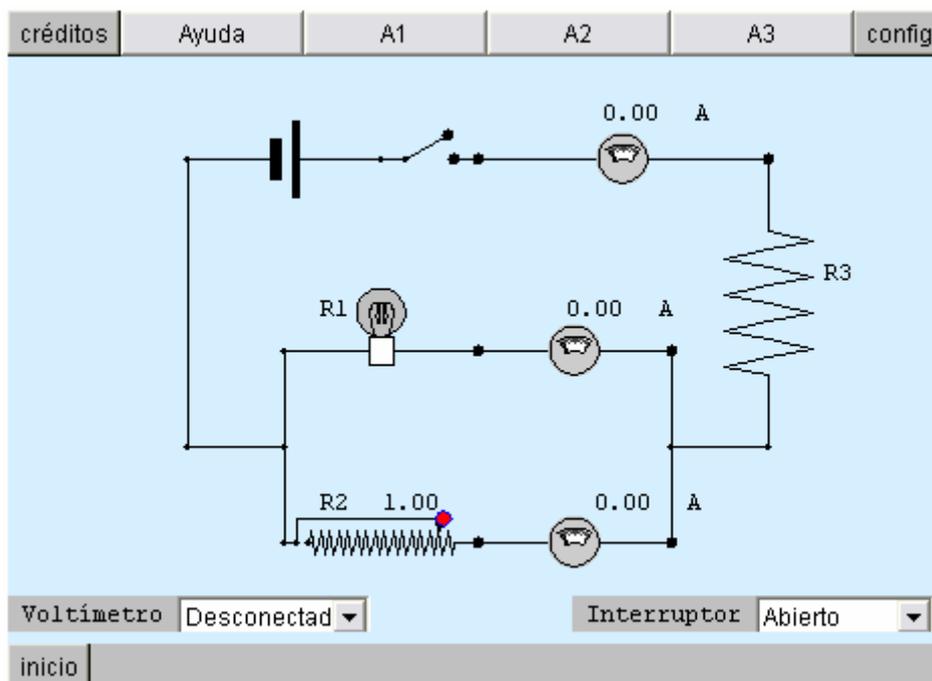
A.1: Elige asociación en serie y ve cambiando los valores de la fuerza electromotriz. ¿Qué ocurre con la ddp entre los bornes de la bombilla? ¿Y con la intensidad? ¿Varían igualmente las dos magnitudes? ¿Por qué?. Prueba a variar la resistencia interna. ¿Qué ocurre con la resistencia interna total?

A.2: Elige asociación en paralelo y ve cambiando los valores de la fuerza electromotriz. ¿Qué ocurre con la ddp entre los bornes de la bombilla? ¿Y con la intensidad? ¿Varían igualmente las dos magnitudes? ¿Por qué? Prueba a variar la resistencia interna. ¿Qué ocurre con la resistencia interna total?

A.3: ¿En qué forma de asociación y con qué valores de fuerza electromotriz y de resistencia interna lograremos que sea mayor el consumo de potencia en la bombilla?

UN CIRCUITO MIXTO

Los circuitos que hemos estudiado son muy simples. Aquí te presentamos uno más complejo para que ejercites lo que has aprendido.



AYUDA: La pila del circuito tiene una fem de 12 voltios y resistencia interna despreciable. R3 tiene un valor aleatorio, que varía cada vez que pulsas inicio. Moviendo el punto rojo con el ratón varías la resistencia del reóstato.

A.1: Cierra el circuito y da valores diferentes a la resistencia variable (reóstato), anotando en cada caso lo que marcan los tres amperímetros. ¿Qué relación observas entre sus valores?

A.2: Conecta el voltímetro. Prueba a dar diversos valores al reóstato. Utiliza el voltímetro para suponer cuál es el valor adecuado de la ddp entre los bornes de R3. ¿Cuánto vale esta resistencia?

A.3: Con los datos del voltímetro y del amperímetro calcula la resistencia de la bombilla. Variando el reóstato, y quizás pulsando inicio algunas veces, podrás encontrar el punto en que la bombilla se funde. ¿Cuál es su máxima potencia antes de fundirse? ¿Qué ocurre con la intensidad después de fundirse?

CONCLUSIONES SOBRE ASOCIACIONES DE ELEMENTOS

➡ Cuando dos resistencias están en **serie**, la resistencia equivalente es la suma de las resistencias: **$R=R1+R2$** .

➡ En este caso, por las dos resistencias pasa la misma intensidad y la diferencia de potencial entre los límites de la asociación es la suma de la caída en cada resistencia: **$V=V1+V2$**

➡ Cuando dos resistencias están en **paralelo**, la resistencia equivalente cumple: **$1/R=1/R1+1/R2$**

En este caso la intensidad que sale del generador se reparte en las dos ramas de forma inversamente proporcional a su resistencia: **$I=I1+I2$** mientras que la diferencia de potencial es igual en ambas ramas.

➡ Si asociamos dos generadores idénticos en **serie**, obtendremos una fem equivalente a la suma de la de las dos pilas; aunque también se sumará la resistencia interna : **$Fem\ total= 2 \cdot Fem\ pila$** **$r_{total}=2 \cdot r$**

➡ Si los dos generadores están en **paralelo**, la fem equivalente es la misma que la de uno de ellos, pero la resistencia interna se reduce a la mitad. **$r_{total}=r/2$**

1 Cuando conectamos dos resistencias en serie...

Si no sabes concluir la frase repasa [Resistencias en serie](#)

- Se suman sus resistencias y la intensidad total se reparte entre cada resistencia
- El inverso de la resistencia equivalente es la suma de los inversos de las resistencias y se reparte la intensidad total entre las dos resistencias
- Se suman sus resistencias y la diferencia de potencial total se reparte entre cada resistencia
- El inverso de la resistencia equivalente es la suma de los inversos de las resistencias y se reparte la diferencia de potencial total entre las dos resistencias

2 La potencia consumida por una resistencia, cuando duplicamos la diferencia de potencial a la que está sometida...

- Se divide por cuatro
- Se divide por dos
- Se multiplica por cuatro
- Se multiplica por dos
- Se mantiene igual, son magnitudes independientes

La causa de que se muevan las cargas eléctricas por un conductor es la entre dos puntos del mismo. Hay una magnitud característica del conductor llamada que influye en la facilidad con que se produce ese movimiento. Esta magnitud se mide en .

La mide la carga que pasa por una sección del conductor en la unidad de tiempo y se mide en . La relaciona las tres magnitudes citadas.

Cuando varias resistencias se asocian en serie la es la misma para todas ellas, mientras que, si están en paralelo, tienen la misma .

Cuando queremos obtener más fuerza electromotriz de dos generadores, los colocamos en , mientras que si sólo nos interesa aumentar la intensidad los colocamos en .

En un circuito formado por un generador y un motor, unidos por un conductor de resistencia despreciable, no toda la del generador se transfiere al motor, pues parte se pierde en las .
