



## Renewable Power Systems



**matrix**  
CP7128  
[www.matrixtsl.co](http://www.matrixtsl.co)  
Copyright 2024 Matrix Technology Solutions Ltd

Ficha 1 - Comprobación de las baterías de plomo-ácido selladas	3
Ficha 2 - Carga de baterías de plomo-ácido selladas	5
Ficha 3 - Pruebas con células de ión-litio	7
Ficha 4 - Carga de las células de ión-litio	9
Ficha 5 - Construir pilas más grandes	11
Ficha 6 - Fallos de las pilas de iones de litio	16
Ficha 7 - Fallos de las baterías SLA	18
Ficha 8 - Gestión de la batería	19
Ficha 9 - Convertidores de tensión	23
Ficha 10 - Inversores de tensión	25
Ficha 11 - Paneles solares	26
Ficha 12 - Aerogeneradores	28
Ficha 13 - Rectificadores trifásicos	30
Ficha 14 - Utilizar la energía eólica para suministrar CA	32
Ficha 15 - Utilizar la energía solar para suministrar CA	34
Ficha 16 - Utilizar la energía solar para cargar pilas	36
Folleto para el alumno	37

# Ficha 1

## Pruebas de las baterías de plomo-ácido selladas

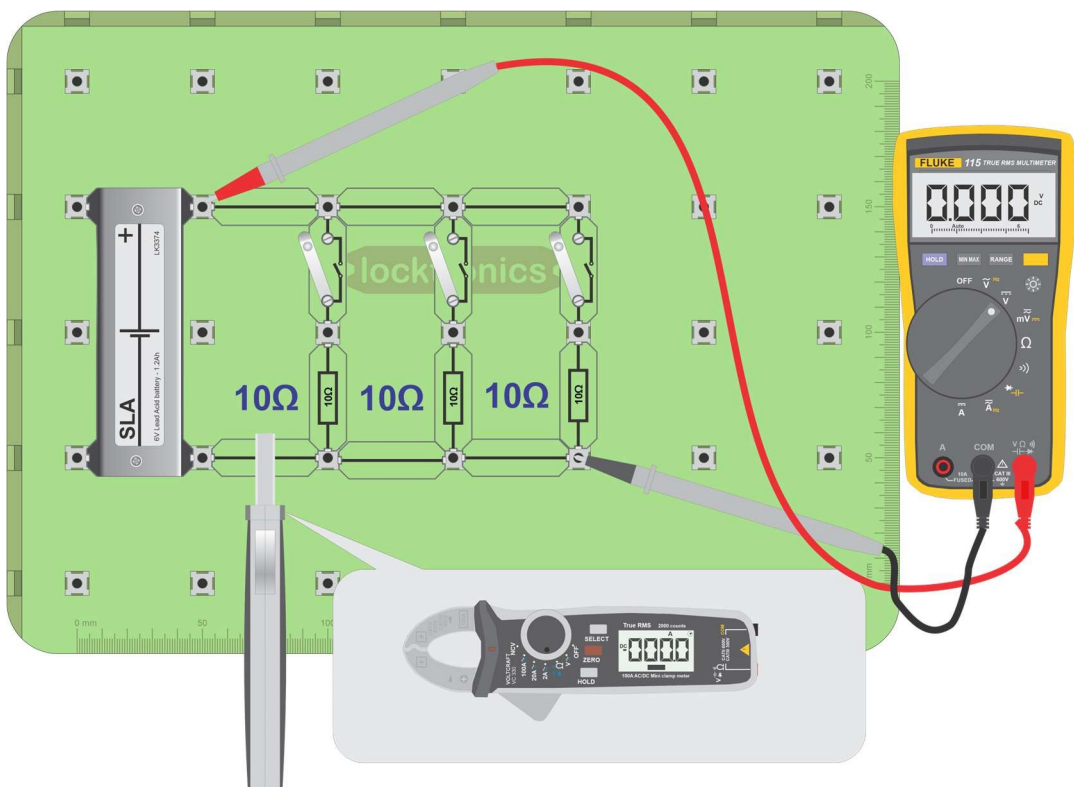
locktronics

Hay varias maneras de probar una batería, pero, en última instancia, la única forma segura es probar su capacidad de almacenamiento de energía.

Se trata de cargarlo y descargarlo, midiendo el consumo y la producción de energía.

La batería de plomo-ácido sellada (SLA) suministrada es pequeña, pero se comporta igual que las baterías de plomo-ácido más grandes que se encuentran en los vehículos.

La fotografía muestra un comprobador de baterías Voltcraft.



### Te toca a ti:

- Construye el circuito mostrado arriba pero deja los interruptores abiertos por ahora.
- Configura el multímetro para medir voltios CC.
- Configura la pinza amperimétrica para medir amperios de corriente continua y ponla a cero.
- Conectados como se muestra, los medidores miden la tensión y la corriente de salida de la batería.

# Ficha 1

## Pruebas de baterías de plomo-ácido selladas

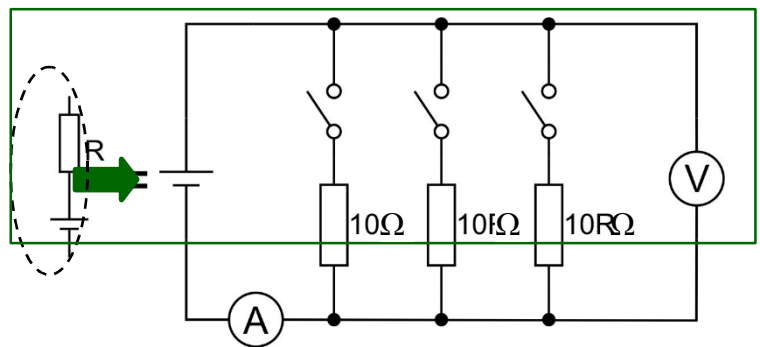
### Sobre usted continuó ...

- Mídelas y anótalas en la tabla del Student Handout.
- Cierre brevemente el primer interruptor y vuelva a medir la tensión y la corriente de salida.
- Cierra el segundo y luego el tercer interruptor, brevemente, y repite el proceso.
- Anota todas las lecturas en el Student Handout.

### ¿Y qué?

- Has fabricado un comprobador de baterías y lo has utilizado para medir elementos del rendimiento de la batería SLA. El esquema de este comprobador se muestra al lado.

- Las pilas son más complejas de lo que parece. Para entender su comportamiento, es útil pensar en ellas como una combinación de una pila y una resistencia en serie, **R**.



- **R** se denomina "resistencia interna".

- En el caso de las pilas de plomo-ácido, la resistencia interna de una pila aumenta cuando el "estado de carga" de la pila se reduce. *carga'* (SOC) es baja y a medida que la batería envejece.
- Muchos comprobadores sencillos de baterías de plomo-ácido muestran los efectos de esta resistencia interna.
- A medida que aumenta la resistencia interna, más tensión cae a través de ella y la tensión de salida de la batería cae finalmente por debajo de un nivel aceptable.

### Otra vez para ti:

- Utilizando el mismo circuito con todos los interruptores abiertos, mide la tensión de salida inicial.
- Cierre dos interruptores y mida la tensión y la corriente de salida de la batería.
- Repita este proceso después de cinco minutos y después de diez minutos.
- Anota tus resultados en la tabla del Manual del alumno.

### ¿Y qué?

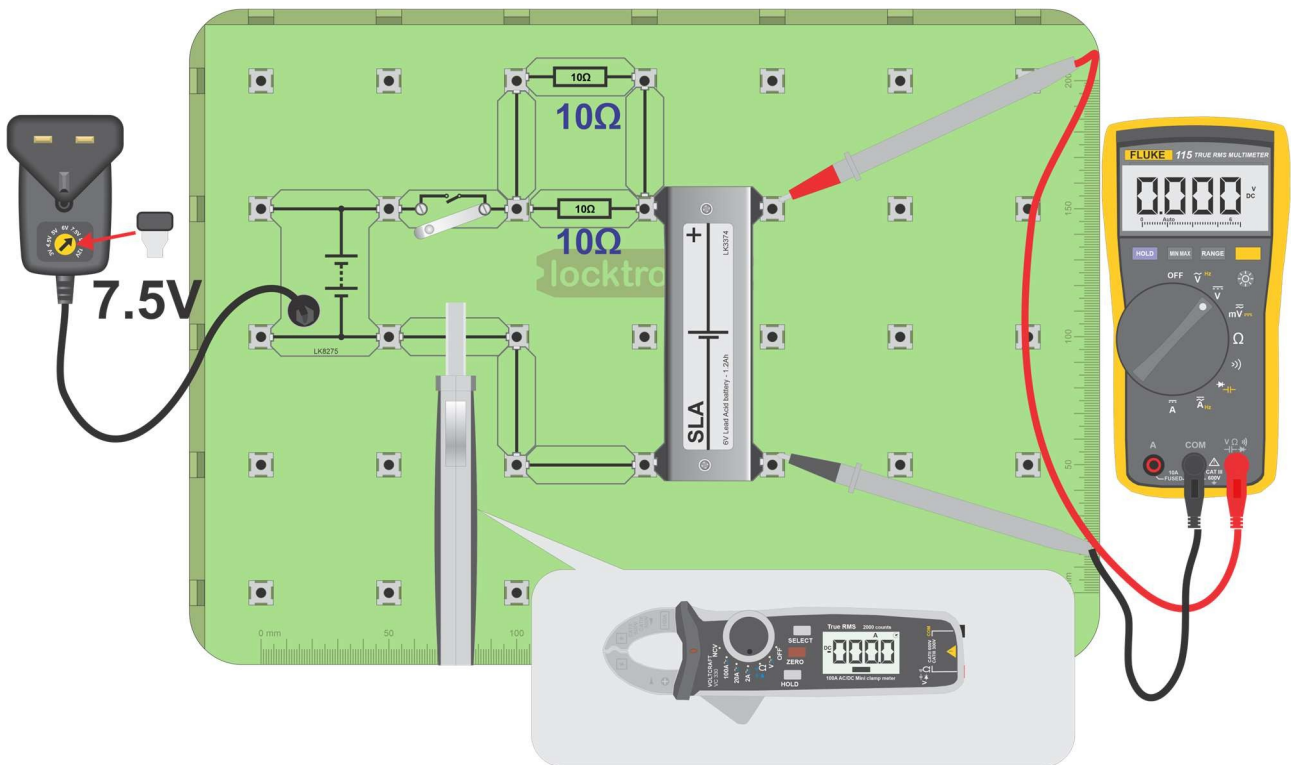
- La capacidad energética de la batería, *C*, indica cuánta energía puede almacenar. Se mide en unidades denominadas "amperios hora" (Ah). Esta batería tiene una capacidad nominal de '6V 1,2Ah', lo que significa que, cuando está totalmente cargada, debería suministrar una corriente de aproximadamente 1,2A a 6V durante 1 hora.
- Como regla general, si esta batería está completamente cargada, cuando consumes 1,2A durante 10 minutos (es decir, dos interruptores cerrados) la batería probablemente sea satisfactoria si el voltaje se mantiene por encima de 5,5V.
- La simple medición de la potencia en vacío no es una prueba suficiente para las baterías de plomo-ácido.
- El uso de una prueba de carga rápida y sencilla, como la anterior, permite afirmar cierto grado de certeza que una batería es satisfactoria.
- La única forma real de probar una batería con un 100% de certeza es descargarla, cargarla completamente y, a continuación, descargarla asegurándose de que suministra la corriente nominal durante el tiempo nominal.

