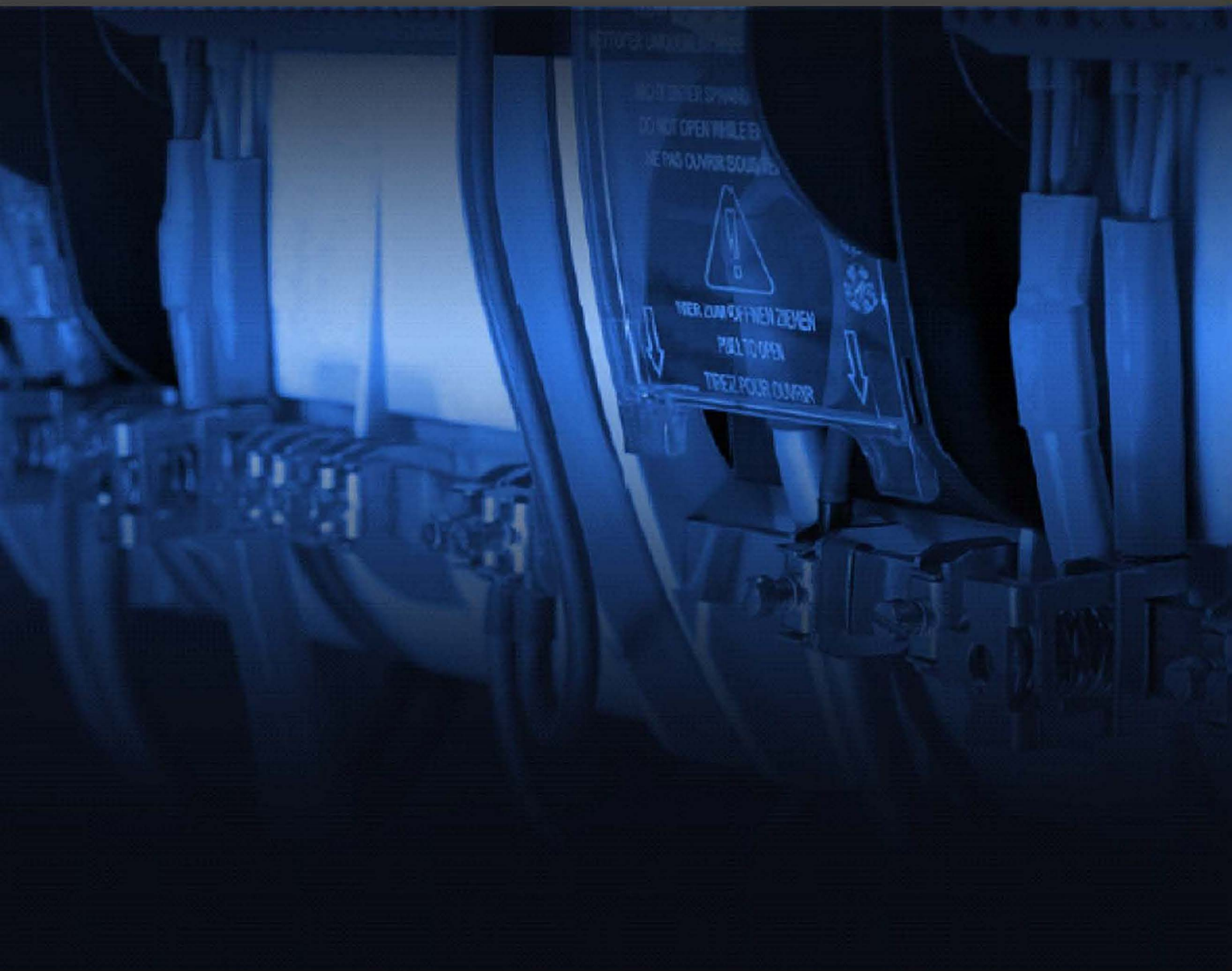




Electricity matters 4



CP7773



Ficha 1 - Energía eléctrica y potencia	3
Ficha 2 - Conductores no óhmicos	5
Ficha 3 - Resistividad	7
Ficha 4 - Utilización de las leyes de Kirchhoff	9
Ficha 5 - Leyes de Kirchhoff y superposición	11
Ficha 6 - Electrostática y condensadores	13
Ficha 7 - Condensadores - Almacenamiento de energía	15
Ficha 8 - Condensadores: almacenamiento de energía en detalle	17
Ficha 9 - Carga y descarga de condensadores	19
Ficha 10 - Inductancias y contrafrecuencias	21
Ficha 11 - Medidas de corriente alterna	23
Ficha 12 - Inductancias y CA	25
Ficha 13 - Condensadores y corriente alterna	27
Ficha 14 - Generar electricidad	29
Ficha 15 - La producción de electricidad en detalle	31
Ficha 16 - Transformadores	33
Ficha 17 - Transformadores prácticos	35
Preguntas de revisión	37

Ficha 1

Energía eléctrica

La energía eléctrica es vital para el funcionamiento de muchos sistemas complejos. Un avión, por ejemplo, no podría volar sin energía eléctrica.

La capacidad de generar y utilizar eficientemente la energía eléctrica es crucial en el mundo moderno, y quienes trabajan en él deben comprender la energía eléctrica y la conversión de energía.

Las actividades que se indican a continuación recogen datos que luego se analizan en términos de energía y potencia en la página siguiente.

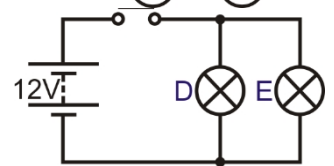
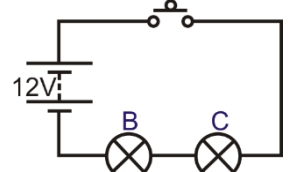
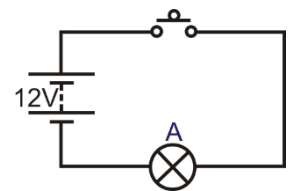


Te toca a ti.

Parte A:

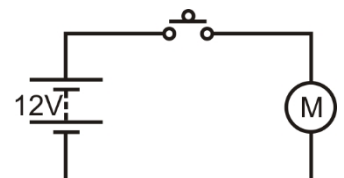
- Monta cada uno de los circuitos por turnos, utilizando bombillas de 6 V y 0,04 A.
- Asegúrese de que la fuente de alimentación de CC está ajustada a 6 V.
- **Antes de encenderlo**, selecciona el rango de 200 mA CC en el amperímetro y el rango de 20 V CC en el voltímetro.
- Para cada bombilla, mide la corriente que la atraviesa y la tensión a través de ella cuando el interruptor está cerrado.
- Registra los resultados en una tabla como la que se muestra a continuación:

Bombilla	Actual en mA	Tensión
A		
B		
C		
D		
E		



Parte B:

- Ahora construye el circuito que se muestra al lado, utilizando el motor de 6V.
- Una vez más, asegúrese de que la fuente de alimentación de CC está ajustada a 6 V.
- Cierra el interruptor.
- Mide la corriente que pasa por el motor y la tensión a través de él:
 - cuando funciona a toda velocidad;
 - cuando se frena apoyando ligeramente el dedo en el piñón.
- Registra los resultados en una tabla como la siguiente:



Motor	Actual en mA	Tensión
Velocidad máxima		
Bajo carga		

Ficha 1

Energía eléctrica

¿Y qué? - Algunas relaciones que debes conocer:

La **corriente eléctrica** es una medida del número de electrones que pasan por segundo.

La **tensión** es una medida de la energía que ganan o pierden los electrones al atravesar un componente.

Hecho 1: **Número de coulombios $Q = \text{Corriente } I \times \text{tiempo } t$**

(Sentido común: la corriente mide cuántos electrones pasan por segundo, así que para saber cuántos han pasado en 10 segundos, por ejemplo, basta con multiplicar la corriente por 10).

Dato 2: Un voltio significa un julio de energía cedido o perdido por un coulombio de carga. (Una pila de 12 V proporciona 12 J de energía por cada coulombio de carga que la atraviesa). Si la caída de tensión en una resistencia es de 2 V, cada coulombio que la atraviesa pierde 2 J de energía (es decir, convierte 2 J en energía térmica). Son los electrones los que luchan por pasar entre los átomos de la resistencia, lo que hace que se calienten).

Hecho 3: La potencia es la velocidad a la que se convierte la energía.

(Una potencia de un vatio significa que cada segundo se convierte un julio de energía de una forma a otra). Las lámparas de filamento domésticas tenían una potencia de unos 60 W. Las nuevas lámparas de bajo consumo tienen una potencia de 15 W para la misma luminosidad. Las nuevas lámparas de bajo consumo tienen una potencia de 15 W para la misma luminosidad, porque convierten menos energía eléctrica en calor).

Malabarismo con fórmulas - ignora todo menos el resultado si lo deseas:

$$P = E / t \text{ del hecho 3} \quad \text{y} \quad E = Q \times V \text{ del hecho 2} \quad \text{por lo que } P = Q \times V / t$$

$$\text{pero } Q = I \times t \text{ del hecho 1} \quad \text{así } P = I \times t \times V / t$$

o, anulando la 't'

$$\text{Resultado } P = I \times V$$

El reparto:

P = potencia en vatios amperios I = corriente en segundos E = energía convertida en julios

Q = carga en coulombios V = tensión caída en voltios t = tiempo de conversión de la energía

Para que lo sepas:

- La potencia es la velocidad a la que se utiliza la energía.
- Cuando un componente está sometido a una tensión V y es atravesado por una corriente I, está convirtiendo energía de una forma a otra a una velocidad dada por la fórmula de la potencia

$$P = I \times V$$

• Utiliza tus resultados para responder a lo siguiente:

- Para las bombillas **A** a **E**, calcula:
 - la potencia disipada en cada bombilla, (mediante la fórmula $P = I \times V$)
 - cuánto tarda cada bombilla en convertir 1J de energía de los electrones;
- cuánta energía (en julios) pierde la fuente de alimentación cada segundo.
- Para el motor, calcula:
 - la potencia disipada en carga y en descarga.
 - Cada circuito transfirió energía a ritmos diferentes. La cantidad de energía transferida de-dependía no sólo de los dispositivos utilizados, sino también de la forma en que estaban conectados.
- ¿Qué pila se agotará primero? Explica tu respuesta a un compañero o a tu profesor.

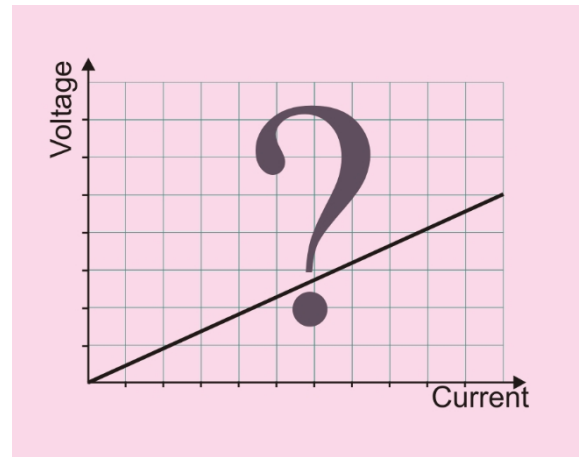
Ficha 2

Conductores no óhmicos

La ley de Ohm debe de ser la más famosa de la teoría eléctrica. Predice que un gráfico de tensión contra corriente será una línea recta. Sin embargo, rara vez se cumple.

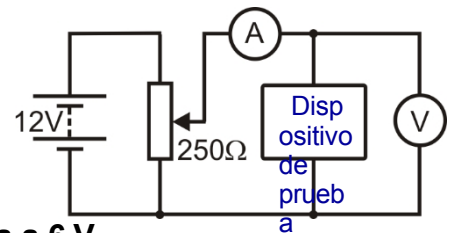
Cualquier dispositivo que la cumpla se denomina conductor óhmico. La mayoría son conductores no óhmicos, bien porque su temperatura cambia cuando circula corriente a través de ellos, bien porque se producen cambios en su estructura a nivel atómico.

En esta ficha se analizan dos de estos dispositivos.



Te toca a ti:

- Construye el circuito que se muestra en el diagrama, utilizando una bombilla de 6V 0,04A como dispositivo de prueba. La resistencia variable nos permite variar la tensión a través de él.



- **Asegúrese de que la fuente de alimentación está ajustada a 6 V.**
- **Antes de encenderlo**, selecciona el rango de 200 mA CC en el amperímetro y el rango de 20 V CC en el voltímetro.
- Gire el mando de la resistencia variable para ajustar la tensión suministrada al mínimo.
- A continuación, gírelo lentamente hasta que la tensión a través de la resistencia alcance 0,5 V.
Bombilla 6V 0,04A
- Ahora lee la corriente que circula por la resistencia.
- Sube la tensión a 1,0V y vuelve a tomar la lectura de corriente.
- Sigue haciéndolo hasta que la tensión alcance los 5,0 V.
- Escribe tus resultados en una tabla como la de al lado.

Tensión	Actual
0.5V	
1.0V	
5.0V	

- Ahora repite el proceso utilizando un termistor como dispositivo de prueba.
- Escribe tus resultados en una segunda tabla.