# Ficha 2

## Carga de baterías de plomo-ácido selladas



El alternador del coche carga continuamente la batería de plomo y, al mismo tiempo, su potencia es utilizada por el sistema eléctrico del coche. Al igual que cuando se comprueban las baterías de plomo, el proceso de carga correcto es más complejo de lo que puede parecer a primera vista. La corriente necesaria y El tiempo de carga depende del SOC inicial de la batería. Para esta batería SLA, un método recomendado es cargarla al 10% de su amperaje nominal durante 24 horas. La capacidad en amperios hora de la SLA utilizada aquí es de 1,2 Ah, lo que implica una corriente de carga de 0,12 A durante 24 horas. La fotografía muestra un cargador de baterías de garaje.



### Te toca a ti:

- Construye el circuito que se muestra arriba.

# Ficha 2



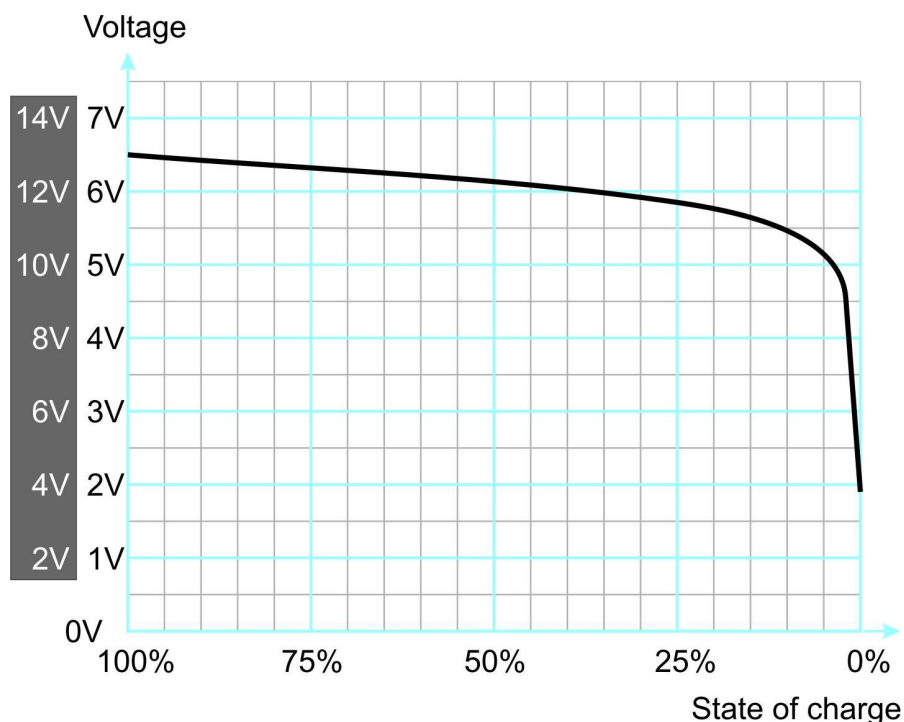
## Carga de baterías de plomo-ácido selladas

### Continuamos...

- Mida la tensión inicial de la batería con el interruptor abierto.
- Cierra el interruptor.
- Mida la corriente de carga de la fuente de alimentación y la tensión de la batería.
- Transcurridos cinco minutos, vuelva a anotar la tensión de la batería y la corriente de carga.
- Abra brevemente el interruptor y mida de nuevo la tensión en circuito abierto.
- Cierre el interruptor y continúe cargando la batería.
- Después de diez minutos, y después de 15 minutos, repita este proceso.
- Completa la tabla del Student Handout con tus medidas.

### ¿Y qué?

- A medida que aumenta el *estado de carga (SOC)*, aumenta la tensión de circuito abierto de la batería. (Puede resultar difícil apreciar un gran cambio en tan poco tiempo).  
Este voltaje también cambiará a medida que la batería se asiente una vez finalizada la carga.
- Con una fuente de alimentación de tensión simple, como la que se utiliza aquí, la corriente se reduce a medida que aumenta el SOC. (Las baterías SLA son bastante robustas y soportan cargas erráticas como ésta).
- El gráfico muestra los voltajes SOC típicos para baterías SLA de 6V y 12V.
- Muestra cómo cambia el SOC con el voltaje de la batería y puede utilizarse para predecir el SOC a partir del voltaje de la batería.
- En la práctica, una batería SLA de 12 V suele dar una tensión de salida de unos 12,7 V y una batería SLA de 6 V, de unos 6,4 V.



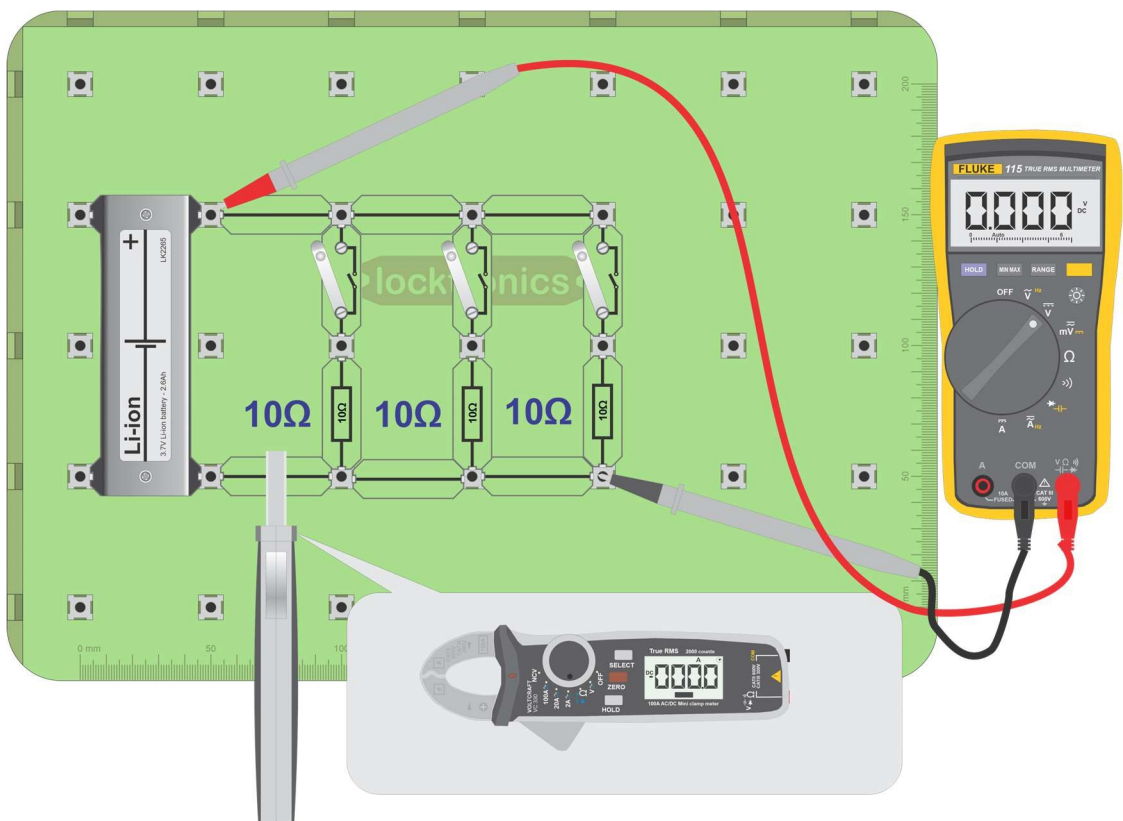
# Ficha 3

## Pruebas de células de iones de litio



En la práctica, las baterías de iones de litio (Li-ion) están formadas por un gran número de "celdas". Comprobar toda la batería es difícil, por lo que el sistema de gestión de baterías controla cada celda o grupo de celdas por separado.

La fotografía muestra el interior de una batería Tesla con cientos de pequeñas celdas de iones de litio idénticas a las de su kit. Se conocen como pilas "18650". En el kit, están alojadas en una caja metálica porque pueden incendiarse o explotar si se maltrata..



**No descargue las pilas por debajo de 3,2 V.**

### Te toca a ti:

- Construye el circuito que se muestra arriba, pero deja los interruptores abiertos por ahora.

# Ficha 3

## Pruebas de células de iones de litio



### Te toca a ti:

- Configure el multímetro para medir voltios CC.
- Configura la pinza amperimétrica para medir amperios CC y ponla a 'cero'.
- Mida la tensión y la corriente de salida de la batería como se muestra.
- Cierre brevemente el primer interruptor y vuelva a medir la tensión y la corriente de salida.
- Cierra el segundo y luego el tercer interruptor, brevemente, y repite el proceso.
- Anota todas las lecturas en el Student Handout.

### ¿Y qué?

Deberías haber notado dos diferencias obvias entre las baterías Li-ion y SLA:

- su tensión de salida es muy diferente: unos 3,7 V para la célula de ión-litio frente a unos 6,3 V para la batería SLA;
- Las celdas de iones de litio tienen una resistencia interna mucho menor que las baterías SLA, lo que les permite suministrar una potencia enorme para su pequeño volumen.

# Ficha 4

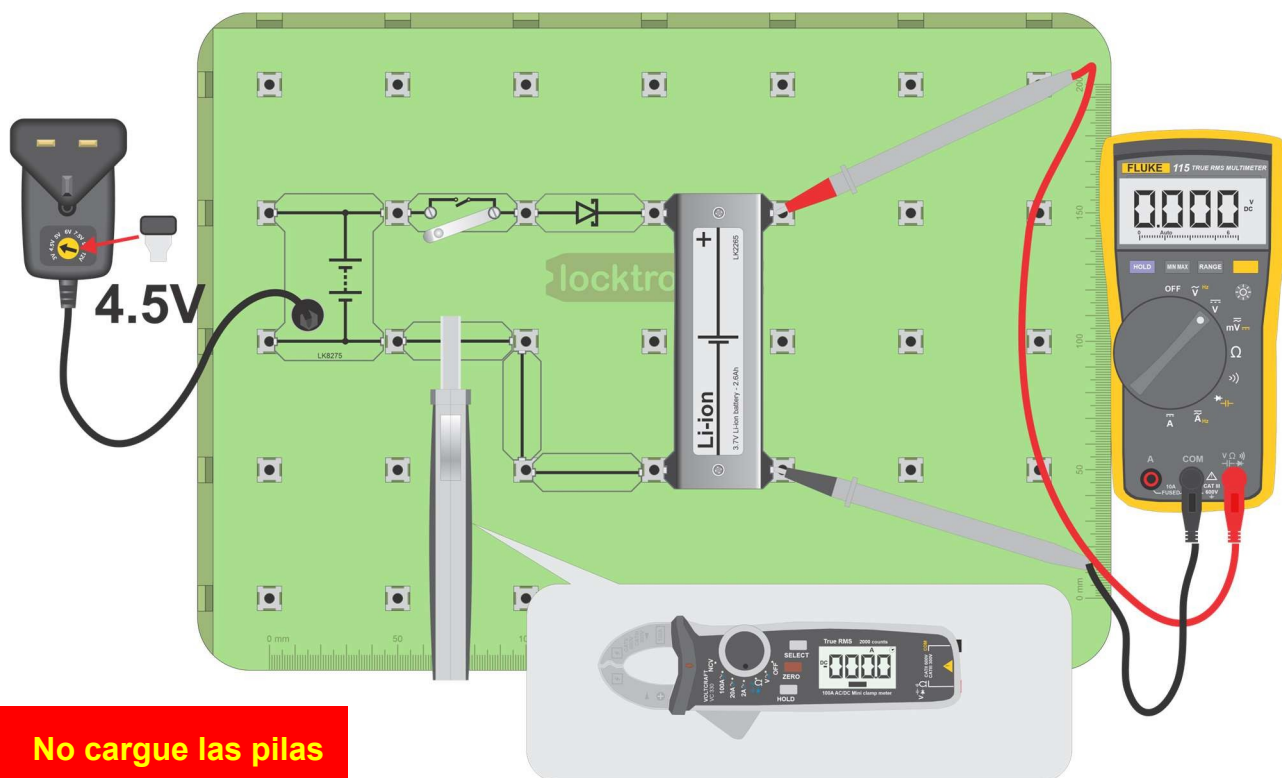
## Carga de células de ión-litio



Las pilas convierten la energía química en energía eléctrica y viceversa. Pueden cargarse de varias formas: lentamente con una carga lenta o rápidamente con una carga rápida.