Termistor	
Tensión	Actual
0.5V	
1.0V	
5.0V	

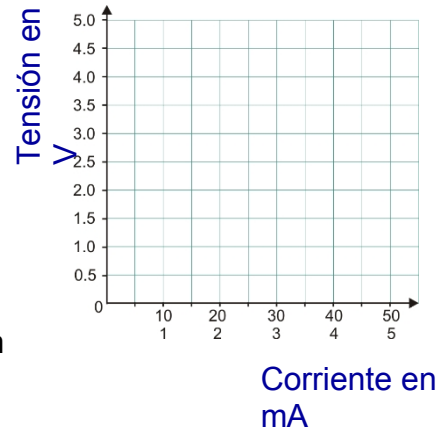
- No desmontes el circuito, ¡se utilizará en la próxima tarea!

Ficha 2

Conductores no óhmicos

¿Y qué?

- Traza dos curvas en los mismos ejes para mostrar tus resultados. El diagrama sugiere una forma de hacerlo. Aunque es más habitual para representar la variable independiente, la tensión en este caso, en el eje horizontal, hace que el resultado sea más claro representarlo en el eje vertical. Las escalas de corriente son diferentes para los dos dispositivos. Etiqueta las curvas "Bombilla" y "Termistor".
- La ley de Ohm predice una línea recta. Tus resultados deben mostrar que los dispositivos **no** obedecen la ley de Ohm. Dibuja curvas suaves a través de sus puntos trazados.
- La pendiente de la gráfica en un punto determinado da el valor de la **resistencia** del dispositivo en ese punto. Observa cómo cambia la resistencia de los dos dispositivos a medida que la corriente aumenta.
- En ambos casos, el dispositivo se calentaba al aumentar la corriente, y este efecto de calentamiento provocaba el cambio de resistencia. Sin embargo, los mecanismos físicos subyacentes eran diferente.
En la bombilla, los iones que forman la mayor parte del filamento vibran más deprisa al aumentar la temperatura. Esto dificulta el paso de los electrones.
En el termistor, que está hecho de un material semiconductor, el efecto dominante es que el aumento de temperatura libera más electrones para que fluyan a través del material.



Para que lo sepas:

- La ley de Ohm predice que un gráfico de tensión contra corriente será una línea recta.
- Casi todos los conductores se calientan cuando los atraviesa una corriente eléctrica, por lo que no obedecen la ley de Ohm.
- Explica a tu compañero cómo y por qué cambia la resistencia del filamento de la bombilla al aumentar la corriente que lo atraviesa.
- Investiga en fuentes como Internet y escribe a continuación una breve explicación en la que describas las diferencias entre conductores (metálicos) y semiconductores.
- Infórmate sobre las aplicaciones de los termistores ntc y ptc. A continuación, escriba un breve resumen de sus usos.

Ficha 3

Resistividad

Las resistencias de la imagen son similares en "tamaño" -físicamente-, pero muy diferentes en resistencia: una es casi mil veces mayor que la otra.

Es un poco como preguntar si una tonelada de plomo pesa más que una tonelada de plumas. Pesan lo mismo, pero una tonelada de plumas ocupa mucho más espacio. La propiedad importante es la densidad: lo apretado que está el material.

En términos de resistencia, el equivalente es preguntarse si una resistencia de 1Ω hecha de alambre de oro tiene más resistencia que una resistencia de 1Ω hecha de grafito. La dirección

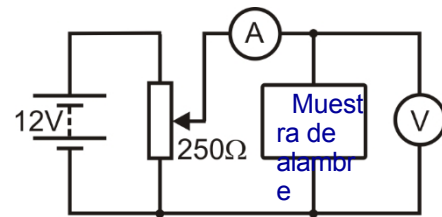
La resistencia de oro ocupa mucho más espacio que la de grafito. La propiedad relevante, la resistividad, mide la facilidad con la que los electrones fluyen a través de un material concreto, y es el tema central de esta hoja de ejercicios.



w3a

Te toca a ti:

- El circuito es el mismo que en la investigación anterior. Como antes, utilizamos la resistencia variable para variar la tensión a través del dispositivo de prueba. En este caso, se prueban cuatro muestras de alambre. Tres son de nicromo, una aleación de níquel, cromo y hierro, con longitudes o secciones diferentes. La cuarta es de constantán, una aleación de cobre y níquel.



- Asegúrese de que la fuente de alimentación está ajustada a 6 V.**
- Selecciona el rango de 200mA DC en el amperímetro, y el rango de 2V DC en el voltímetro .
- Para cada una de las muestras de alambre:

- Reducir la tensión suministrada al a cero. A continuación, aumentar lentamente a 0,5V. Ahora lee la corriente que circula por el cable.
- Anota los resultados en una tabla como la que aparece al lado.

Material	Cross-sec superficie en mm ²	Longitud en mm	Tensión	Actual
Nichrome	0.075	250		
Nichrome	0.075	500		
Nichrome	0.21	500		
Constantan	0.075	500		

(Ampliación opcional:)

- Sustituya la muestra de alambre por un portamuestras.
- Mide una longitud adecuada de cable de resistencia: un metro. ¡facilitaría la aritmética inminente!
- Mide el diámetro del alambre en al menos tres puntos y calcula la media de estos valores.
- Sujete los dos extremos del cable en el muestreador.
- Aplica 0,5V al cable siguiendo el mismo procedimiento anterior.
- Mida la corriente que fluye como resultado.
- Anota tus medidas en una tabla, como la de al lado, en las unidades indicadas.

Material	
Longitud "l" en m	
Diámetro medio "d" en m	
Tensión "V" en V	
Corriente "I" en A	

Ficha 3

Resistividad



¿Y qué?

- Completa la columna "Resistencia" de la tabla utilizando la fórmula de la ley de Ohm: $R = V / I$

Material	Cross-sección superficial en mm ²	Longitud en mm	Tensión	Actual	Resistencia
Nichrome	0.075	250			
Nichrome	0.075	500			
Nichrome	0.21	500			
Constantan	0.075	500			

- En el siguiente análisis, recuerde que todas las mediciones son necesariamente aproximadas. Los instrumentos de medición tienen errores de calibración y de sensibilidad, así como errores de lectura.
- Observa los resultados de la primera y la segunda muestra.
 - El material es el mismo en ambos casos, al igual que la sección transversal.
 - Sólo la longitud es diferente: la segunda muestra es el doble de larga que la primera.
 - ¿Qué sugieren tus resultados sobre la resistencia de un alambre el doble de largo?
- Observa los resultados de la segunda y tercera muestras.
 - El material y la longitud son los mismos.
 - El tercero tiene una sección transversal 2,8 veces mayor que el segundo.
 - ¿Qué sugieren tus resultados sobre la resistencia de un cable 2,8 veces más "gordo"?
- Mira la segunda y la cuarta muestra.
 - Sus longitudes y secciones transversales son iguales.
 - Están hechos de materiales diferentes.
 - Aquí puede verse el efecto de la resistividad.
- Utiliza tus resultados para calcular la resistividad ρ del nichromo y la resistividad ρ del constantán. La fórmula es: $\rho = \frac{R \times A}{L}$ donde R = resistencia, L = longitud, A = área de la sección transversal de muestra.

A

Si has realizado la investigación opcional, utiliza los resultados para calcular la resistividad del material utilizado en la muestra de alambre. En primer lugar, calcula el área de la sección transversal del alambre a partir de las mediciones del diámetro y, a continuación, utiliza la fórmula anterior para calcular la resistividad.

Para que lo sepas:

- La **resistencia** de un conductor es directamente proporcional a su longitud e inversamente proporcional a su sección transversal.
- Si juntamos todo esto, obtenemos las siguientes fórmulas:

$$R = \frac{\rho \times L}{A} \quad \text{o} \quad \rho = \frac{R \times A}{L}$$

donde R = resistencia, ρ = resistividad, A = área de la sección transversal, y L = longitud,

del material.

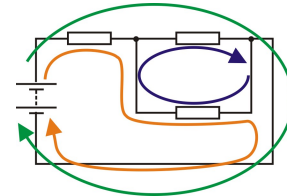
Ficha 4

Utilizando las leyes de Kirchhoff

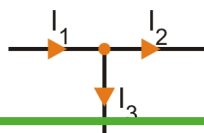
- **Ley de la tensión de Kirchhoff -**

Alrededor de cualquier bucle del circuito, la suma (vectorial) de tensiones es cero.

En el circuito que vas a investigar hay tres bucles. En el diagrama aparecen en distintos colores.



- **Ley de la corriente de Kirchhoff:** "Lo que entra debe salir".



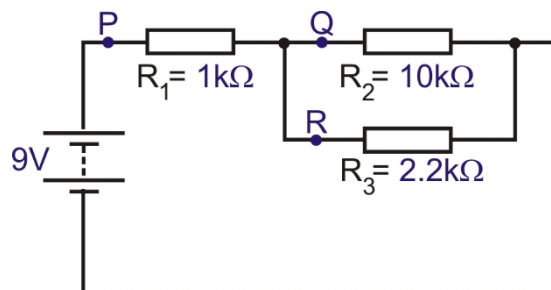
La suma (vectorial) de todas las corrientes en cualquier unión es cero.

En otras palabras, $I_1 = I_2 + I_3$

w4b

Te toca a ti:

- Conecta una resistencia de $1k\Omega$, otra de $2,2k\Omega$ y otra de $10k\Omega$, a una fuente de alimentación de corriente continua, como se muestra en el esquema del circuito.



w4c

- Ajuste la fuente de alimentación a 9V.
- Retire el eslabón de unión en **P**.
- Conecte un multímetro, ajustado en el rango de 10 mA CC, a medir la corriente en **P**, (es decir, la corriente total que sale de la fuente de alimentación).
- Registra el valor en una tabla como la de al lado.
- Retire el multímetro y sustituya la conexión **P**.
- Mida la corriente en **Q** y luego en **R** de la misma manera, y registre los resultados en la tabla.
- Configura el multímetro para que lea tensiones continuas de unos 10 V.
- Mide las tensiones a través de las tres resistencias.
- Anótalos en la tabla.

Medición	Valor
Corriente en P en mA	
Corriente en Q en mA	
Corriente en R en mA	
Tensión a través de R_1	
Tensión a través de R_2	
Tensión a través de R_3	

En la página siguiente, vamos a analizar estos resultados utilizando las leyes de Kirchhoff.

Ficha 4

Utilizando las leyes de Kirchhoff

¿Y qué?

- La ley de la corriente de Kirchhoff nos da la relación:

$$I_1 = I_2 + I_3$$

- La ley de voltaje de Kirchhoff aplicada a cada bucle da.

- El bucle **verde**: $9 = V_1 + V_2$ **ecuación 1**

- El bucle **naranja**: $9 = V_1 + V_3$ **ecuación 2**

- El bucle **azul**: $0 = V_2 + V_3$

- La ley de Ohm nos da las relaciones:

$$V_1 = I_1 \times R_1 = (I_2 + I_3) \times R_1$$

$$V_2 = I_2 \times R_2$$

$$V_3 = I_3 \times R_3$$

- Insertando los valores de las resistencias (en

$$k\Omega) \text{ se obtiene: } V_1 = (I_2 + I_3) \times 1 = (I_2 + I_3)$$

$$+ I_3)$$

$$V_2 = I_2 \times 10$$

$$V_3 = I_3 \times 2,2$$

- De este modo, **la ecuación 1** se convierte en $9 = (I_2 + I_3) + (10 \times I_2)$

$$o9 = 11I_2 + I_3$$

lo que significa $que I_3 = 9 - 11I_2$

y **la ecuación 2** se convierte en $9 = (I_2 + I_3) + (2,2 \times I_3)$

$$o9 = I_2 + 3,2I_3$$

Insertando el valor de I_3 se obtiene $9 = I_2 + 3,2(9 - 11I_2)$

entonces $(35,2 - 1)I_2 = 28,8 - 9$

lo que da $I_2 = 0,58\text{mA}$

Sustituyendo esto en las ecuaciones anteriores $I_3 = 9 - 11I_2 = 9 - 11 \times 0,58 = 2,63\text{mA}$

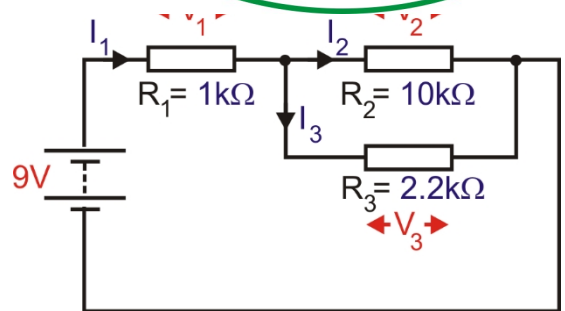
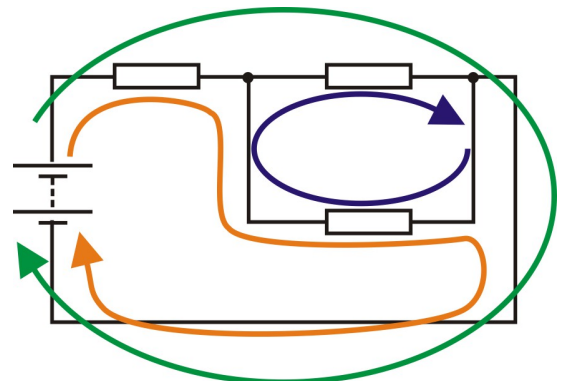
y así $I_1 = 0,58 + 2,63 = 3,21\text{mA}$

su vez, estos valores dan $V_1 = 3,21 \times 1 = 3,2\text{V}$

$$V_2 = 0,58 \times 10 = 5,8\text{V}$$

$$V_3 = 2,63 \times 2,2 = 5,8\text{V (¡no es de extrañar!)}$$

¡Compruebe sus valores medidos con estos resultados!



Para que lo sepas:

- Ley de la corriente de Kirchhoff: "Lo que entra debe salir" La suma (vectorial) de todas las corrientes en cualquier unión es cero.
- Ley de la tensión de Kirchhoff - Alrededor de cualquier bucle del circuito, la suma (vectorial) de tensiones es cero.

Ficha 5

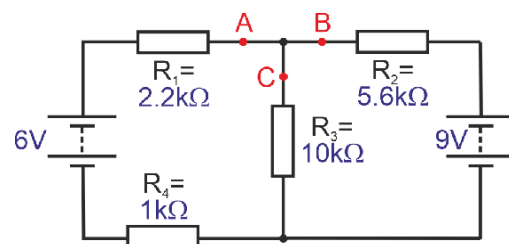
Leyes de Kirchhoff y superposición

Esta investigación examina primero el efecto en el circuito de cada fuente de alimentación por separado. A continuación, se "superponen" las tensiones y corrientes de las distintas fuentes de alimentación.

En la práctica, se calcularían las tensiones y corrientes reales en un circuito con múltiples fuentes de alimentación, pero esta investigación las mide para comprobar que el planteamiento funciona.

Te toca a ti:

- Construye el circuito que se muestra al lado, pero *no enciendas todavía ninguna fuente de alimentación.*



Paso 1: Utilice sólo la fuente de alimentación de 9 V

- Cambia el soporte de la fuente de alimentación de 6 V por un enlace de conexión y, a continuación, enciende la fuente de alimentación de 9 V.
- Mide las corrientes en **A**, en **B** y en **C**. Anótalas en la tabla. Sentido de la corriente se han dado para ti.
- Mide la tensión a través de la fuente de alimentación y, a continuación, a través de cada resistencia. Anótalos en la tabla. Las direcciones de tensión (opuestas al flujo de corriente) se han añadido para usted.

Sólo alimentación de 9 V

Corriente en A = I_A	←
Corriente en B = I_B	←
Corriente en C = I_C	↓
Tensión a través de la fuente de alimentación, V_S	↑
Tensión a través de la resistencia de 1kΩ, V_1	←
Tensión a través de la resistencia de 2.2kΩ, V_2	→
Tensión a través de la resistencia de 5.6kΩ, V_5	→
Tensión a través de la resistencia de 10kΩ, V_{10}	↑

Paso 2: Utilice sólo la fuente de alimentación de 6 V

- Cambia el soporte de la fuente de alimentación de 9 V por un enlace de conexión, devuelve el soporte de la fuente de alimentación de 6 V y cambia en.
- Repite las mediciones y anótalas.
- Añade flechas para mostrar las direcciones de las corrientes y tensiones. (La forma de conectar el amperímetro da una pista).

Sólo alimentación de 6 V

Corriente en A = I_A	
Corriente en B = I_B	
Corriente en C = I_C	
Tensión a través de la fuente de alimentación, V_S	
Tensión a través de la resistencia de 1kΩ, V_1	
Tensión a través de la resistencia de 2.2kΩ, V_2	
Tensión a través de la resistencia de 5.6kΩ, V_5	
Tensión a través de la resistencia de 10kΩ, V_{10}	

Paso 3: Utilizar ambas fuentes de alimentación

- Vuelva a conectar ambas fuentes de alimentación y enciéndalas.
- Vuelve a medir las corrientes y tensiones y anótalas en la tabla.
- Añade flechas para indicar la dirección de las corrientes y tensiones.

Sólo alimentación de 6 V

Corriente en A = I_A	
Corriente en B = I_B	
Corriente en C = I_C	
Tensión a través de la fuente de alimentación, V_S	
Tensión a través de la resistencia de 1kΩ, V_1	
Tensión a través de la resistencia de 2.2kΩ, V_2	
Tensión a través de la resistencia de 5.6kΩ, V_5	
Tensión a través de la resistencia de 10kΩ, V_{10}	

Ficha 5

Leyes de Kirchhoff y superposición

¿Y qué?

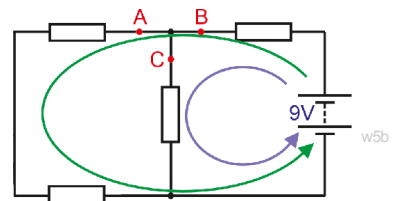
- Para los pasos 1 y 2 se aplica la regla de la tensión de Kirchhoff, por lo que

$$V_1 + V_2 + V_{10} = V_S \quad y \quad V_1 + V_2 + V_5 = V_S$$

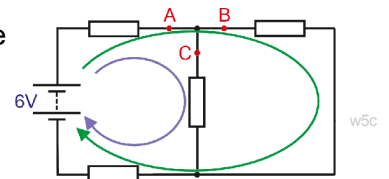
La regla de la corriente de Kirchhoff sigue siendo aplicable, por lo que

$$I_A = I_B + I_C$$

- En la etapa 3 también se aplican las mismas reglas, pero hay que tener en cuenta la dirección. Los diagramas muestran las direcciones del flujo de corriente para las dos primeras etapas.
- La corriente fluye de la misma manera a través de la resistencia de 10kΩ en ambos, por lo que cuando se utilizan ambas fuentes de alimentación:



Primer paso



Paso 2

- corriente en **C** = suma de las corrientes separadas debidas a las dos fuentes de alimentación
- tensión a través de la resistencia de 10kΩ = suma de las tensiones separadas de dos fuentes de alimentación.

En todas las demás resistencias, el sentido de la corriente se invierte entre el paso 1 y

el paso 2, por lo que corriente en **A** = **diferencia** entre las corrientes separadas en **A** debidas a cada fuente de alimentación. corriente en **B** = **diferencia** entre las corrientes separadas en **B** debidas a cada fuente de alimentación.

V_1 = **diferencia** entre las tensiones V_1 debidas a cada fuente de alimentación. V_2 = **diferencia** entre las tensiones V_2 separadas debidas a cada fuente de alimentación. V_5 = **diferencia** entre las tensiones V_5 separadas debidas a cada fuente de alimentación.

La dirección de la corriente o tensión es la dirección del componente mayor en el paso 1 o 2. Por ejemplo, aquí tienes una serie de resultados típicos:

$$\text{Paso 1: } I_A = 0,87\text{mA} \leftarrow I_B = 1,16\text{mA} \leftarrow V_2 = 1,95\text{V} \rightarrow V_5 = 6,54\text{V} \rightarrow$$

$$\text{Paso 2: } I_A = 0,93\text{mA} \rightarrow I_B = 0,59\text{mA} \rightarrow V_2 = 2,08\text{V} \leftarrow V_5 = 3,36\text{V} \leftarrow$$

Cuando se utilizan ambas fuentes de alimentación:

$$I_A = 0,06\text{mA} \leftarrow I_B = 0,57\text{mA} \leftarrow V_2 = 0,13\text{V} \leftarrow V_5 = 3,18\text{V} \rightarrow$$

Mira las mediciones que has hecho. Comprueba que el tratamiento anterior funciona para tus resultados.

Para que lo sepas:

Para **calcular** las corrientes y tensiones en un circuito que tiene más de una fuente de alimentación:

- sustituya todas las fuentes de alimentación menos una con enlaces de cortocircuito;
- calcula las corrientes y tensiones causadas por esa fuente de alimentación restante;
- haga lo mismo para cada una de las otras fuentes de alimentación;
- para cada componente, superponga las corrientes y tensiones de cada fuente de alimentación por separado
- (es decir, hay que tener en cuenta la dirección: sumarlas cuando están en la misma dirección, restar la menor de la mayor cuando están en la misma dirección). dirección -restar la menor de la mayor cuando estén en direcciones opuestas).

Ficha 6

Electrostática y condensadores

La electricidad estática puede producirse por fricción (por ejemplo, al frotar un globo sobre un jersey de lana).

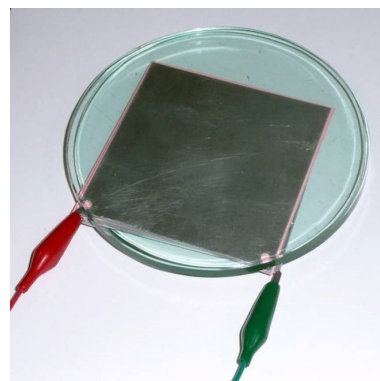
Los cuerpos cargados por este método tienen polaridad positiva o negativa, dependiendo de si existe un déficit o un exceso de electrones portadores de carga.

Los cuerpos pueden permanecer en este estado durante algún tiempo. Este tipo de carga estática puede provocar ruidos eléctricos e interferencias en los equipos de comunicaciones, por lo que es necesario tomar medidas especiales para evitar su acumulación.



Los condensadores nos proporcionan un medio para acumular y almacenar carga eléctrica. Un condensador simple está formado por dos placas metálicas separadas por un dieléctrico aislante, como una película de poliéster. La carga presente es el producto de la capacitancia del condensador (en faradios) y la tensión aplicada (en voltios). En otras palabras, $Q = C \times V$ culombio.

- A su disposición (investigación opcional):
- Haz tu propio condensador con un cuadrado de cartulina fina entre dos placas cuadradas de aluminio. Manténlo sujeto colocándolo entre placas de vidrio pesadas con un objeto pesado encima.
- Mide la capacitancia de tu condensador con un multímetro digital en el rango de 2nF.
- Aumenta la separación de las placas añadiendo trozos adicionales de cartulina (hasta seis).
- Cada vez, mide y registra la capacitancia.



Espesor de tarjeta	1	2	3	4	5	6
C en nF						

- A continuación, modifica el solapamiento de las placas (manteniendo las placas paralelas). Marca líneas en el condensador al 75%, 50%, 37,5%, 25% y 12,5% de la superficie y para cada una de ellas solapar, medir y anotar la capacitancia en la tabla.

Solapamiento	100%	75%	50%	37.5%	25%	12.5%
C en nF						

Ficha 6

Electrostática y condensadores

¿Y qué?

Utiliza tus resultados para:

- Traza un gráfico que muestre cómo cambia la capacitancia con la separación de las placas.
- Traza un gráfico que muestre cómo cambia la capacitancia con el área de superposición de las placas. Comenta lo siguiente con tu compañero o profesor:
 - ¿Qué conclusiones puedes sacar del primer gráfico?
 - ¿Qué conclusiones puedes sacar del segundo gráfico?

Para que lo sepas:

- Aumentar la separación de las placas reduce la capacitancia.
Más concretamente, la capacitancia es inversamente proporcional a la separación entre placas.
- Al aumentar el solapamiento de las placas aumenta la capacitancia.
Más concretamente, la capacitancia es directamente proporcional al área de la placa.
- Combinando estos resultados podemos llegar a la importante relación:

$$C \propto \frac{A}{d} = k \frac{A}{d} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$$

donde

- C = capacidad;
- A = superficie de la placa;
- d = separación entre placas;
- ϵ_0 = permitividad del espacio libre;
- ϵ_r = permitividad relativa del material dieléctrico (aislante).

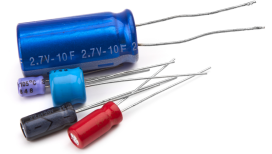
Ficha 7

Condensadores: almacenamiento de energía

La energía eléctrica es muy difícil de almacenar. Los condensadores ofrecen una solución de almacenamiento a pequeña escala y actualmente se utilizan para conservar los datos de los usuarios en ordenadores, teléfonos móviles y cámaras digitales.

Los avances en ultracondensadores ofrecen prometedoras ventajas de almacenamiento de energía para los vehículos eléctricos. Al fin y al cabo, los condensadores se cargan en muy poco tiempo, en comparación con las baterías.

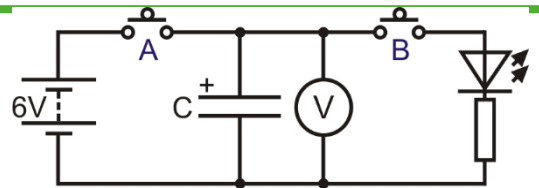
En esta ficha se estudia el almacenamiento de energía en condensadores.



Te toca a ti:

- En primer lugar, el efecto de la capacitancia. Construye el circuito mostrado, utilizando un condensador de $1000\mu\text{F}$ para C.

Asegúrese de que está conectado correctamente.