El tiempo de carga es cada vez más importante, ya que la necesidad de recargar los coches a mitad de viaje se convierte en una necesidad.

La fotografía muestra una célula de batería Tesla 2170.



**No cargue las pilas a más de 4,2 V.**

### Te toca a ti:

- Construye el circuito que se muestra arriba.
- El circuito anterior suministra unos 4,1 V a la batería de ión-litio. Comprueba el voltaje con tu medidor.

**Precaución: si maltratas las baterías de iones de litio pueden incendiarse. No utilices otro cargador que no sea el suministrado con este kit y asegúrate de utilizar el voltaje correcto y el diodo Schottky en serie.**

# Ficha 4

## Carga de células de ión-litio



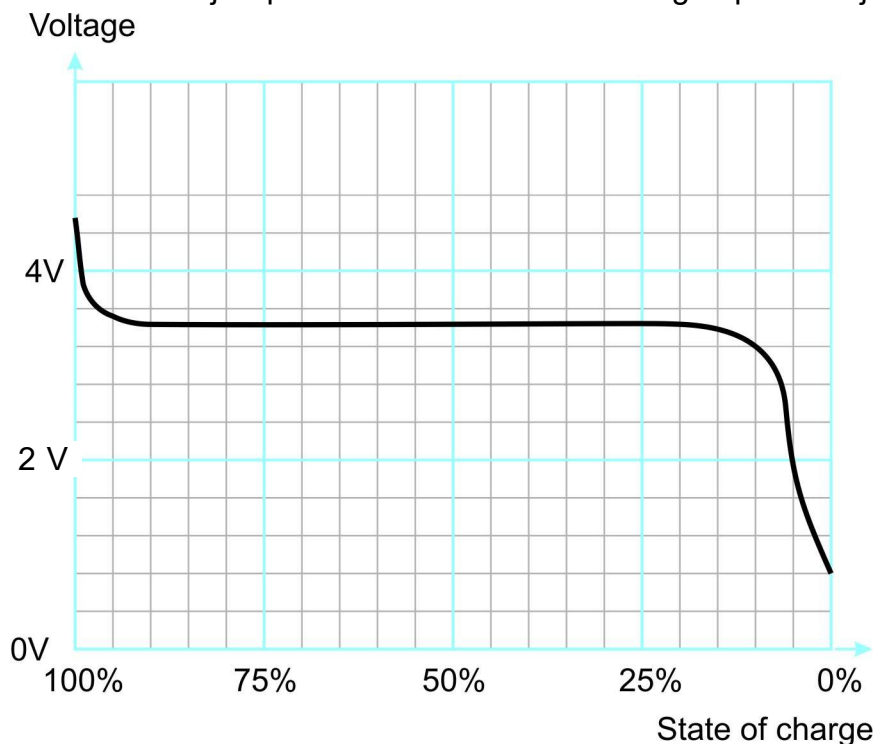
### Continuamos...

- Mida la tensión de salida inicial con el interruptor abierto.
- Cierra el interruptor.
- Mida la corriente de carga de la fuente de alimentación y la tensión de la batería.
- Transcurridos cinco minutos, vuelva a anotar la tensión de salida y la corriente de carga.
- Abra brevemente el interruptor y mida de nuevo la tensión en circuito abierto.
- Cierre el interruptor y continúe cargando la batería.
- Después de diez minutos, y después de 15 minutos, repita este proceso.
- Completa la tabla del Student Handout con tus medidas.

### ¿Y qué?

- Los resultados dependen del estado de carga de la célula.
  - En general, la tensión de salida de una célula de ión-litio varía menos con el SOC que la de una batería SLA.
  - El gráfico muestra la variación típica de la tensión de salida con el SOC para las células de ión-litio.
  - Con un SOC alto, la tensión de salida puede llegar a 4,5 V.
  - En la sección media, la curva es muy plana, en torno a los 3,7 V.
- Esto hace imposible deducir el estado de carga sólo a partir de la tensión.
- El voltaje cae en picado en el último 10% del SOC.

En la práctica, no debemos dejar que las células de ión-litio caigan por debajo del 20% del SOC.



# Ficha 5

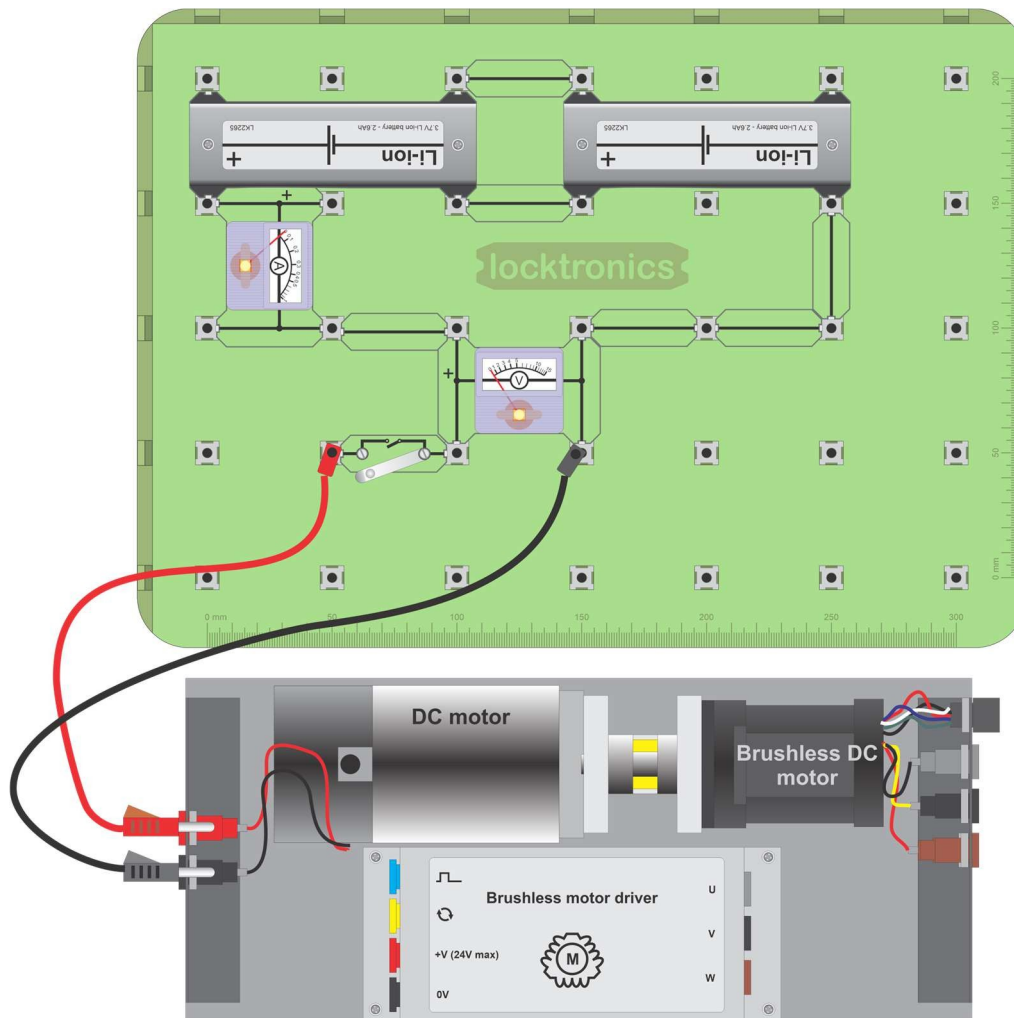
## Construir baterías más grandes



Las baterías más grandes se fabrican conectando baterías más pequeñas en series y/o en paralelo.

Por ejemplo, la batería de un coche Tesla se compone de 7.000 baterías 18650 como la de tu mochila. La Tesla Powerwall utiliza las mismas baterías.

La fotografía muestra un Tesla powerwall.

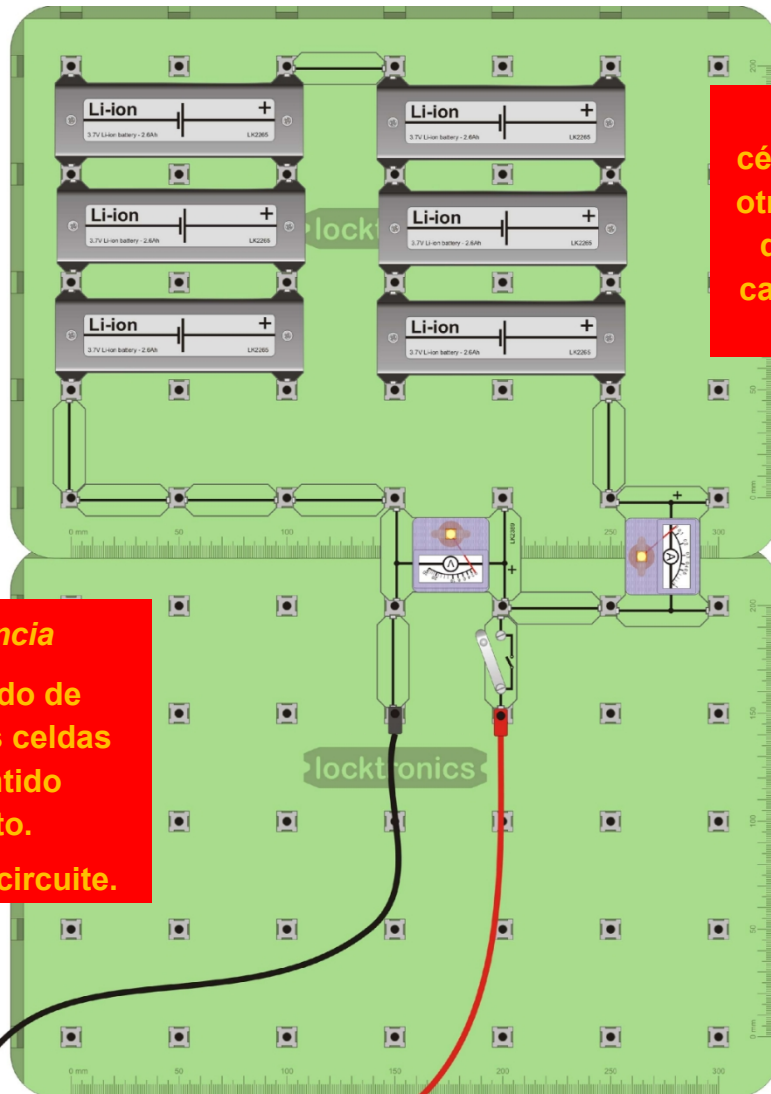


### Te toca a ti:

- Utilizando dos pilas SLA de 6V, construye el esquema que se muestra arriba.
- Cierre el interruptor: el par motor de CC/motor sin escobillas acoplado debe girar.
- Mide la tensión y la corriente de salida de la batería y anótalas en el Student Handout.
- Calcula la potencia suministrada al motor.