- La fuente de alimentación está configurada para suministrar 6 V CC.
- Conecte la fuente de alimentación y pulse el interruptor pulsador **A**. Inmediatamente, el condensador se carga hasta alcanzar la tensión de alimentación, como indica el voltímetro.
- Suelte el interruptor **A** para desconectar la alimentación.
- Cierre el interruptor **B** y ponga inmediatamente en marcha el cronómetro.
- La luz del LED procede de la energía almacenada en el condensador. Observa la lectura del voltímetro y mide el tiempo que tarda el voltaje del condensador en caer hasta 1,70 V.
- Registra el resultado en una tabla como la anterior.
- Ahora sustituye el condensador de $1000\mu\text{F}$ por uno de $2000\mu\text{F}$, y repite el proceso.
- A continuación, conecta los condensadores de $1000\mu\text{F}$ y $2000\mu\text{F}$ en paralelo, para formar un condensador de $3000\mu\text{F}$. Repite el proceso de nuevo.
- Finalmente, sustituye los dos condensadores por un condensador de $22000\mu\text{F}$, y repite el proceso de nuevo.
- En segundo lugar, el efecto de la tensión del condensador, (utilizando el mismo circuito, con el $22000\mu\text{F}$ condensador).
- Inicialmente, ajuste la fuente de alimentación de CC para que emita 3 V.
- Cerrar el interruptor **A**, para cargar el condensador de $22000\mu\text{F}$ hasta el tensión de alimentación.
- A continuación, cierra el interruptor **B** y cronometra el tiempo que tarda en caer la tensión del condensador hasta 1,70V.
- Anota el resultado.
- Ajusta la tensión de alimentación a 6V, y repite el proceso.
- Por último, ajusta la tensión de alimentación a 9V, y repite el proceso de nuevo

Condensador	Descarga tiempo
$1000\mu\text{F}$	
$2000\mu\text{F}$	
$3000\mu\text{F}$	
$22000\mu\text{F}$	

Alimentación	Descarga tiempo
3V	
6V	
9V	

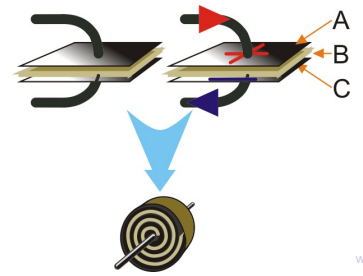
Ficha 7

Condensadores: almacenamiento de energía

¿Y qué?

Un condensador consta de tres láminas, **A**, **B** y **C**. Dos de ellas, **A** y **C**, son placas metálicas, normalmente de aluminio. La tercera, **B**, es una lámina aislante, también llamada dieléctrico, que aísla las placas metálicas entre sí.

Estas placas suelen enrollarse formando un "rollo suizo" y se cubren con una funda protectora, con cables conectados a cada una, como se muestra en el diagrama inferior.



Normalmente, las láminas metálicas no están cargadas. Cuando fluye una corriente eléctrica, una placa se carga positivamente y la otra negativamente. Este almacenamiento de carga es la forma en que el condensador almacena energía.

El uso de condensadores para almacenar energía presenta dos problemas:

- sólo son prácticos para almacenar cantidades relativamente pequeñas de energía;
- sufren "fugas", lo que significa que sólo almacenan energía durante un tiempo limitado.

Las investigaciones que realizaste se basaron en cronometrar el tiempo que tardaban los condensadores en descargarse a través del LED hasta alcanzar una tensión de 1,70V. Este valor es relativamente arbitrario, pero es aproximadamente el punto en el que se detiene la conducción apreciable en el LED.

Los resultados de su investigación muestran que:

- cuanto mayor sea el condensador, mayor será la energía almacenada;
- cuanto mayor sea la tensión del condensador, mayor será la energía almacenada.

Un estudio más detallado revela que la energía almacenada:

- es directamente proporcional a la capacitancia utilizada;
- es directamente proporcional al cuadrado de la tensión del condensador.

De hecho, la energía almacenada $W = \frac{1}{2} C V^2$

Las formas alternativas de esta ecuación son:

$$W = \frac{1}{2} Q V;$$

$$W = \frac{1}{2} Q^2 / C.$$

Para que lo sepas:

Utiliza Internet para informarte todo lo que puedas:

- ultracondensadores;
- la central eléctrica de Dinorwig (y el "almacenamiento por bombeo").

Presenta tus resultados al resto de la clase en forma de exposición.

Ficha 8

Condensadores: almacenamiento de energía en detalle



Los monitores de energía eléctrica (también llamados "contadores inteligentes") se están generalizando ya que los consumidores intentan reducir los costes energéticos.

El aparato de la derecha es una versión de bajo voltaje, capaz de medir la energía transferida, la potencia, potencia y potencia media suministrada, así como la tensión y la corriente.

En la página siguiente se dan más detalles.

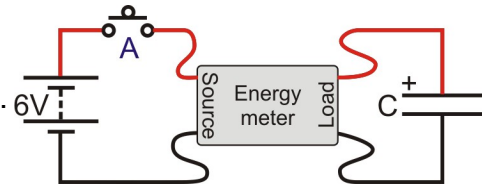
Aquí se utiliza para medir la energía almacenada en un condensador.



A su disposición (investigaciones opcionales):

A. La energía necesaria para cargar un condensador -

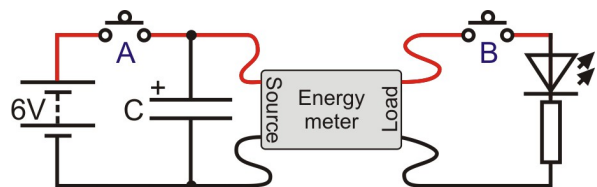
- Construye el circuito, utilizando un condensador de $1000\mu\text{F}$ para C. **Asegúrese de que está conectado correctamente.**
- La fuente de alimentación está ajustada a 6 V CC. Enciéndelo.
- Seleccione la función de contador de energía y pulse el botón "Inicio / Pausa".
- Mantenga pulsado el interruptor pulsador **A**.
- El condensador se carga hasta la tensión de alimentación, y la Energía El contador muestra cuánta energía se ha transferido desde la potencia al hacerlo. Anótalo en una tabla como la de al lado.
- Suelte el interruptor **A** para desconectar la alimentación.
- Ahora sustituye el condensador de $1000\mu\text{F}$ por uno de $2000\mu\text{F}$, y repita el proceso.
- A continuación, conecta los condensadores de $1000\mu\text{F}$ y $2000\mu\text{F}$ en paralelo, para formar un condensador de $3000\mu\text{F}$. Vuelve a realizar el proceso.
- Finalmente, sustituye los dos condensadores por un condensador de $22000\mu\text{F}$, y repite el proceso de nuevo.



Condensador	Energía necesaria
$1000\mu\text{F}$	
$2000\mu\text{F}$	
$3000\mu\text{F}$	
$22000\mu\text{F}$	

B. La energía almacenada en un condensador -

- Construye el circuito modificado, utilizando inicialmente un condensador de $1000\mu\text{F}$ para C. **Asegúrate de conectarlo en el sentido correcto.**
- Compruebe que la fuente de alimentación sigue ajustada a 6 V CC y enciéndala.
- Mantén pulsado el interruptor **A** durante unos segundos para que el condensador se cargue completamente.
- Seleccione la función de contador de energía y pulse "Inicio / Pausa".
- Mantenga pulsado el interruptor B. El condensador se descarga a través del LED. El contador de energía muestra la energía transferida desde el condensador. Regístrelo en una tabla como la de al lado.
- Ahora sustituye el condensador 1000 F por los otros valores, como antes, y repite el proceso.



condensador	Energía necesaria
$1000\mu\text{F}$	
$2000\mu\text{F}$	
$3000\mu\text{F}$	
$22000\mu\text{F}$	

Ficha 8

Condensadores: almacenamiento de energía en detalle

¿Y qué?

Funciones de contador de energía:

El Medidor de Energía puede medir una serie de magnitudes, seleccionando el modo apropiado. Para ello, pulse el botón de función hasta que aparezca la pantalla deseada.

Medición de la energía

En este modo, el contador muestra la energía que se ha transferido a través de el aparato en el tiempo indicado. Puede utilizar los botones de inicio/parada y reinicio para controlar la pantalla

```
Energy 110J
Time 62s ▶
```

w6e

Medición de la potencia

Aquí, el contador muestra la potencia instantánea suministrada a través del contador.

Medición de la potencia media

En este modo, el medidor muestra la potencia media durante el tiempo indicado e indica los valores utilizados para calcularla.

```
Power 1.83W
```

w6g

Medición de tensión, corriente y potencia

Aquí, el medidor muestra la tensión, la corriente y la potencia en cada instante.

```
Av. Pwr | 4.65J
232mW | 20s
```

w6h

El mensaje que se muestra al lado significa que los cables conectados al Energy Meter tienen la polaridad incorrecta y deben cambiarse.

```
U 9.43V | Power
I 3.59A | 33.9W
```

w6j

```
Source current
wrong direction
```

Para que lo sepas:

- Los valores de energía que has obtenido en la parte A de la investigación eran mucho mayores que los correspondientes de la parte B. Piensa en una razón para ello.
¿Habría cambiado algo si se hubiera incluido una resistencia en serie con el interruptor **A** en el circuito de carga? (¡Pruébalo!)
Comenta tus ideas con un colega.
- Diseña un experimento utilizando el medidor de energía, para averiguar cómo la energía almacenada en un condensador depende de la tensión del condensador.
Escribe unas instrucciones detalladas para la investigación y enséñaselas a tu profesor. Si es lo suficientemente buena, puede que tengas la oportunidad de probarla.

Ficha 9

Carga y descarga de condensadores

Los condensadores permiten almacenar carga eléctrica, actuando como depósitos de energía eléctrica. La carga puede transferirse a un condensador conectándolo a una fuente de alimentación o a una batería.

Cuando se descarga, la energía almacenada se libera, normalmente en forma de calor. Más tarde, el condensador puede recargarse. La energía almacenada se repone entonces.

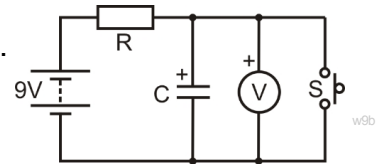
En esta hoja de ejercicios investigarás la carga y descarga de los condensadores.



Te toca a ti:

Carga de un condensador:

- Construye el circuito que se muestra al lado, utilizando los valores $R = 10k\Omega$ y $C = 1.000\mu F$.
- Asegúrese de que la fuente de alimentación de CC está ajustada a 9 V.
- Utiliza un multímetro en la escala de 20 V CC para medir la tensión en el condensador.
- Mantenga pulsado el interruptor S para descargar completamente el condensador.
- Suelte S para que el condensador empiece a cargarse, y mida y registre la tensión del condensador cada 10 segundos.

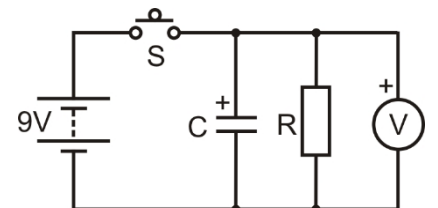


R = kΩ, C = μF													
Tiempo en s	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Tensión del condensador en V													

- Repita este proceso utilizando valores de $C = 2.200\mu F$ y $R = 10k\Omega$, y luego $C = 1.000\mu F$ con $R = 22k\Omega$. Ahora tienes tres conjuntos de lecturas, dispuestos en tres tablas como la anterior:

Descarga de un condensador:

- Construye el circuito que se muestra al lado, con $R = 10k\Omega$ y $C = 1.000\mu F$.
- Una vez más, asegúrese de que la fuente de alimentación está ajustada a 9V DC y que el multímetro esté en el intervalo de 20 V CC.
- Mantenga pulsado el interruptor S para cargar completamente el condensador. La carga se acumulará rápidamente, ya que no hay resistencia que limite la capacidad del condensador. la corriente de carga.



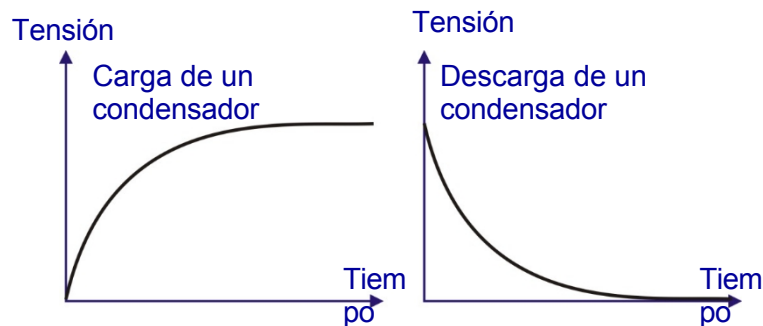
- Suelta S para que el condensador comience a descargarse y registra la tensión cada 10 segundos en una tabla como la anterior.
- Repita el mismo proceso para valores de $C = 2.200\mu F$ y $R = 10k\Omega$, y luego $C = 1.000\mu F$ con $R = 22k\Omega$. Deberías tener de nuevo tres conjuntos de lecturas en tres tablas.

Ficha 9

Carga y descarga de condensadores

¿Y qué?

- Utiliza tus resultados para:
 - traza tres gráficos que muestren cómo se cargan los condensadores, cuando se conectan en serie-resistencias, (sobre el periodo de 0 a 120s.)
 - traza tres gráficos que muestren la descarga de condensadores a través de resistencias 'shunt', (de nuevo sobre el periodo de 0 a 120s.)
- Los diagramas muestran las formas típicas de estos gráficos. Guiándote por tus puntos experimentales, dibuja curvas suaves para cada gráfico.



- Fíjate bien en los gráficos. ¿El condensador llega a cargarse o descargarse por completo?
- ¿Qué efecto tienen los valores elegidos para C y R sobre la velocidad de carga o descarga del condensador?
- Para cada gráfica de carga, halla el tiempo que tarda la tensión del condensador en alcanzar el 63% de su valor final. Compáralo con la constante de tiempo correspondiente ($= R \times C$, donde R está en $M\Omega$ y C en μF).
- Para cada gráfica de descarga, halla el tiempo que tarda la tensión del condensador en caer hasta el 37% de su valor final. Una vez más, compara este valor de tiempo con la constante de tiempo correspondiente).
- Las curvas de carga y descarga muestran un **crecimiento exponencial** y un **decaimiento exponencial** respectivamente. Averigua todo lo que puedas sobre la constante exponencial, e.