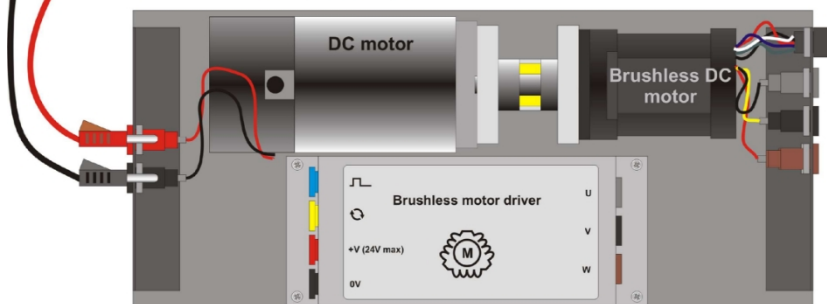
# Ficha 5

Construir baterías más grandes



Intente colocar las células en paralelo con otras de voltaje similar: de lo contrario, sólo cargará una célula con otra.

**Advertencia**  
Ten cuidado de conectar las celdas en el sentido correcto.  
No los cortocircuite.



## Sobre usted continuó ...

- Utiliza seis celdas de Li-ion, dos juegos de tres, para construir la batería que se muestra arriba.
- De nuevo, mide la tensión y la corriente de salida de la batería y calcula la potencia de salida.
- Anota todos los resultados en el Student Handout.

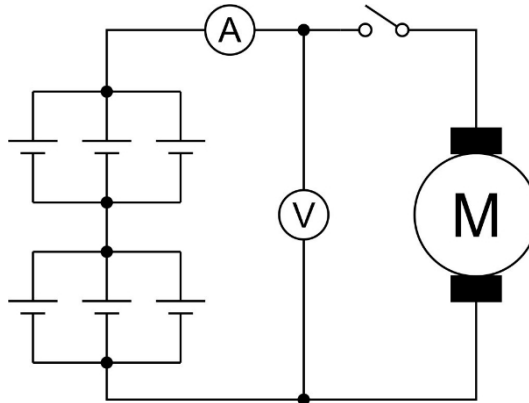
# Ficha 5

## Construir baterías más grandes



### ¿Y qué?

- El circuito que has construido se muestra en el siguiente diagrama. Se conoce como batería "2 por 3" o, simplemente, batería 2,3, lo que significa que está formada por dos conjuntos de tres celdas en paralelo, conectadas en serie. La tensión de salida es el doble de la tensión de la célula, es decir,  $2 \times 3,7 \text{ V} = 7,4 \text{ V}$ .



- La siguiente tabla muestra cómo calcular la potencia nominal de la batería más grande:

Tensión de la célula	A	3.7	V
Corriente nominal de cada célula	B	2.6	Ah
Células en paralelo	C	3	
Grupos de células en serie	D	2	
Potencia nominal combinada	$A \times B \times C \times D$	57.72	Wh

### ¿Y qué?

- La capacidad de voltaje y corriente de la batería puede modificarse simplemente cambiando el número de baterías en serie y en paralelo
- La potencia nominal de una batería es el voltaje multiplicado por la corriente nominal de una hora.
- Las baterías son escalables. Podemos referirnos a una batería de 2,3 como un "módulo". Luego podemos añadir otros módulos en serie y en paralelo para construir una batería aún mayor.

**Atención: ¡conecta las células en el sentido correcto!**

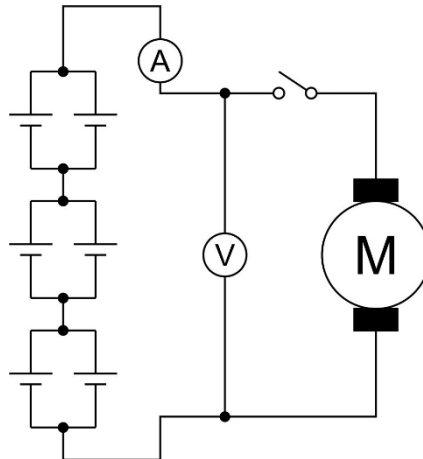
# Ficha 5

## Construir baterías más grandes

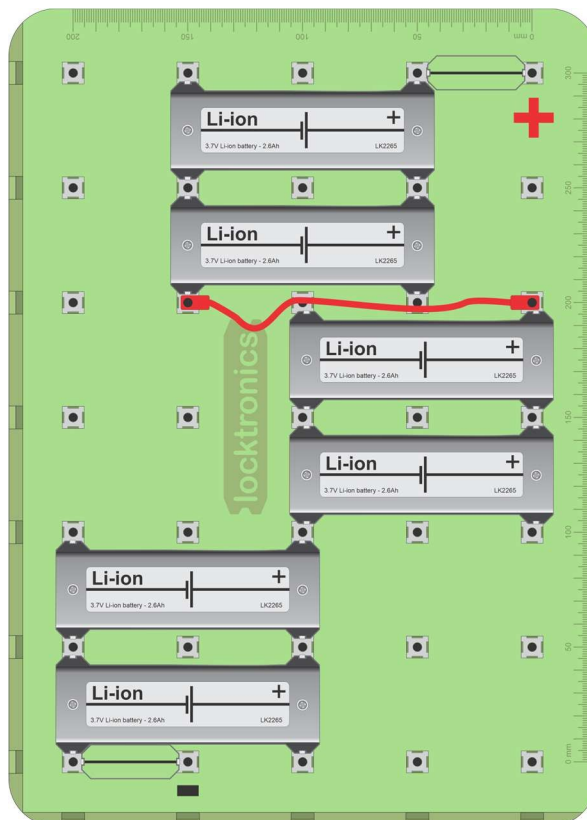


### Desafío 1:

- Construye el módulo de 3,2 pilas que se muestra en el circuito de abajo. Puedes utilizar el diagrama como ayuda.



- Mide la tensión y la corriente de salida del módulo de baterías y calcula la potencia suministrada al motor.
- Utiliza la pinza amperimétrica y el multímetro para mejorar la precisión.
- Anota todos los resultados en el Student Handout.
- Calcula la potencia nominal de la batería 3,2 utilizando la tabla del cálculo 2,3 anterior.



Un módulo de pilas 3,2

# Ficha 5

## Construir baterías más grandes

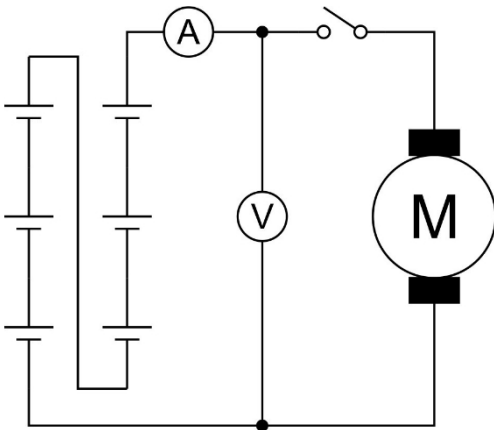


### Desafío 2:

- Construye el módulo de 6,1 pilas que se muestra en el siguiente circuito.

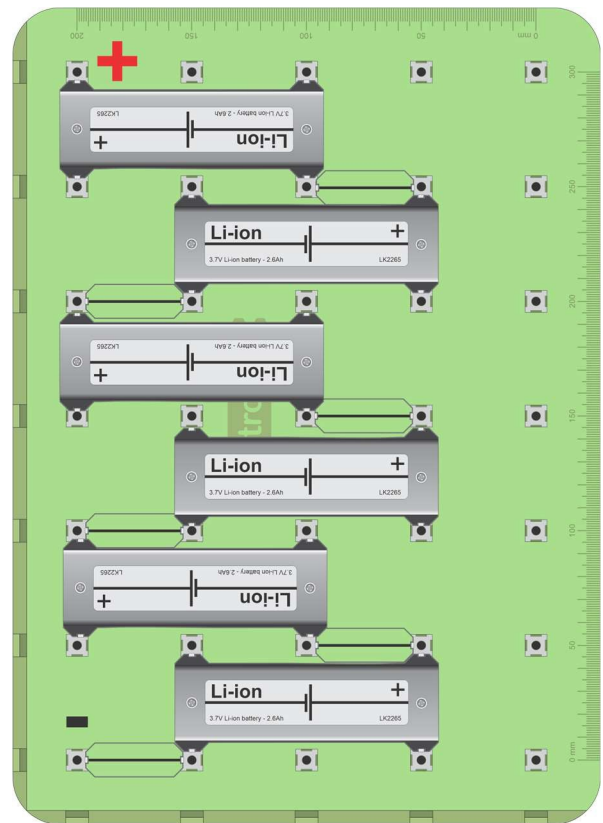
**Atención: ¡conecta las células en el sentido correcto!**

- Mide la tensión y la corriente de salida de la batería y calcula la potencia suministrada al motor.
- De nuevo, utiliza la pinza amperimétrica y el multímetro para mejorar la precisión.
- Anota todos los resultados en el Student Handout.
- Calcular la potencia de la batería 6,1



### ¿Y qué?

- Puedes construir baterías con diferentes voltajes de salida, corrientes y potencias variando el número de celdas y su configuración en serie/paralelo.
- Puedes mantener el montaje en su sitio, ya que lo utilizarás para los próximos experimentos.



### Reto 3:

Un pack de baterías del Tesla model S contiene 6.912 celdas "16850". Están dispuestas en dieciséis módulos, o ladrillos, cada uno de los cuales contiene 432 celdas dispuestas con 72 celdas en paralelo, 6 grupos de 72 baterías en serie.

- ¿Cuál es el voltaje de cada ladrillo?
- ¿Cuál es la tensión total de salida de la batería?
- ¿Cuál es la potencia total teórica, en vatios-hora, de toda la batería?
- Anota tus respuestas en el Student Handout.

# Ficha 6

## Fallos en las baterías de iones de litio

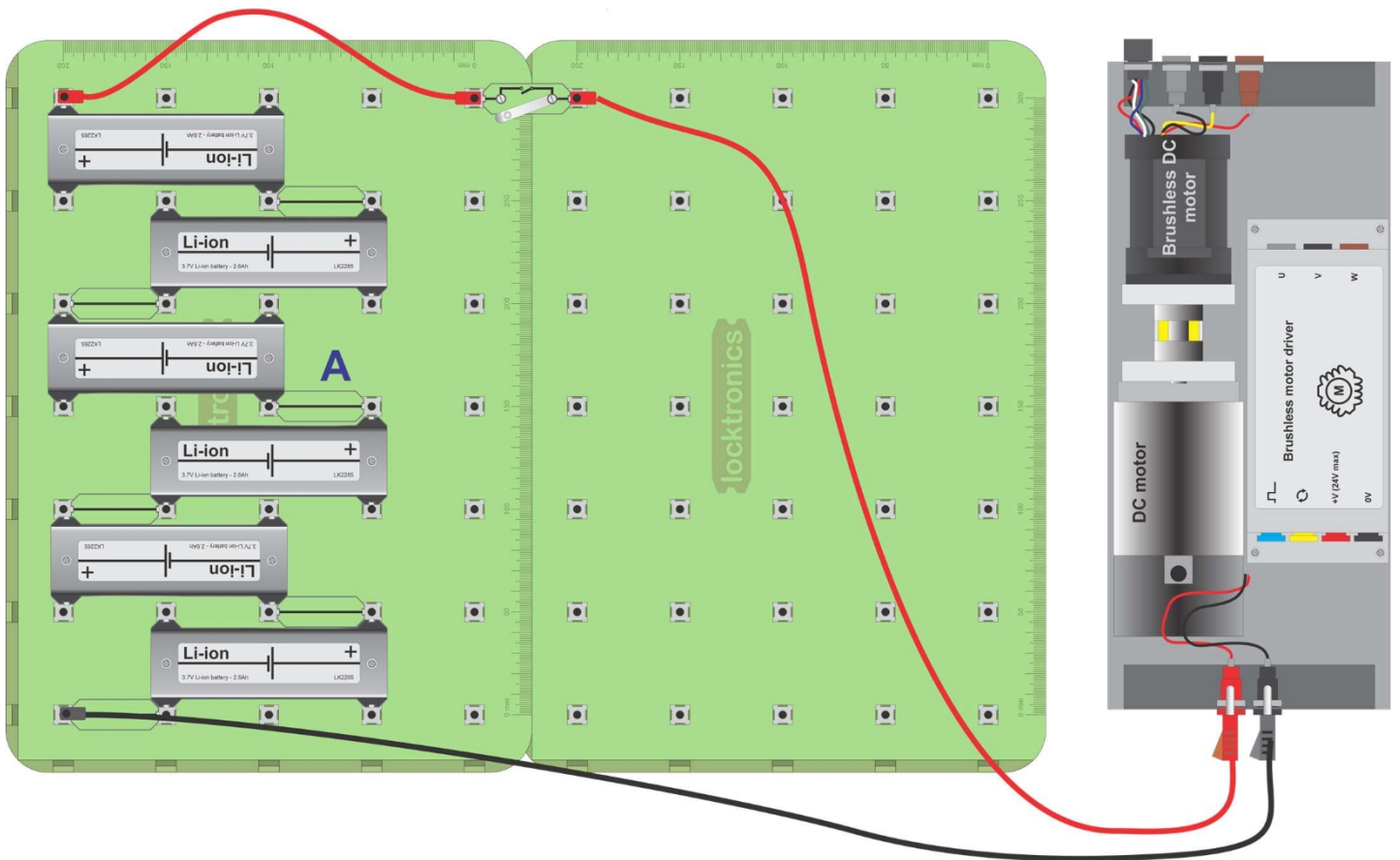
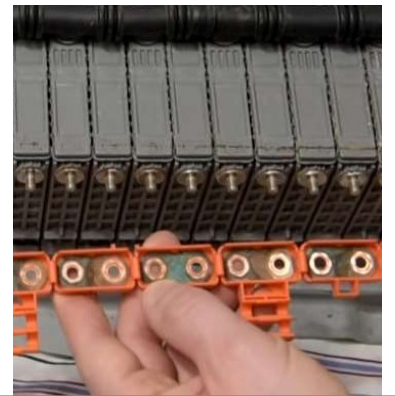


La resolución de averías en las baterías es más fácil gracias a los informes (o pistas) que dan los ordenadores de a bordo.

Hay dos causas principales de fallo en una batería:

- células malas;
- malos enlaces entre células.

La fotografía muestra corrosión en los eslabones de la batería de un Toyota Prius.



### Te toca a ti:

- Construye la batería 6,1 como se muestra arriba pero con el interruptor abierto por ahora.

**Atención: ¡conecta las células en el sentido correcto!**

- Mida la tensión de salida de la batería.
- Encienda el interruptor para alimentar el motor.
- Vuelva a medir la tensión de salida de la batería.

# Ficha 6



## Fallos en las baterías de iones de litio

### Sobre usted continuó ...

- Abre el interruptor.
- Cambie el enlace central **A** por el componente de avería "corrosión".
- Vuelva a medir la tensión de salida de la batería.
- Encienda el interruptor para alimentar el motor.
- Vuelva a medir la tensión de salida de la batería.
- Mida la tensión a través del componente de corrosión.
- Anota todos los resultados en el Student Handout.

### ¿Y qué?

- El componente "corrosión" se utilizó para simular una avería. La corrosión en los terminales de contacto añade resistencia al circuito. Los contactos en mal estado o sueltos también pueden comportarse como una resistencia añadida.
- Las pruebas para detectar corrosión o contactos defectuosos son difíciles de realizar de forma aislada. Los voltajes de la batería parecen normales cuando se comprueban con un multímetro. Los efectos sólo se notan cuando se consume mucha corriente.
- En un vehículo eléctrico, el sistema de gestión de la batería comprueba constantemente el voltaje de las celdas de la batería.

### Te toca a ti:

- El kit contiene seis pilas de iones de litio. La tensión nominal de salida de cada una es de unos 3,7 V para valores de SOC entre el 15% y el 90%.
- Mide la tensión de salida de cada uno de ellos con un polímetro y anota los resultados en la tabla del Student Handout.
- Si observa una tensión superior a 3,85 V, es probable que la célula se encuentre en el 5% superior del SOC. Descárgala durante el 10% de su SOC (véase el Apéndice 3) y vuelve a medirla.

### ¿Y qué?

- Los voltajes de las pilas varían mucho. En el caso de la batería '18650', el voltaje de salida de una buena célula puede variar de 3,5 a 4V.
- Una tensión de salida inferior a 3,5 V para una célula Li-ion cargada significa que está defectuosa.

# Ficha 7

## Fallos de la batería SLA

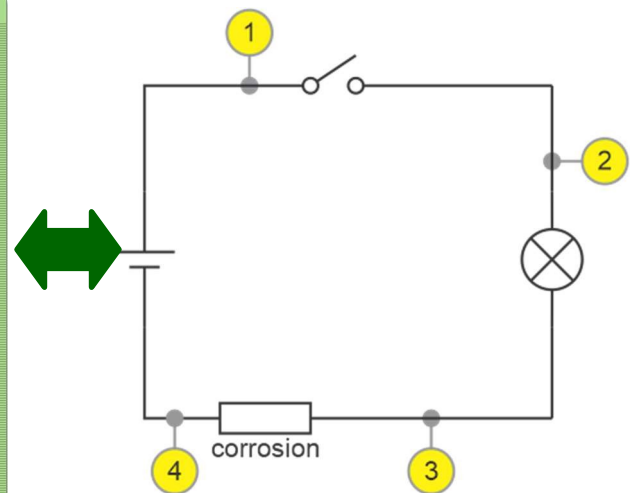
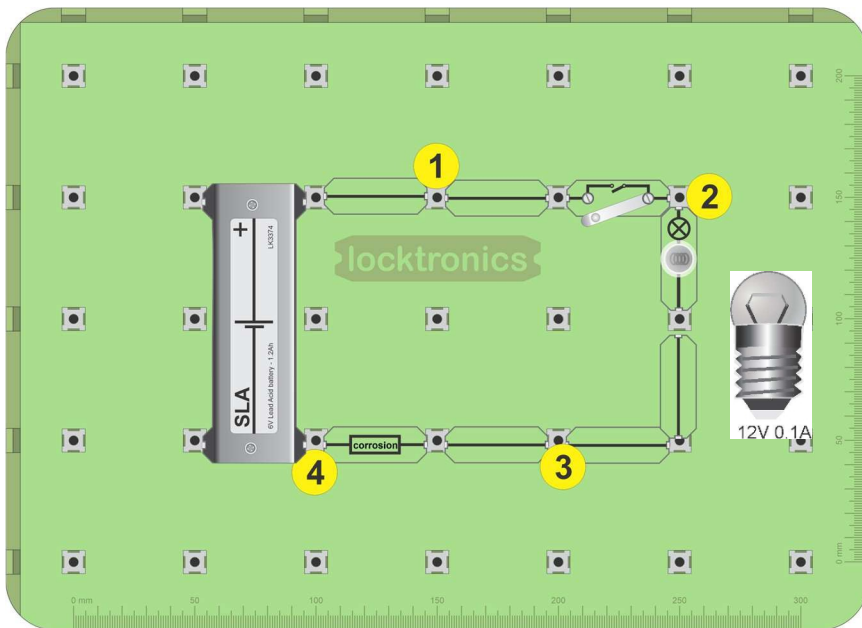


Cuando los productos químicos de la batería se filtran a los bornes, pueden provocar corrosión.

La corrosión en el terminal negativo suele ser un signo de carga insuficiente.

La corrosión en el lado positivo suele ser un signo de sobrecarga.

La foto muestra una batería de coche con corrosión en un borne.



### Te toca a ti:

- Construye el esquema que se muestra arriba. Incluye una lámpara de filamento de 12 V y 0,1 A. A continuación se muestra el esquema del circuito. El efecto de la corrosión se simula añadiendo el componente "corrosión" en la trayectoria de tierra de la batería.

# Ficha 7

## Fallos de la batería SLA



### Te toca a ti:

- Prepara un multímetro para medir tensiones continuas.

### Primera parte:

- Conecte el terminal COMmon del multímetro al nodo 4.
- Mida la tensión a través de la batería, entre los nodos 4 y 1, con el interruptor abierto y luego cerrado.
- Anota las lecturas en la tabla del Student Handout.

### Segunda parte:

- Mueve la conexión COMmon al nodo 3 .
- Mida la tensión a través de la batería entre los nodos 3 y 1, con el interruptor abierto y luego cerrado de nuevo.
- Anota las lecturas en la tabla del Student Handout.
- Ahora responde a las preguntas 1 y 2.

### Parte 3:

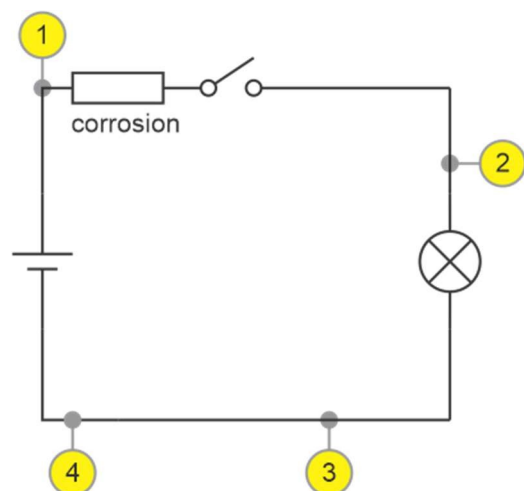
- Con el interruptor cerrado, mide la tensión que cae a través de la bombilla.
- Abra el interruptor y sustituya el eslabón "corrosión" por un eslabón normal.
- Con el interruptor cerrado, vuelve a medir la tensión que cae a través de la bombilla.
- Registra las lecturas en la tabla del Student Handout y responde a la pregunta 3.

### ¿Y qué?

- La corrosión equivale a una resistencia en el circuito.
- Debes tener cuidado con lo que supones que es la línea 0V o tierra.
- Asegúrese siempre de conocer el voltaje exacto de la batería.  
Si sabes que el voltaje de la batería es de 12,7V y ves menos de 12V en un circuito, entonces podría ser una señal de problemas.

### Desafío:

- Construye el circuito de al lado, que tiene corrosión en la línea de 6V.
- Utiliza un multímetro para investigar el efecto de la corrosión.
- Anota los resultados de tu investigación en el Student Handout.  
Describe cómo comprobaría si hay corrosión en la batería.



# Ficha 8

## Gestión de la batería



Las baterías son todas diferentes, físicamente y, por tanto, eléctricamente. Es el resultado de un proceso de fabricación que no es exacto. Esto plantea problemas que deben ser gestionados por los sistemas electrónicos que supervisan la carga.

La fotografía muestra el interior de un Tesla Powerwall.



### Te toca a ti:

El kit contiene seis pilas de iones de litio. El voltaje nominal es de unos 3,7 V para cada una, siempre que el SOC esté entre el 15% y el 95%.

- Mide la tensión de salida de cada uno de ellos con un polímetro y anota tus respuestas en la tabla del Student Handout.
- Si ves una tensión superior a 3,8 V, es probable que esa célula tenga un SOC superior al 95%. Descárgalo hasta que el SOC caiga en torno al 10% (véase el Apéndice 3). Vuelve a medir la tensión.