Para que lo sepas:

- Un condensador se carga más rápido al principio, ya que fluye una corriente de carga mayor, y luego la velocidad de la carga se ralentiza. La forma de la curva de carga es un ejemplo de crecimiento exponencial.
- Cuando un condensador se descarga, la tensión que lo atraviesa cae rápidamente al principio y luego lo hace más lentamente. Este es un ejemplo de decaimiento exponencial.
- La velocidad de variación de la tensión de carga y descarga se rige por la constante de tiempo de la red R-C. La constante de tiempo **T** se calcula mediante la fórmula:

$$T = R \times C$$

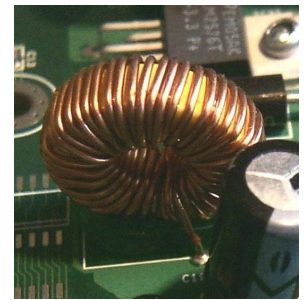
y tiene unidades de segundos si **R** está en Ω y **C** en F, o si **R** está en $M\Omega$ cuando **C** está en μF .

Ficha 10

Inductores y contrafase

La corriente que circula por un conductor crea un campo magnético en el espacio que lo rodea. Esto puede intensificarse enrollando el conductor en una bobina e insertando después un núcleo de un material como hierro, acero o ferrita, un material cerámico que contiene óxido de hierro.

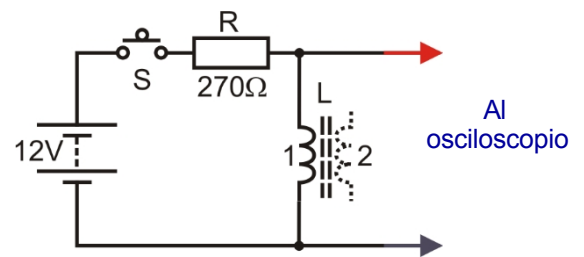
Cuando una corriente cambiante pasa a través de un inductor, aparece una emf inducida a través de sus terminales. Esta se opone al cambio que la creó, lo que explica por qué los inductores de mayor tamaño suelen denominarse estranguladores. Los inductores se utilizan en muchas aplicaciones, desde filtros hasta lámparas fluorescentes y unidades de encendido.



w10a

Te toca a ti:

- Construye el circuito que se muestra. El interruptor **S** está conectado en serie con la resistencia **R**, que limita la corriente a través del inductor. El inductor, **L** es el primario del transformador 2:1, (el devanado secundario no se utiliza.)
- Ajuste la fuente de alimentación a 12 V CC.
- Conecte un osciloscopio para visualizar la caída de tensión a través del inductor. Asegúrese de que los cables están conectados con la polaridad indicada en el diagrama. Ajustes típicos del osciloscopio se indican en la sección siguiente.
- Encienda la fuente de alimentación de CC y, a continuación, pulse y mantenga cerrado el interruptor para que fluya corriente a través del inductor.
- Mantenga el interruptor cerrado durante unos segundos, suéltelo y observe el resultado en el osciloscopio. Debería ver un pico de tensión negativa muy grande y repentino.
- Es posible que tenga que repetir este paso varias veces para obtener una visualización satisfactoria.



w10b

(Ampliación opcional:)

- Repite la investigación con los otros inductores para ver cómo afecta la inductancia al tamaño de la emf inducida.

Ajustes típicos del osciloscopio:

Base de tiempo 1 ms/div (multiplicador X x1)

Rango de tensión Entrada A ± 20 V CC (multiplicador Y x1)

Entrada B Apagada

Modo de disparo Repetición **Canal de disparo** Canal A

Dirección de disparo Caída **Umbral de disparo** 1000 mV

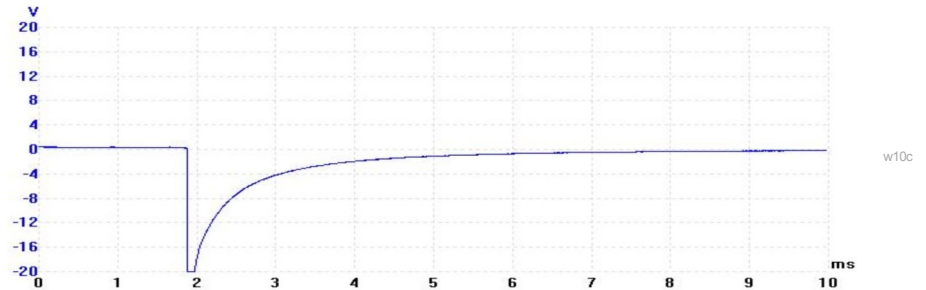
Ficha 10

Inductores y contrafase

¿Y qué?

El trazo muestra una visualización típica, producida al soltar el interruptor.

Muestra el gran pico negativo que se genera al colapsar repentinamente el campo magnético en el inductor, cuando se interrumpe la corriente.



Aquí está la física:

- Cuando el interruptor está cerrado, circula una corriente constante por el inductor y produce un campo magnético constante en su núcleo.
- Cuando se interrumpe la corriente abriendo el interruptor, el campo magnético se colapsa rápidamente porque no hay nada que lo mantenga.
- Cuando el campo colapsa a través de las espiras de la bobina inductora, se genera una tensión a través de los terminales del inductor. Esta tensión puede ser varias veces superior a la tensión de alimentación.
- tensión.
- La tensión inducida es negativa. En otras palabras, se opone a la dirección original del flujo de corriente, por lo que se denomina *contrafase*.
- Una gran "contrafase" puede causar daños considerables, como la formación de arcos en los contactos de interruptores o relés y la destrucción de componentes electrónicos de baja tensión.

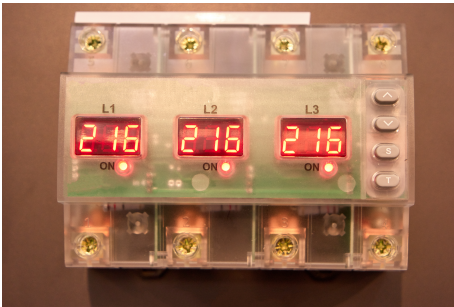
Para que lo sepas:

Emf trasero:

- aparece cuando se retira repentinamente la corriente de un inductor.
- se opone al flujo de corriente original.
- puede ser muy grande y muchas veces superior a la tensión de alimentación.
- A menudo tomamos precauciones para limitar la contrafase generada cuando un componente inductivo (como la bobina de un relé) se enciende y se apaga, utilizando un diodo, conectado con polarización inversa, en paralelo con el componente inductivo.

Ficha 11

Mediciones de CA



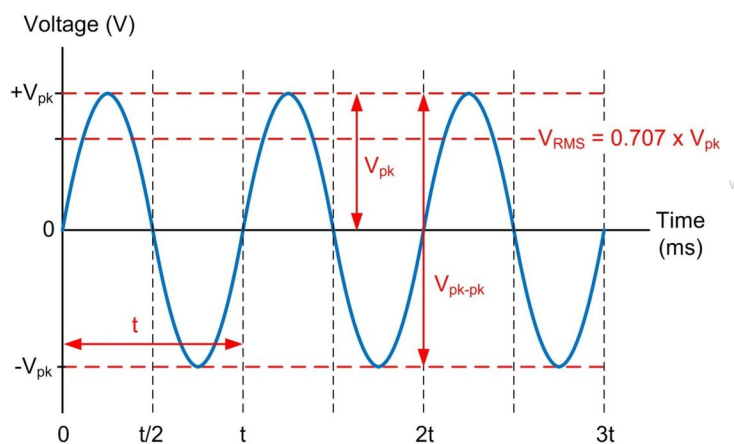
La capacidad de realizar mediciones precisas de corriente y tensión alternas es una habilidad importante. En realidad, las mediciones de corriente alterna no son tan fáciles de realizar como las de corriente continua.

Aquí tienes una breve introducción a parte del vocabulario con el que tendrás que familiarizarte:

Tensión y corriente alterna

Cuando medimos la tensión y la corriente alternas, solemos utilizar los valores eficaces. Se trata del valor efectivo de una corriente alterna, es decir, los equivalentes de corriente continua que producirían el mismo efecto de calentamiento si se aplicaran a una resistencia.

A veces es útil utilizar el *pico* o *pico*-valor de *pico* de una forma de onda de CA, ya que son fáciles de medir con un osciloscopio (véase la imagen).



Frecuencia

La frecuencia de una forma de onda repetitiva es el número de ciclos de la forma de onda que se producen en un segundo. La frecuencia se expresa en hercios, (Hz), - una frecuencia de 1Hz significa un ciclo por segundo - 400Hz significa que se producen 400 ciclos de la misma cada segundo.

Tiempo periódico

El tiempo periódico (o periodo) de una señal es el tiempo que dura un ciclo completo de la onda. La relación entre el tiempo periódico, t , (en s) y la frecuencia, f , (en Hz) es:

$$t = 1 / f \text{ o } f = 1 / t$$

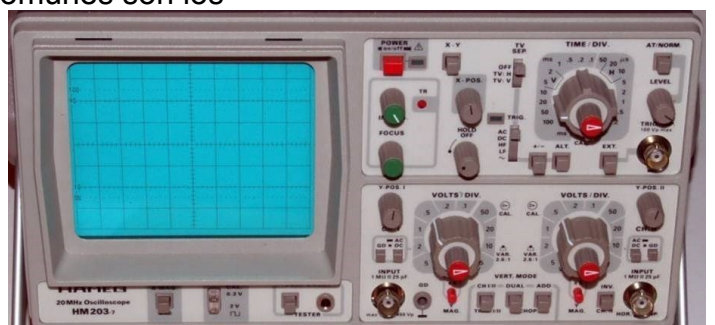
Por ejemplo, el tiempo periódico de una señal de CA de 400 Hz es de 2,5 ms.

Formas de onda

Las formas de onda describen cómo varían con el tiempo las señales de tensión o corriente. Los tipos más comunes son los sinusoidales, cuadrado, triángulo, rampa y pulso.

En este módulo analizaremos la más básica de ellas, la onda sinusoidal.

Las formas de onda se visualizan y miden con un osciloscopio, ya sea de tipo convencional o un instrumento virtual (como un Picoscopio).



Ficha 11

Mediciones de CA



Te toca a ti:

- Conecte un osciloscopio para visualizar la salida de un generador de señales de audiofrecuencia. (Los ajustes típicos del osciloscopio se indican al final de la página).
- Ajuste el generador de señales para producir una salida de onda sinusoidal a 100 Hz. y fije la amplitud de la señal a 2 V pico-pico.
- Dibuja la pantalla del osciloscopio en papel cuadrado y asegúrate de etiquetar los ejes de tensión y tiempo.
- Utiliza el eje X (escala de tiempo) del osciloscopio para medir con precisión el tiempo de un ciclo completo (es decir, el período tiempo). Anótalo en una tabla como la que se muestra al lado.
- Ajuste el generador de señales a 200 Hz, luego a 400 Hz, 600 Hz, 800 Hz y finalmente a 1.000 Hz y en cada frecuencia mida y registre el periodo de tiempo en la tabla.
- Utiliza los datos de la tabla para trazar una gráfica del tiempo periódico frente a la frecuencia. Utilízala para verificar la relación $f = 1/t$.

Frecuencia en Hz	Tiempo periódico en ms
100	
200	
400	
600	
800	
1000	

Para que lo sepas:

- Escriba una breve descripción de los siguientes términos de CA:
 - amplitud;
 - frecuencia;
 - período.
- El valor eficaz (valor cuadrático medio) de una señal de CA sinusoidal da la tensión de CC equivalente que tiene el mismo efecto. Para sustituir una fuente de alimentación de CA, que tiene una tensión eficaz de 12 V, podrías utilizar una fuente de 12 V CC en su lugar.
- Los valores eficaces y de pico de una señal de CA sinusoidal están relacionados mediante la relación
$$\text{Valor pico} = \text{valor eficaz} \times \sqrt{2}$$

Ajustes típicos del osciloscopio:

Timebase - 1ms/div (X multiplier x1)

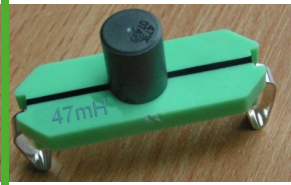
Voltage range - Input A - $\pm 5V$ DC (Y multiplier x1) Input B - Off

Trigger Mode - AutoTrigger Channel - Ch.A

Trigger Direction - RisingTrigger Threshold - 10mV

Ficha 12

Inductores y CA



Las resistencias se oponen a las corrientes eléctricas. Los inductores se oponen a los cambios de las corrientes eléctricas, pero el mecanismo es diferente.

Una corriente eléctrica que circula por el inductor crea un campo magnético.

Aumentar la corriente significa aumentar el campo magnético, y eso toma energía de la corriente, oponiéndose al aumento. Reducir la

Reducir la corriente significa reducir el campo magnético, lo que libera energía que intenta mantener la corriente.

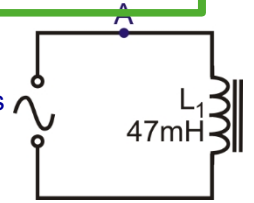
Los inductores se comportan como volantes de inercia en un eje giratorio. Su momento angular intenta

mantener el eje girando a la misma velocidad. Cuando el eje empieza a disminuir su velocidad, la energía almacenada en el volante trata de mantenerlo en marcha.

Cuando el eje intenta acelerar, el volante de inercia requiere energía para acelerarlo, por lo que el volante parece resistirse al cambio.

- Te toca a ti:
- Conecte un inductor de 47mH en serie con un generador de señal, como se muestra en el diagrama del circuito.
- Utilice eslabones de conexión adicionales para poder medir la corriente en el punto **A**.
- Retire la conexión en **A** y conecte en su lugar un multímetro configurado para leer hasta 20 mA **CA**.
- Ajuste el generador de señales para que emita una frecuencia de 50 Hz, con una amplitud suficiente para producir una corriente medible.
- Registra la corriente que circula por el punto **A** en una tabla como la siguiente.
- Retire el multímetro y sustituya la conexión **A**.
- Configura el multímetro para que lea tensiones de **CA** de hasta 20 V y conéctalo en paralelo con el inductor.
- Registra la tensión en la tabla.
- Cambia ahora la frecuencia de la fuente de alimentación a 100 Hz y repite las mediciones. Anótalas en la tabla.
- Haz lo mismo para las frecuencias de 1kHz (1 000Hz) y 10kHz (10 000Hz). De nuevo, anota estas mediciones en la tabla.

dor de
señales



Frecuencia	Corriente I	Tensión V
50 Hz		
100 Hz		
1kHz		
10 kHz		

Ficha 12

Inductores y CA



¿Y qué?

- Las resistencias se comportan de una manera sencilla, según la Ley de Ohm. Si se duplica la corriente que pasa por la resistencia, se duplica la tensión que cae a través de ella, y así sucesivamente.
La relación entre la tensión y la corriente se denomina resistencia.
- Los inductores son más complicados. Si se duplica la *velocidad de cambio de* la corriente que lo atraviesa, se duplica la tensión que cae a través del inductor, y así sucesivamente.
La relación entre la tensión y la cambio de corriente se denomina **inductancia L**.
- Cuanto mayor sea la frecuencia de la corriente alterna, más rápido cambiará la corriente y, por tanto, mayor será el
caída de tensión en el inductor. En otras palabras, la caída de tensión depende de la frecuencia de la alimentación de CA. Esto **no** ocurre con las resistencias puras, en las que la frecuencia no tiene ningún efecto.
- Describimos este comportamiento en términos de **reactancia (inductiva), X_L** , definida, del mismo modo que la resistencia, como **$X_L = V / I$** . En consecuencia, las unidades de reactancia son ohmios.
- La reactancia inductiva mide la oposición del inductor al cambio de corriente. Cuanto mayor sea la frecuencia, **f**, mayor será la variación de la corriente. De hecho, la fórmula de la reactancia inductiva es: **$X_L = 2 \pi f L$**
- Utilizando tus mediciones, calcula la X_L , a partir de la fórmula: $X_L = V / I$ y compáralo con el valor calculado utilizando $X_L = 2 \pi f L$ donde $L = 47\text{mH}$.
- Realiza esos cálculos y rellena una tabla como la siguiente con tus resultados:

Frecuencia	Reactancia inductiva $X_L = V / I$	Reactancia inductiva $X_L = 2 \pi f L$
50 Hz		
100 Hz		
1kHz		
10 kHz		

Para que lo sepas:

- La oposición de un inductor a las corrientes cambiantes se denomina reactancia inductiva, X_L , dada por la fórmula: $X_L = 2 \pi f L$ donde f es la frecuencia de la señal de CA, y L es la inductancia del inductor.
- También se puede obtener a partir de la fórmula $X_L = V / I$, donde V e I son la tensión y la corriente eficaces respectivamente.
- La inductancia se mide en una unidad llamada henrio, (H) y la reactancia en ohmios.
- Completa lo siguiente:

Cuando se duplica la frecuencia de CA, la reactancia inductiva es

•

Ficha 13

Condensadores y CA



Una corriente eléctrica crea un campo *magnético* en el interior de un inductor. Este se opone entonces a los cambios de *corriente eléctrica*.

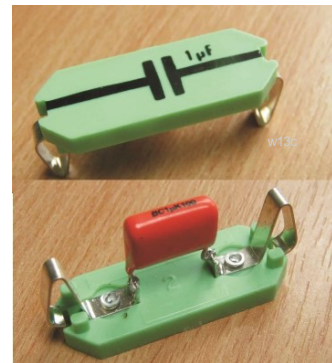
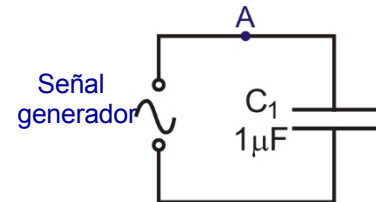
Una corriente eléctrica crea un campo eléctrico a través de las placas de un condensador. Esto se opone a los cambios en la *tensión aplicada al condensador*. Para que la tensión pueda aumentar, los electrones deben fluir hacia las placas del condensador,

aumentando el campo eléctrico. Esto requiere energía. Cuando la tensión intenta disminuir, los electrones fluyen fuera de las placas, reduciendo el campo eléctrico. Estos electrones intentan mantener la tensión en el condensador.

Los condensadores se comportan como cubos en un circuito de agua. Deben llenarse antes de que fluya agua por ningún otro punto del circuito. Cuando el caudal de agua empieza a descender, el exceso de agua fluye desde el cubo, intentando mantener el caudal.

Te toca a ti:

- Conecta un condensador de $1\mu\text{F}$ en serie con un generador de señales, como se muestra en el esquema del circuito.
- Utilice eslabones de conexión adicionales para poder medir la corriente en el punto **A**.
- Retire la conexión en **A** y conecte en su lugar un multímetro configurado para leer hasta 20 mA **CA**.
- Ajuste el generador de señales para que emita una frecuencia de 50 Hz, con una amplitud suficiente para producir una corriente medible.
- Registra la corriente que circula por el punto **A** en una tabla como la siguiente.
- Retire el multímetro y sustituya la conexión **A**.
- Configura el multímetro para que lea tensiones de **CA** de hasta 20 V y conéctalo en paralelo con el condensador.
- Registra la tensión en la tabla.
- Cambia ahora la frecuencia del generador de señales a 100 Hz y repite las mediciones. Anótalas en la tabla.
- Haz lo mismo para las frecuencias de 1kHz (1 000Hz) y 10kHz (10 000Hz). De nuevo, anota estas mediciones en la tabla.



Frecuencia	Corriente I	Tensión V
50 Hz		
100 Hz		
1kHz		
10 kHz		

Ficha 13

Condensadores y CA



¿Y qué?

- En el caso de las resistencias, cuando se duplica la *corriente que* las atraviesa, se duplica la tensión que cae a través de ellas, y así sucesivamente. En el caso de los inductores, al duplicar la *tasa de variación* de corriente a través del inductor, se duplica la tensión que cae a través de él, y así sucesivamente.
- Los condensadores se oponen a una *tensión* cambiante. Cuanto más rápida es la *variación de la tensión*, mayor es la corriente que debe circular para cargar o descargar el condensador. Cuanto mayor sea la frecuencia de la CA, más rápido cambia la *tensión* y, por tanto, mayor es la corriente que circula por el circuito. En otras palabras, la corriente depende de la frecuencia de la alimentación de CA.
- Describimos este comportamiento en términos de **reactancia capacitiva, X_C** , definida, del mismo modo que la resistencia, como **$X_C = V / I$** . Como antes, las unidades de reactancia son ohmios.
- La reactancia capacitiva mide la oposición del condensador al cambio de corriente. Cuanto mayor sea la frecuencia **f** , mayor será el cambio de tensión y mayor el flujo de corriente. La fórmula de la reactancia capacitiva es **$X_C = 1 / (2 \pi f C)$**
- Los condensadores son el reflejo de los inductores. A medida que aumenta la frecuencia de la alimentación de CA, un inductor ofrece más oposición (es decir, la reactancia inductiva aumenta y la reactancia inductiva aumenta) la corriente disminuye) mientras que un condensador ofrece menos oposición, (es decir, la reactancia capacitiva disminuye, y la corriente aumenta).
- Utilizando tus medidas, calcula la X_C , utilizando ambas :

$$X_C = V / I \quad \text{y} \quad X_C = 1 / (2 \pi f C) \quad \text{donde } C = 1\mu\text{F}.$$

- Realiza esos cálculos y rellena una tabla como la siguiente con tus resultados:

Frecuencia	Reactancia capacitiva $X_C = V / I$	Reactancia capacitiva $X_C = 1 / (2 \pi f C)$
50 Hz		
100 Hz		
1kHz		
10 kHz		

Para que lo sepas:

- La oposición de un condensador al cambio de tensión se denomina reactancia capacitiva, X_C , dada por la fórmula: $X_C = 1 / (2 \pi f C)$ donde f es la frecuencia de la señal de CA, y C es la capacitancia.
- También se puede obtener a partir de la fórmula $X_C = V / I$, donde V e I son la tensión y la corriente eficaces respectivamente.
- La capacitancia se mide en faradios (F), aunque, en la práctica, esta unidad es demasiado grande: la mayoría tienen valores dados en microfaradios (μF).
- Completa lo siguiente:

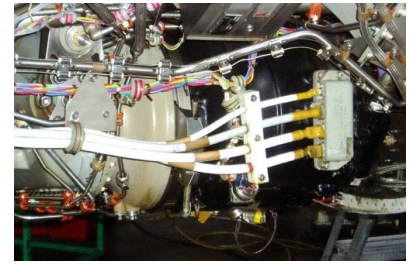
Cuando se duplica la frecuencia de CA, la reactancia capacitiva es

Ficha 14

Generar electricidad

Muchos componentes eléctricos, como el generador que se muestra aquí, se basan en la aplicación del electromagnetismo.

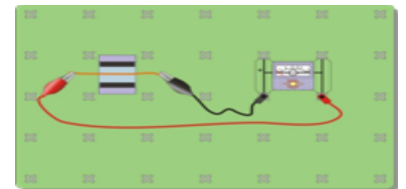
Para generar una emf se necesita un campo magnético, un hilo conductor y un movimiento relativo, como verás en esta investigación.



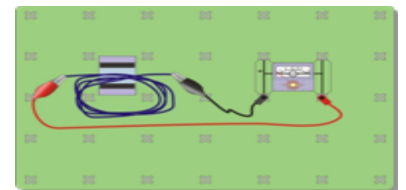
w14a

A su disposición (investigaciones opcionales):

- Coloca la disposición que se muestra en el diagrama. La cantidad de electricidad generada será ínfima. Podemos observarla (sólo) utilizando el módulo miliamperímetro Locktronics! Alternativamente, utilice un multímetro, ajustado a su escala de corriente continua más sensible. (Sin embargo, esto *muestra* la señal de entrada periódicamente. Si mueve el cable entre muestras, el medidor puede pasar por alto el evento, por lo que es posible que necesite varios intentos para obtener resultados continuantes).
- Mueve el cable hacia el campo magnético entre los imanes tan rápido como puedas. El movimiento debe ser perpendicular al campo magnético y a la longitud del cable. Ver la lectura del contador, al hacerlo.
- A continuación, invierte la dirección del movimiento, observando de nuevo el medidor para ver el efecto.
- Ahora sustituye el único hilo de alambre por una bobina de unas cincuenta vueltas. Puedes utilizar cinta adhesiva o un clip para sujetar las espiras juntos. El diagrama muestra una forma de hacerlo.
- Mueva la bobina arriba y abajo, dentro y fuera del campo magnético. Observe la lectura del medidor mientras lo hace.
- Observa el efecto de la velocidad de movimiento sobre la cantidad de electricidad producida.
- Para ver los efectos con mayor claridad, configure un osciloscopio para controlar la emf. generada. Conecte el hilo sencillo y luego la bobina a la entrada del osciloscopio.
(Los ajustes adecuados se indican en la sección siguiente).



w14b



w14c

Ajustes típicos del osciloscopio:

Base de tiempo 5s/div (multiplicador X x1)

Rango de tensión Entrada A $\pm 100\text{mV}$ CC (multiplicador Y x1)

Entrada B Apagada

Modo de disparo Auto **Canal de disparo** Canal A

Dirección de activación Ascendente **Umbral de disparo** 10 mV

Ficha 14

Generar electricidad



¿Y qué?

A partir de los resultados, la corriente y la tensión generadas tienen:

- una **magnitud** que depende de:
 - la velocidad de movimiento;
 - el número de cables presentes.
- una **polaridad** que depende de la dirección del movimiento.

Los resultados típicos pueden verse en trazas de osciloscopio como la que se muestra arriba. Los picos agudos indican impulsos de corriente generados al mover la bobina dentro del campo magnético. La banda inferior es ruido eléctrico. Una vez más, el muestreo influye. El sistema puede pasar por alto algunos picos porque se producen entre muestras. (Experimente con otros ajustes de la base de tiempos para intentar obtener resultados más fiables).

He aquí la física subyacente:

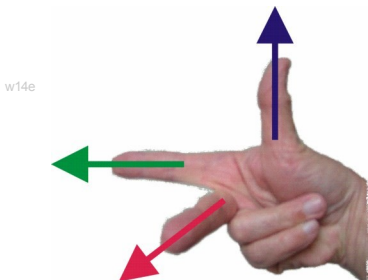
- Cuando el alambre se mueve en ángulo recto con respecto al campo magnético, los electrones se mueven con él.
- Cuando los electrones se mueven, generan un campo magnético.
- Esto interactúa con el campo de los imanes cerámicos, ejerciendo una fuerza sobre los electrones perpendicular a la dirección del movimiento y al campo magnético.
- Esta fuerza empuja los electrones de un extremo a otro del cable, generando una tensión y una corriente si existe un circuito eléctrico.
- El uso de una bobina de alambre aumenta el tamaño de la tensión y la corriente generadas porque cada giro en él se mueve dentro del campo magnético, y por tanto tiene electricidad generada en él. Efectos de todos estos giros se suman, aumentando la cantidad de electricidad generada.