### ¿Y qué?

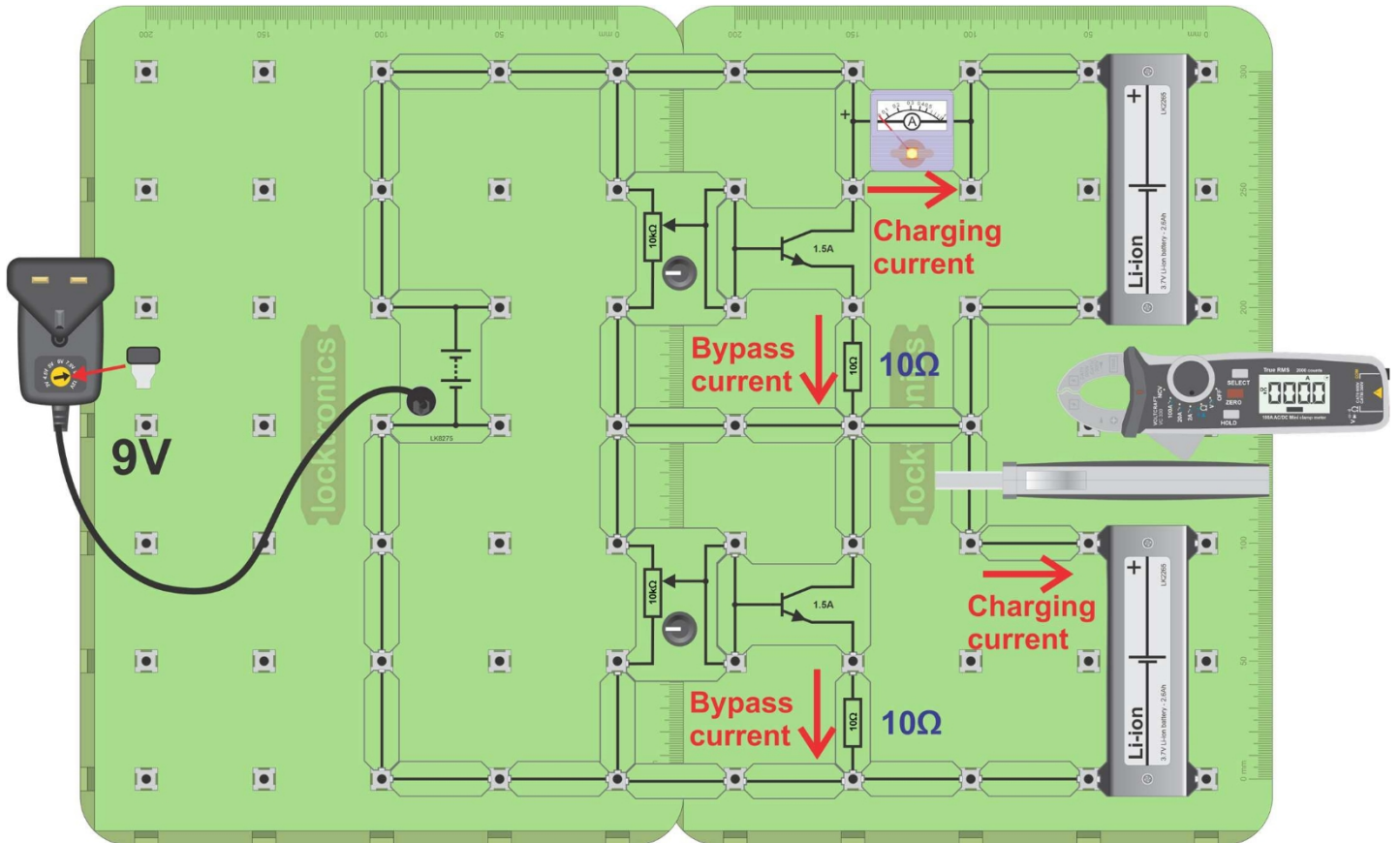
- La tensión de salida real de una célula Li-ion '18650' varía entre 3,5 y 3,9 V.
- Siempre que esté correctamente cargada, con un SOC entre el 5% y el 95%, se puede suponer que cualquier célula con una tensión de salida fuera de este rango está fuera de especificación.
- Una célula defectuosa en una batería puede afectar al rendimiento de toda la batería.
- Cuando es necesario cargar muchas baterías conectadas en paralelo, se eligen baterías de tensiones de salida similares.

### Sobre usted continuó ...

- Selecciona dos células de tu colección, una de alto voltaje y otra de bajo voltaje.
- Anota sus tensiones en el Student Handout.
- Construye el circuito que se muestra en la página siguiente.
- Utilizando la pinza amperimétrica para controlar el rendimiento, ajusta cada potenciómetro hasta que la corriente de carga de cada célula sea de 0,7 A.
- Mida la corriente de derivación en cada circuito.

# Ficha 8

## Gestión de la batería

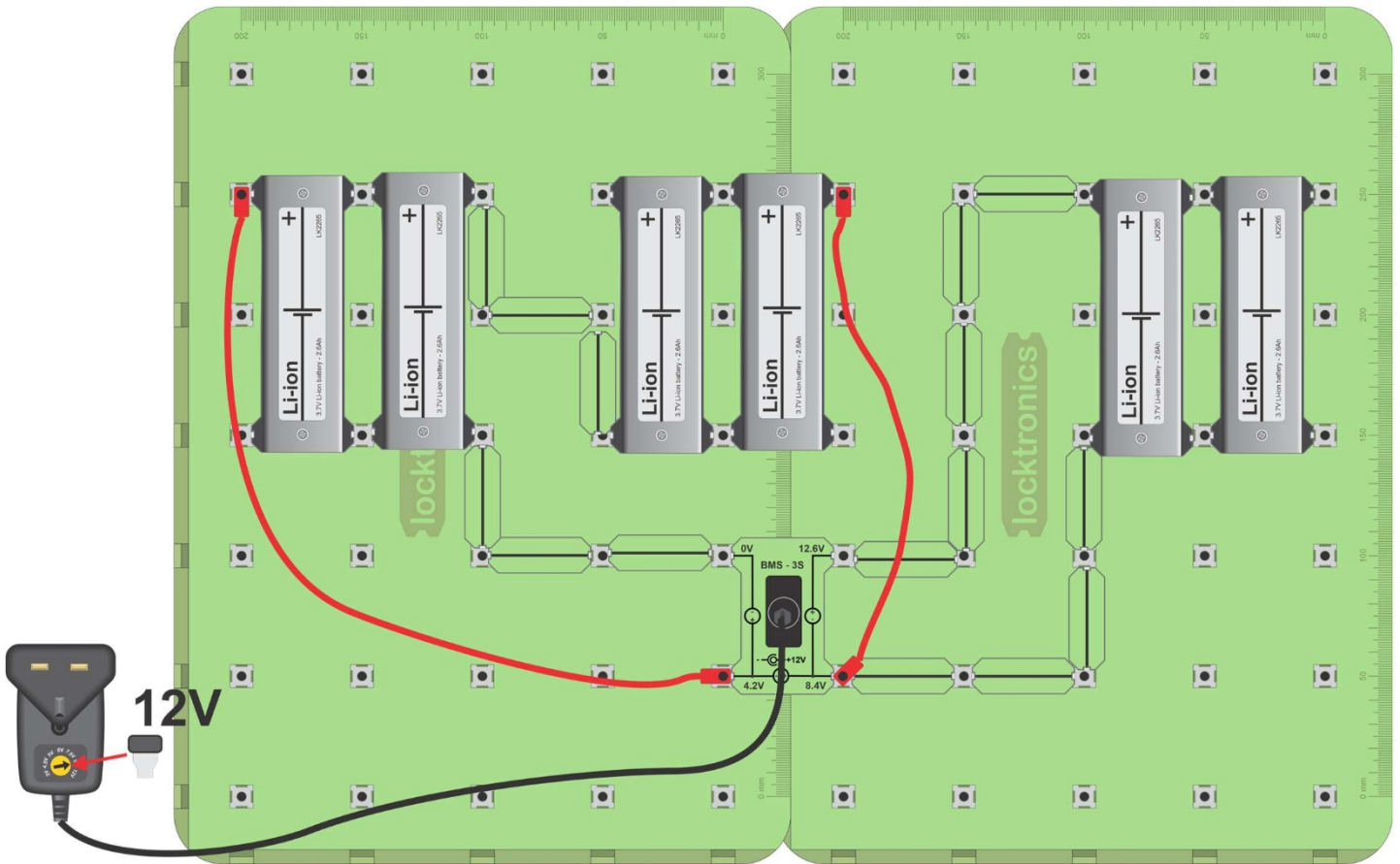


### ¿Y qué?

- Este circuito permite variar la corriente de carga de cada célula.
- En un sistema de gestión de baterías, un ordenador mide la tensión y la corriente de cada batería, o de cada grupo de baterías en paralelo. A continuación, el ordenador utiliza un transistor para derivar la corriente de las pilas que están totalmente cargadas, de modo que no se sobrecarguen.
- A continuación, utiliza un circuito similar para variar la cantidad de corriente que carga cada batería para garantizar que las baterías no se cargan en exceso ni en defecto.

# Ficha 8

## Gestión de la batería



### Te toca a ti:

- Construye el circuito que se muestra arriba. El sistema de gestión de baterías (BMS) permite cargar tres pares de baterías a la vez.
- Mide la tensión y la corriente de cada par de pilas y anótalas en el impreso.

### ¿Y qué?

- Los sistemas de gestión de baterías varían en su complejidad. El BMS de Locktronics carga todas las baterías al mismo ritmo hasta que la tensión de un par de baterías alcanza los 4,2 V. Entonces deja de cargar todas las baterías. Entonces deja de cargar todas las baterías.
- Este sistema poco sofisticado es seguro, pero no permite que todas las baterías alcancen su máxima capacidad.

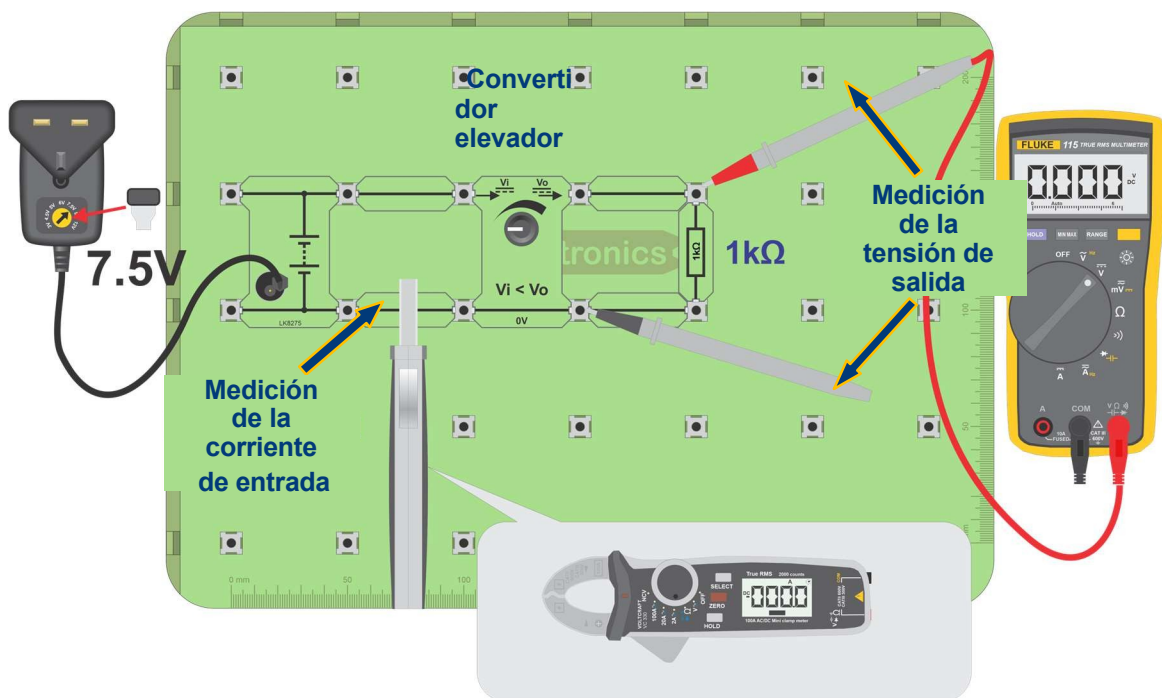
# Ficha 9

## Convertidores de tensión



Una de las principales dificultades de los sistemas de energía verde es que los aerogeneradores, los paneles solares, las baterías y la red eléctrica funcionan con tensiones diferentes. Para evitarlo, los sistemas energéticos modernos utilizan convertidores de subida y bajada de tensión. Se trata de bloques electrónicos que convierten eficazmente una tensión en otra.

La fotografía muestra un inversor de panel solar doméstico



**Te Consta** el trazado que se muestra arriba.

El circuito convierte la salida de 7,5 V de la fuente de alimentación en una tensión de entre 12 V y 20 V, en función de la posición del potenciómetro del convertidor elevador.

- Gire el potenciómetro completamente en sentido antihorario.
- Utilice el multímetro para medir las tensiones de entrada y salida del convertidor elevador.
- Utilice la pinza amperimétrica para medir las corrientes de entrada y salida del convertidor elevador.
- Gira el potenciómetro hasta la mitad y vuelve a medir las mismas cantidades.
- A continuación, haga lo mismo cuando el potenciómetro gire completamente en el sentido de las agujas del reloj.
- Calcula la potencia de entrada y salida del convertidor elevador para las tres posiciones.

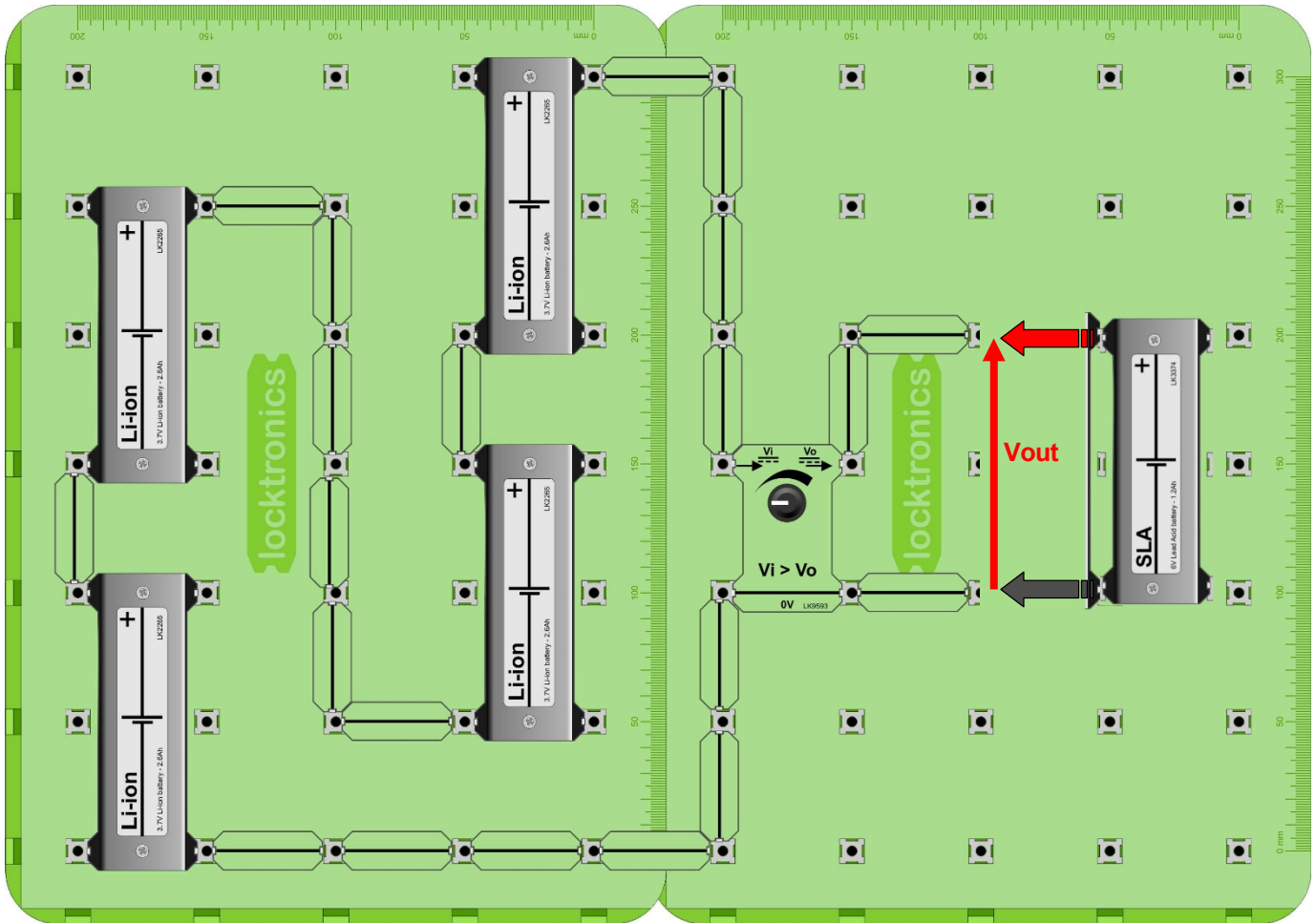
# Ficha 9

## Convertidores de tensión



### ¿Y qué?

Un "convertidor CC-CC" o "inversor" convierte una tensión CC en otra y puede invertir su polaridad. La conversión de tensión incluye inevitablemente una pérdida de energía, es decir, un rendimiento inferior a 1. Este circuito tiene grandes pérdidas. En instalaciones domésticas, la pérdida sería inferior al 5%.



### Te toca a ti:

- Construye el circuito que se muestra arriba utilizando cuatro células Li-ion en serie.

**Atención: ¡conecta las células en el sentido correcto!**

- Ajuste el potenciómetro del convertidor reductor para que su tensión de salida,  $V_{OUT}$ , sea de 7V.
- Ahora conecta una sola batería SLA a la salida.
- Este circuito convierte la salida de unos 15 V de la batería de iones de litio en una tensión adecuada para cargar la batería SLA. De la misma forma que antes, tomamedidas que te permitan calcular la potencia de entrada y salida del convertidor reductor.
- Por tanto, calcula el rendimiento del convertidor reductor.

### ¿Y qué?

- Los sistemas eléctricos modernos utilizan convertidores ascendentes y descendentes.
- En cada etapa, la eficiencia de conversión de la energía es inferior al 100%.

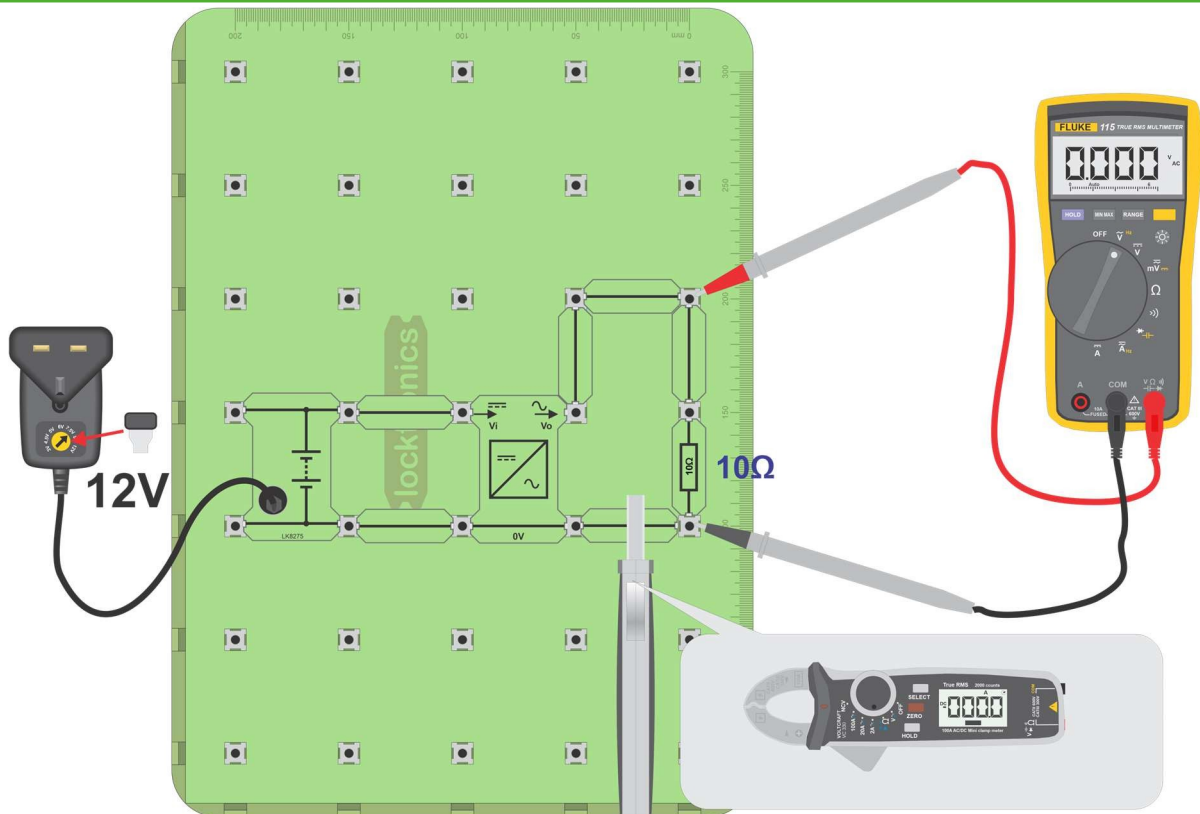
# Ficha 10

## Inversores de tensión

Los paneles solares emiten energía de corriente continua (CC). La electricidad de un aerogenerador se convierte de corriente alterna (CA) trifásica a corriente continua mediante un puente rectificador. La corriente de la red eléctrica es alterna y la mayoría de los electrodomésticos utilizan corriente alterna. Lo que se necesita es una unidad que convierta la CC en CA: el inversor.



La fotografía muestra un inversor de 24 V CC a 240 V CA.