Regla de la mano derecha de Fleming:

Fleming ideó una forma dolorosa de predecir la dirección del

corriente generada .

Realice **con la mano derecha** el gesto que se muestra en la imagen. Cuando el dedo índice apunta en la dirección del campo magnético (del polo norte al polo sur) y el **pulgar** apunta en la dirección del movimiento, el dedo **central** apunta en la dirección de la corriente resultante. Esto también se conoce como la *regla de la dinamo*.



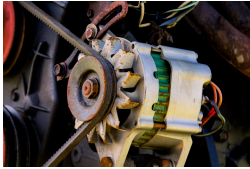
Para que lo sepas:

Utiliza los resultados de la investigación para responder a las siguientes preguntas:

- ¿Qué factores determinan la emf generada?
- ¿Cómo puedes predecir la polaridad de la emf generada?

Ficha 15

Generar electricidad: una mirada más cercana



La última ficha se centraba en la física de la generación de electricidad. En ésta se estudia cómo generar más electricidad y una aplicación importante.

En un coche, el sistema eléctrico obtiene su energía de una combinación de batería y el alternador. La salida del alternador se rectifica y regula. Se envía la energía eléctrica a las unidades periféricas, como los faros, y también mantiene cargada la batería de plomo-ácido.

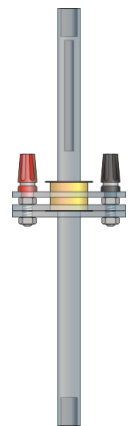
En algunos vehículos, el frenado por corrientes de Foucault utiliza los mismos principios para reducir la velocidad. Los vehículos sin depender del frenado por fricción.

A su disposición (investigaciones opcionales):

1. Generar más electricidad:

La cantidad de electricidad generada depende de factores como el número de vueltas del alambre y la velocidad de movimiento de un campo magnético a través de él. Esta investigación examina la electricidad generada cuando se deja caer un imán a través de una bobina de 400 vueltas, montada en un tubo de plástico transparente.

- Conecta el aparato de la ley de Faraday, que se muestra al lado, a un osciloscopio. Este se utiliza para controlar la generación de electricidad. Los ajustes típicos se indican en la sección de la parte inferior de la página.
- Deja caer el imán a través de la bobina y registra el resultado en el osciloscopio.
- Invierte el imán y vuelve a hacer lo mismo.



2. La magia de las corrientes de Foucault:

El kit de la ley de Lenz consta de un tubo de cobre y dos proyectiles de aspecto idéntico.

- Sujete el tubo de cobre en posición vertical.
- Suelta el primer proyectil por el tubo.
- Ahora suelta el segundo proyectil. ¿Cuál es la diferencia?
- Mira los dos proyectiles. Uno es un imán, el otro no. Averigua cuál es cuál: puede que necesites un objeto como un clip para ayudarte a decidir.
- ¿Cuál cayó más rápido? ¿Por qué?



Ajustes típicos del osciloscopio:

Base de tiempo 1s/div (multiplicador X x1)

Rango de tensión Entrada A $\pm 500\text{mV}$ CC (multiplicador Y x1) Entrada B Apagada

Modo de disparo Auto **Canal de activación** Canal A

Dirección de disparo Subiendo

Umbral de disparo 10 mV

Ficha 15

Generar electricidad: una mirada más cercana

¿Y qué?

Al lado se muestra un trazo típico de la primera investigación.

Los picos se producen por impulsos de corriente generados cuando el imán cae a través de la bobina. Estos son unas diez veces mayores que en la investigación anterior.

La naturaleza bipolar de los pulsos (por encima y por debajo del eje central,) es el resultado de la primera aproximación del imán a y luego se retira de la bobina, generando una corriente primero en un sentido y luego en el otro. Se trata de una demostración de la ley de inducción electromagnética de Faraday.

La magia de las corrientes de Foucault -

El proyectil no magnetizado hizo exactamente lo que se esperaba: caer por gravedad.

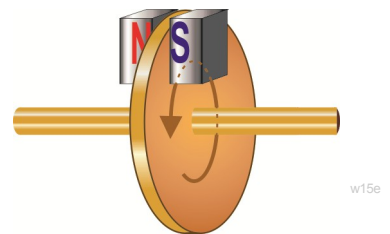
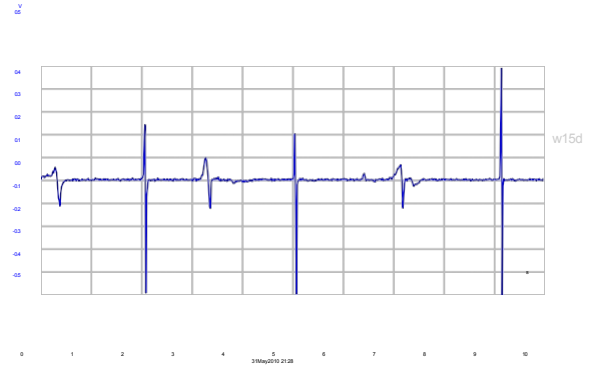
El imán cayó mucho más despacio. Su campo magnético en movimiento interactuó con el conductor, el tubo de cobre, y como resultado se generaron corrientes aleatorias. Éstas produjeron un campo magnético que se opuso al movimiento, ralentizándolo, tal como predice la ley de Lenz.

Este efecto se utiliza en los sistemas de frenado de algunos autobuses y trenes. Un disco fijado a las ruedas giratorias del vehículo se sitúa entre los polos de un electroimán. Por lo general, el disco giratorio no se ve afectado. Sin embargo, cuando el electroimán recibe energía, el campo magnético resultante induce corrientes de Foucault en el disco giratorio. A su vez, éstas producen un campo magnético que se opone al movimiento, ralentizando el disco y convirtiendo su energía de rotación en calor.

El efecto de frenado varía ajustando la corriente del electroimán. A medida que el disco giratorio se ralentiza, las corrientes parásitas inducidas disminuyen, reduciendo el efecto de frenado. De este modo, el vehículo se frena suavemente.

Para que lo sepas:

- Investigar la relación entre la velocidad de movimiento y la cantidad de electricidad producido utilizando el kit de la ley de Faraday.
- Escribe un relato, en menos de cincuenta palabras, para **explicar** a un colega lo que ocurrió en la demostración de la ley de Lenz.
- Utiliza Internet para informarte todo lo que puedas:
 - aplicaciones de la ley de Faraday de inducción electromagnética (como los calentadores de inducción)
 - - aplicaciones de la ley de Lenz (como la levitación magnética para el transporte.)
 - - Presenta tus resultados al resto de la clase en forma de exposición.



Ficha 16

Transformers

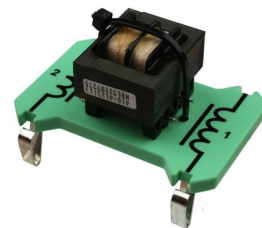


Una gran ventaja de generar electricidad en corriente alterna es que nos permite utilizar transformadores, con los que podemos elevar o reducir la tensión alterna a cualquier valor deseado.

Nuestro tratamiento del transformador lo vincula, en cuatro pasos, a los principios que conocimos anteriormente. Hemos visto que se genera una corriente eléctrica cuando un campo magnético se desplaza a través de un conductor.

En el transformador, el campo magnético en movimiento es producido por un electroimán alimentado con corriente alterna.

A continuación, se investiga un transformador simple hecho de dos bobinas con un "núcleo" que une el campo magnético de una bobina a la otra en lugar de ferrita para el núcleo



Te toca a ti:

Paso 1 - Desplazamiento del imán:

- Conecte una bobina de hilo a un osciloscopio. En la página siguiente se indican los ajustes típicos.
- Introduce un imán en la bobina y luego sácalo, observando el osciloscopio mientras lo haces.

Paso 2 - Desplazamiento de la bobina:

- Utilizando la misma disposición, mueve la bobina sobre el imán, mientras observas la traza.

Paso 3 - Electroimán, no imán:

- Ahora, sustituye el imán por un electroimán, hecho con una segunda bobina conectada a la fuente de alimentación de CC, ajustada a 3 V.
- Mueva la primera bobina sobre el electroimán, como en el paso 2, observando el efecto.
- Coloca la segunda bobina sobre la primera. Enciende y apaga el electroimán, observando el trazo al hacerlo.

Paso 4 - CA, no CC:

- Esta vez, el campo magnético móvil no se produce mediante el movimiento físico del imán o la bobina, sino utilizando un campo magnético alterno.
- Desconecte la fuente de alimentación DC del electroimán, y en su lugar conecte una señal con una amplitud de 3 V y una frecuencia de 300 Hz.
- De nuevo, coloca el electroimán encima de la primera bobina.
- Enciende el generador de señales y observa la traza.
- Baje un núcleo de ferrita por el centro de las dos bobinas y observe el efecto que produce. Ahora ¡tienen un transformador simple pero muy ineficiente!
- Observa el efecto de duplicar la amplitud de la alimentación del generador de señales.
- Explora qué ocurre si separas las dos bobinas o las unes con un material como el acero en lugar de ferrita para el núcleo.

Ficha 16

Transformers

¿Y qué?

Las imágenes muestran trazos típicos:

- la superior muestra los picos de corriente generados cuando el La alimentación de CC de la segunda bobina se conecta y desconecta.
- la inferior muestra la corriente generada cuando la segunda bobina está conectada a la alimentación de CA .

Ya se ha señalado que los ingredientes esenciales para generar electricidad son un imán, un trozo de alambre y el movimiento.

ment. La única diferencia aquí es que hemos sustituido el imán por un electroimán (segunda bobina), y hemos producido el movimiento utilizando un campo magnético alterno.

Una bobina, llamada **primario**, se alimenta con corriente alterna, y genera un campo magnético alterno. Éste se enlaza con la otra bobina, llamada secundaria. Como resultado, se genera una tensión alterna en el secundario. Este es el principio del transformador.

- La *intensidad* del campo magnético en el primario depende de factores como:
 - el número de vueltas de alambre de la bobina primaria
 - la corriente que circula por él, que, a su vez, depende de la tensión que se le aplique.
- La *tensión* generada en la bobina secundaria depende de factores como:
 - la intensidad del campo magnético generado por el primario
 - el número de vueltas de alambre de la bobina secundaria
 - la eficacia con la que el campo magnético del primario enlaza con él.

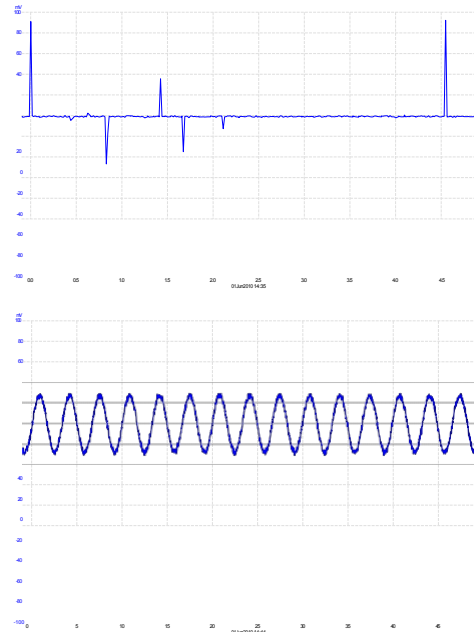
En otras palabras, la tensión generada en el secundario depende del número de espiras del primario y del número de espiras del secundario. La siguiente hoja de ejercicios explora esta relación.

Para que lo sepas:

- Copia el símbolo del circuito del transformador.
- Describe el papel que desempeña cada uno de los tres componentes del transformador:
 - la bobina primaria,
 - la bobina secundaria,
 - el núcleo.

Ajustes típicos del osciloscopio:

Base de tiempo 100ns
Rango de tensión 500mV DC (multiplicador Y x1)
Modo de disparo Ascendente
Dirección de disparo ascendente



Ficha 17

Transformadores prácticos

Los transformadores desempeñan un papel importante en muchas aplicaciones eléctricas y electrónicas, ya que permiten aumentar o reducir la tensión alterna hasta el valor deseado.

En esta hoja de trabajo se investiga el funcionamiento de un pequeño transformador, que tiene un núcleo de acero laminado, cuando se utiliza para el funcionamiento de reducción y, a continuación, de aumento.



w17a

Te toca a ti:

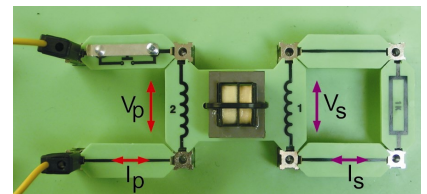
Transformador reductor:

En un transformador reductor, la bobina primaria, la que recibe la corriente alterna, tiene más vueltas de alambre que la secundaria, la que genera la tensión de salida del transformador.

Aquí utilizamos un transformador comercial con una relación de espiras de 2:1, lo que significa que una bobina tiene el doble de espiras que la otra. El primario será la bobina "2" y el secundario la bobina "1".

- Construya el sistema mostrado, que suministra energía a una carga 1k
- Conecte un generador de señales a la bobina '2' (primario). Utilice la salida de baja impedancia (normalmente 50 Ω). Ajustelo para que emita una onda sinusoidal con una frecuencia de 300 Hz y una amplitud de 6,0 V. (En caso de duda con su instructor).
- Conecte un multímetro digital, ajustado en el rango de tensión de 20 V CA, para medir la tensión V_P a través de la bobina primaria (la "2"), y luego V_S a través del secundario (la bobina "1").
- Ajuste el multímetro al rango de corriente alterna de 20mA, y conéctelo para sustituir el enlace de debajo del bobina '2', para leer la corriente primaria, I_P .
- Sustituya el eslabón de unión.
- Del mismo modo, mida la corriente, I_S , en la bobina secundaria.
- Anota todas las mediciones en la tabla.

Señal generador



Transformador elevador:

En un transformador elevador, la bobina primaria tiene menos espiras que la secundaria. En este caso, el primario será la bobina "1" y el secundario la bobina "2".

- El sistema es el mismo que el anterior, salvo que ahora el soporte del transformador está al revés.
- Conecte el multímetro para medir la tensión secundaria V_S . Ajuste la amplitud del señal del generador de señales hasta que V_S sea la misma que en la investigación anterior.
- Ahora mide y registra V_P , I_P e I_S .

Lectura	Paso a paso	Paso a paso
V_P		
V_S		
I_P		
I_S		

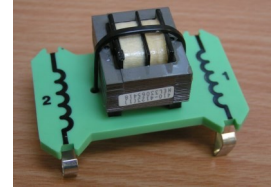
Ficha 17

Transformadores prácticos

¿Y qué?

En la última hoja de ejercicios se estudiaron los principios de los transformadores, pero el dispositivo final era muy poco eficiente. La imagen muestra una versión mejorada: dos bobinas, una al lado de la otra, como antes,

pero ahora unidas por un núcleo mucho más elaborado, que atraviesa el centro de las bobinas y envuelve también el exterior. El resultado es una conexión mucho más eficaz entre la bobina secundaria y el campo magnético generado en la primaria.



Lo que muestran los resultados:

- Observa la relación $V_P : V_S$ para los transformadores elevadores y reductores. La ecuación del transformador dice que, para un transformador ideal:

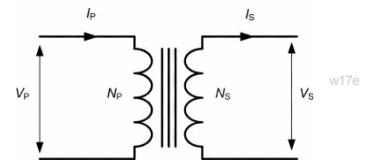
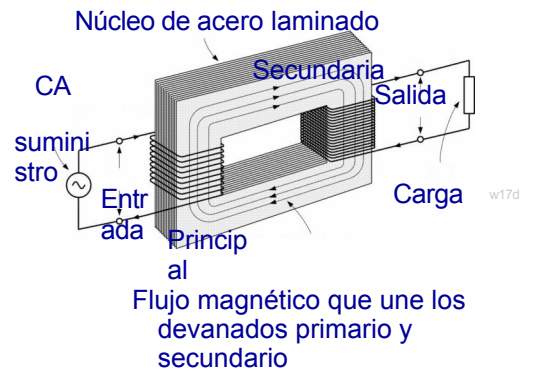
$$V_P / V_S = N_P / N_S$$

donde N_P y N_S son el número de vueltas en el primario y

bobinas secundarias respectivamente.

- A continuación, observe la relación $I_P : I_S$ de ambos transformadores. En términos generales:

- el transformador elevador "sube" la tensión (prácticamente la duplica) pero "baja" la intensidad - I_P , es mucho mayor que I_S .
- el transformador reductor "baja" la tensión, pero suministra la misma corriente secundaria para una corriente primaria mucho menor.
- Ambos transformadores suministraron la misma tensión, V_S , para la carga de $1k\Omega$, por lo que I_S , la corriente secundaria, debería haber sido muy similar.



La prueba de fuego:

¿Qué pasa con la potencia suministrada al primario en comparación con la potencia obtenida del secundario?

Utilizando la fórmula: Potencia = Corriente x Tensión:

Potencia entregada a la bobina primaria, $P_P = I_P \times V_P = \dots\dots\dots$ mW

Potencia suministrada por el secundario, $P_S = I_S \times V_S = \dots\dots\dots$ mW

Para un transformador ideal (100% de eficacia): $P_P = P_S$

$$\text{y } I_S / I_P = N_P / N_S$$

Para que lo sepas:

- Copia la ecuación del transformador y explica lo que significa, con palabras.
- Explique qué se entiende por "aumento" y "disminución" en el caso de los transformadores. Incluir el papel del número de vueltas de alambre, y especificar exactamente lo que se escala, y lo que se reduce en cada caso.

1. En un coche, una bombilla tiene una potencia nominal de 12 V y 48 W. Calcula:

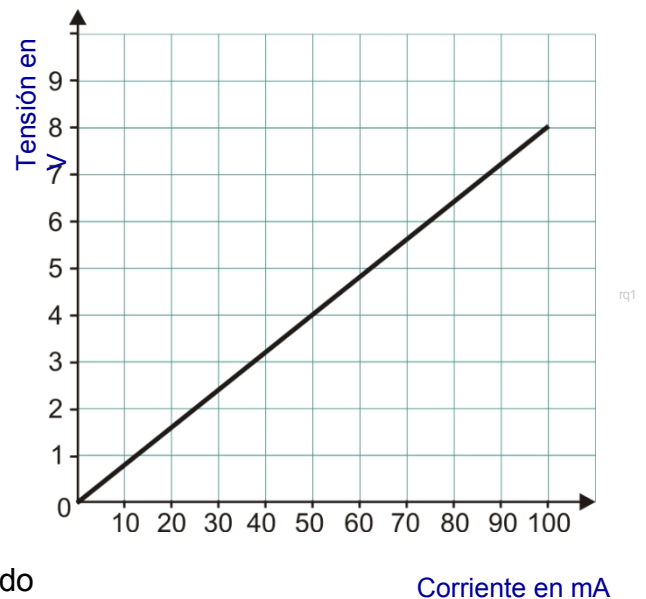
W. Calcula:

- (a) la energía liberada en la bombilla cada segundo;
- (b) la corriente que circula normalmente por la bombilla cuando está totalmente encendida;
- (c) el número de culombios que atraviesan la bombilla en 10s;
- (d) la energía que se pierde por cada culombio.

2. El gráfico muestra cómo varía la tensión a través de un componente cuando cambia la corriente que lo atraviesa.

Utilízala para responder a las siguientes preguntas:

- (a) ¿obedece a la ley de Ohm? ¿Cómo se sabe?
- (b) calcular la resistencia del dispositivo sometido a prueba.



3. Cuatro resistencias, A, B, C y D, se fabrican enrollando alrededor de un núcleo aislante. Se utiliza el mismo material para cada una. A continuación se muestran los detalles de cada resistencia.

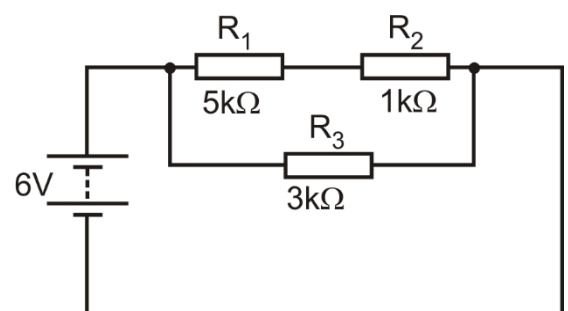
¿Cuál tiene mayor resistencia?

- A. Longitud del cable = 750mm; sección transversal = $0,01\text{mm}^2$
- B. Longitud del cable = 1000mm; área de la sección transversal = $0,01\text{mm}^2$
- C. Longitud del cable = 1000mm; área de la sección transversal = $0,01\text{mm}^2$
- D. Longitud del cable = 1250mm; área de la sección transversal = $0,005\text{mm}^2$

4. Calcular la resistividad de un material dado que una muestra de 2,0 m de longitud, con un área de sección transversal de $0,1\text{mm}^2$ tiene una resistencia de $2,0\Omega$.

5. Utiliza la ley de Ohm y las leyes de Kirchhoff para calcular:

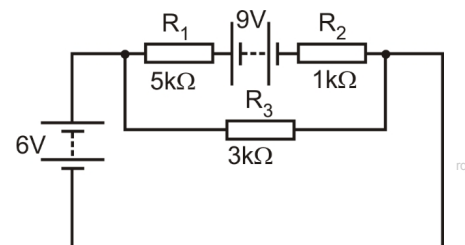
- (a) tensión a través de R_3 ;
- (b) corriente a través de R_3 ;
- (c) tensión a través de R_1 ;
- (d) corriente a través de R_1 ;
- (e) tensión a través de R_2 ;
- (f) corriente suministrada por la fuente de alimentación de 6V.



Preguntas de revisión

6. Utiliza la ley de Ohm y las leyes de Kirchhoff para calcular las siguientes magnitudes en el circuito que se muestra al lado:

- (a) tensión a través de R_3 ;
- (b) corriente a través de R_3 ;
- (c) tensión a través de R_1 ;
- (d) corriente a través de R_1 ;
- (e) tensión a través de R_2 ;
- (f) corriente suministrada por la fuente de alimentación de 6V.



7. ¿Cuál de los siguientes condensadores de placas paralelas, A, B, C o D, tiene la mayor capacitancia? A. Área de la placa = $0,2^2$ poliestireno; Cond B. Área de la placa = $0,8m^2$ separación de la placa = 2mm dieléctrico = poliestireno; Condensador C $1,2^2$ Área de la placa = $1,2^2$ separación de la placa = 6mm dieléctrico = poliestireno;

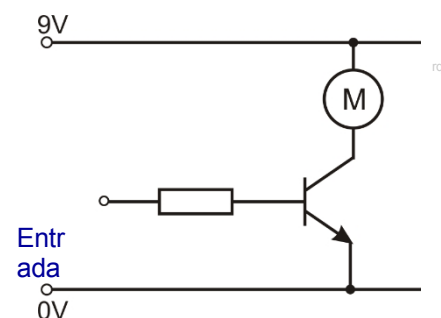
8. La siguiente tabla ofrece algunos datos sobre el almacenamiento de energía en condensadores. Completa las celdas en blanco.

Capacidad	Energía almacenada en J	Tensión a través de placas	Carga almacenada en C	Capacitancia en F
W	0.24		0.08	
X		12		0.0001
Y			0.2	0.01
Z	0.01	2		

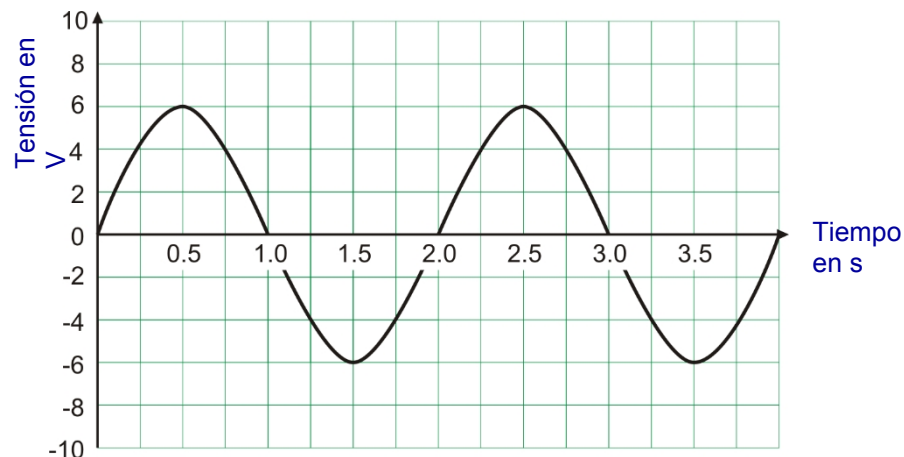
9. ¿Cuál de los siguientes condensadores, C, se cargará más rápidamente cuando se conecta a través de un resistor, R, a una fuente de alimentación de 12V CC?

Red-trabajo	C en μF	R en $k\Omega$
A	10	10
B	100	10
C	10	100
D	100	100

10. El esquema muestra un interruptor transistorizado que controla un motor. Añade un diodo para proteger el transistor contra la contrafase cuando se apaga.

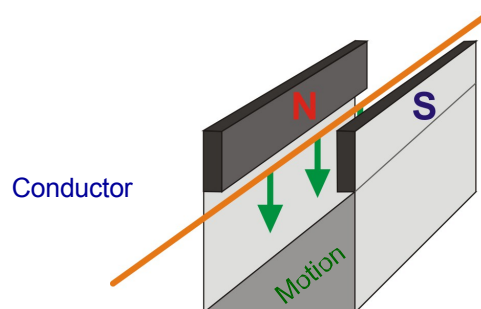


11.



Para la señal mostrada,

- (a) medida:
 - (i) la amplitud;
 - (ii) el periodo,
 - (b) Por lo tanto, calcula la frecuencia.
12. (a) Calcula la reactancia inductiva de un inductor de 10mH a una frecuencia de 300Hz.
(b) **Calcule** su reactancia a una frecuencia de 600 Hz.
13. (a) Calcula la reactancia capacitiva de un condensador de 10 μ F a una frecuencia de 300Hz.
(b) **Calcule** su reactancia a una frecuencia de 600 Hz.
14. Cuando el conductor del diagrama desciende hacia el campo magnético de las redes magnéticas, ¿en qué dirección circulará la corriente?



15. Un transformador tiene 300 espiras en su bobina primaria y 6000 vueltas en su secundaria. Se aplica al primario una señal alterna de amplitud 12V y frecuencia 50Hz. ¿Cuál es la amplitud de la señal en el secundario?