### Te toca a ti:

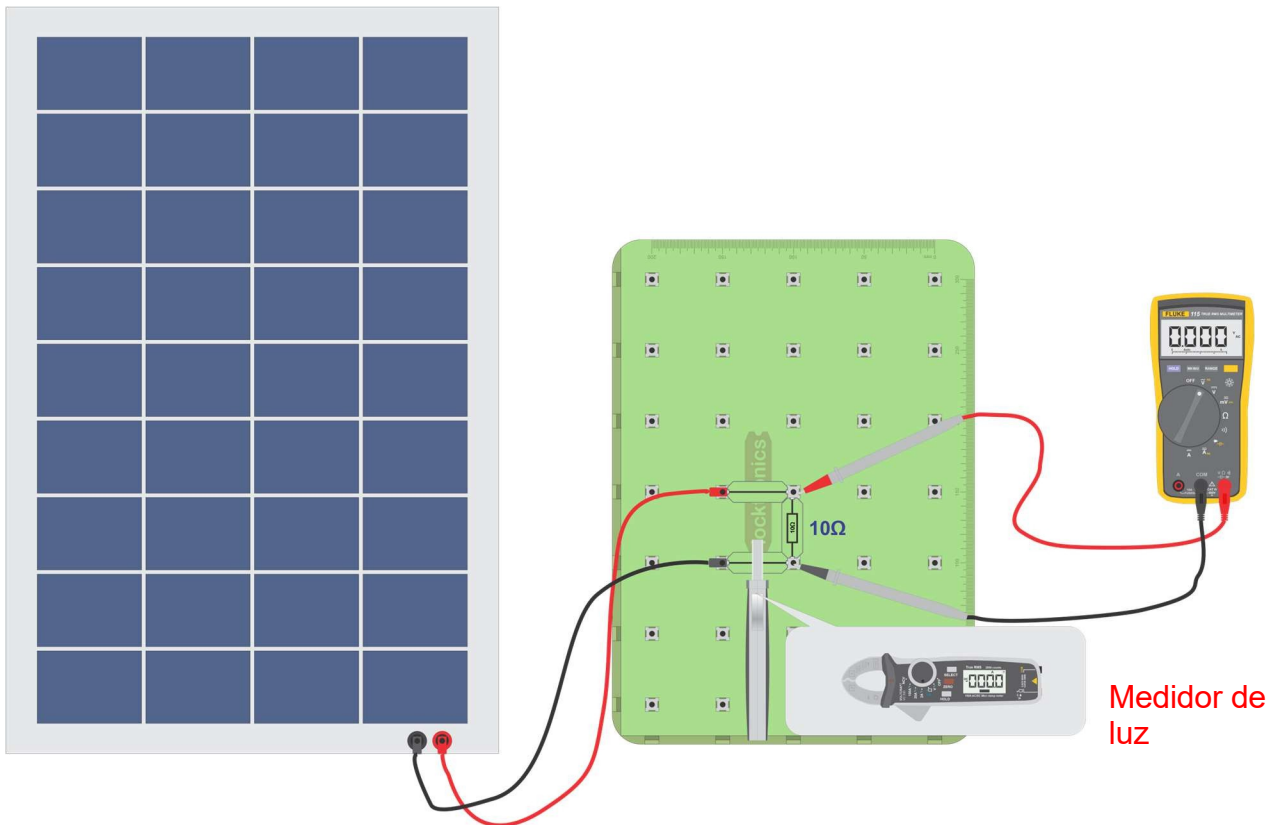
- Construye el trazado que se muestra arriba.  
El circuito convierte la salida de la fuente de alimentación de 12 V en CA.
- Utilice el multímetro para medir las tensiones de entrada y salida del inversor.
- Utilice la pinza amperimétrica para medir las corrientes de entrada y salida del inversor.
- Calcula la potencia de entrada y salida del inversor.
- Observa la salida en un osciloscopio. ¿Qué frecuencia produce?
- ¿Cuál es la eficiencia de los modernos inversores domésticos de 240 VCA?

# Ficha 11

## Paneles solares

Los paneles solares emiten energía de corriente continua (CC). Al igual que las baterías, el voltaje y la corriente que produce un banco de paneles puede personalizarse conectándolos en serie y en paralelo. Para ser útiles, deben integrarse en la red de corriente alterna de la casa o la oficina.

La fotografía muestra una instalación doméstica de paneles solares.



### Te toca a ti:

- Construye el esquema que se muestra arriba. Esto es simplemente el panel solar alimentando una resistencia de 10ohm.
- Utiliza el fotómetro, la pinza amperimétrica y el multímetro para comprobar el rendimiento del panel solar.
- Rellena la siguiente tabla con tus conclusiones.

### En

Realiza la siguiente medición del rendimiento del panel solar midiendo el flujo luminoso por unidad de superficie (lux), la tensión y la corriente producida en cada situación

- Con el panel solar en el laboratorio, plano sobre el banco,
- Con el panel solar orientado hacia la ventana
- Con el panel solar en el suelo
- Con el panel solar a 90 grados de los rayos del Sol.

	Flujo luminoso (lux)	Tensión (V)	Corriente (I)	Potencia (W)
En el banquillo				
De cara a la ventana				
En el exterior				
En el exterior a 90 grados de los rayos del sol				

### ¿Y qué?

- Los paneles solares generan electricidad convirtiendo la energía luminosa en energía eléctrica.
- Los factores que afectan a la cantidad de energía son la intensidad luminosa y el ángulo de la luz sobre la superficie del panel.
- Nuestros ojos no siempre son buenos para resolver la cantidad de energía luminosa que nos rodea.
- Los paneles están optimizados para la luz solar.
- La luz del sol tiene mucha más energía que la iluminación de las habitaciones.
- Para obtener un rendimiento realmente bueno del panel tendrás que estar al aire libre

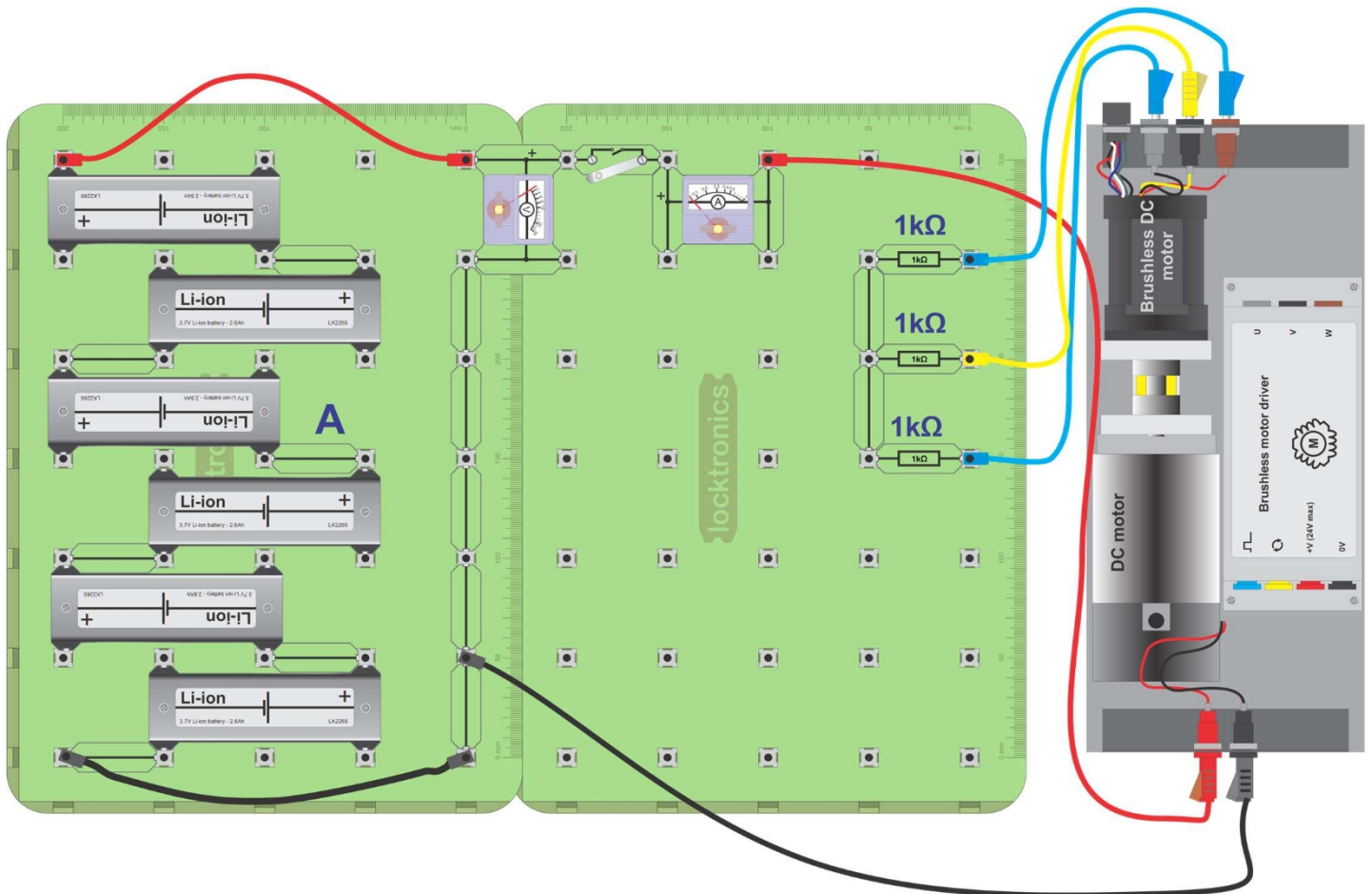
# Ficha 12

## Aerogeneradores



Las turbinas eólicas son en realidad generadores trifásicos de corriente alterna. Las turbinas más pequeñas utilizan un rotor de imanes permanentes y un estator trifásico para producir electricidad. La trifásica se utiliza porque es más eficiente energéticamente que la monofásica.

Fotografía que muestra un pequeño aerogenerador trifásico con la góndola y las palas desmontadas.



### Te toca a ti:

- Construye el circuito mostrado arriba. Aquí estamos alimentando el generador trifásico con 24V.

**Atención: ¡conecta las células en el sentido correcto!**

# Ficha 12

## Aerogeneradores



### Sobre usted continuó ...

- Utiliza un osciloscopio para observar las formas de onda procedentes del generador trifásico. Es probable que su osciloscopio sólo tenga dos entradas. Para ver el tiempo relativo de las tres formas de onda, mantenga una forma de onda en el canal 1 todo el tiempo y utilice el canal 2 para examinar las otras dos formas de onda, a su vez.

Conecte la sonda del osciloscopio a través de una de las resistencias de  $1k\Omega$  con la conexión a tierra del osciloscopio unida a los enlaces de conexión.

### Ajustes del osciloscopio:

Base de tiempo -10ms/div

Rango de tensión -  $\pm 10V$  CC

Modo de disparo - Auto

Canal de disparo - canal A

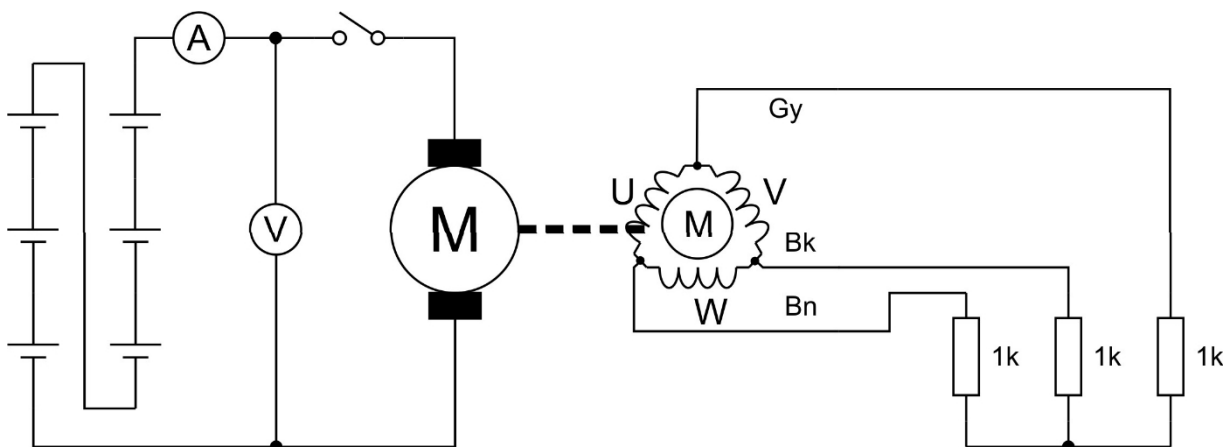
Dirección de disparo - ascendente

Umbral de disparo - 5V

- Utiliza los ejes que aparecen en el Student Handout para dibujar las formas de onda a través de las tres resistencias.
- Reduce la tensión de alimentación del motor de CC utilizando sólo tres baterías de iones de litio.
- Vuelve a dibujar una de las formas de onda.

### ¿Y qué?

- Todas las salidas trifásicas tienen tiempos diferentes en el osciloscopio. Los devanados del generador trifásico están espaciados  $120^\circ$ . Los picos de las formas de onda se producen espaciados al 33% del periodo de tiempo de la forma de onda. Por lo tanto, decimos que "las formas de onda están separadas  $120^\circ$ ".
- La potencia del generador trifásico depende de la velocidad del motor de corriente continua.

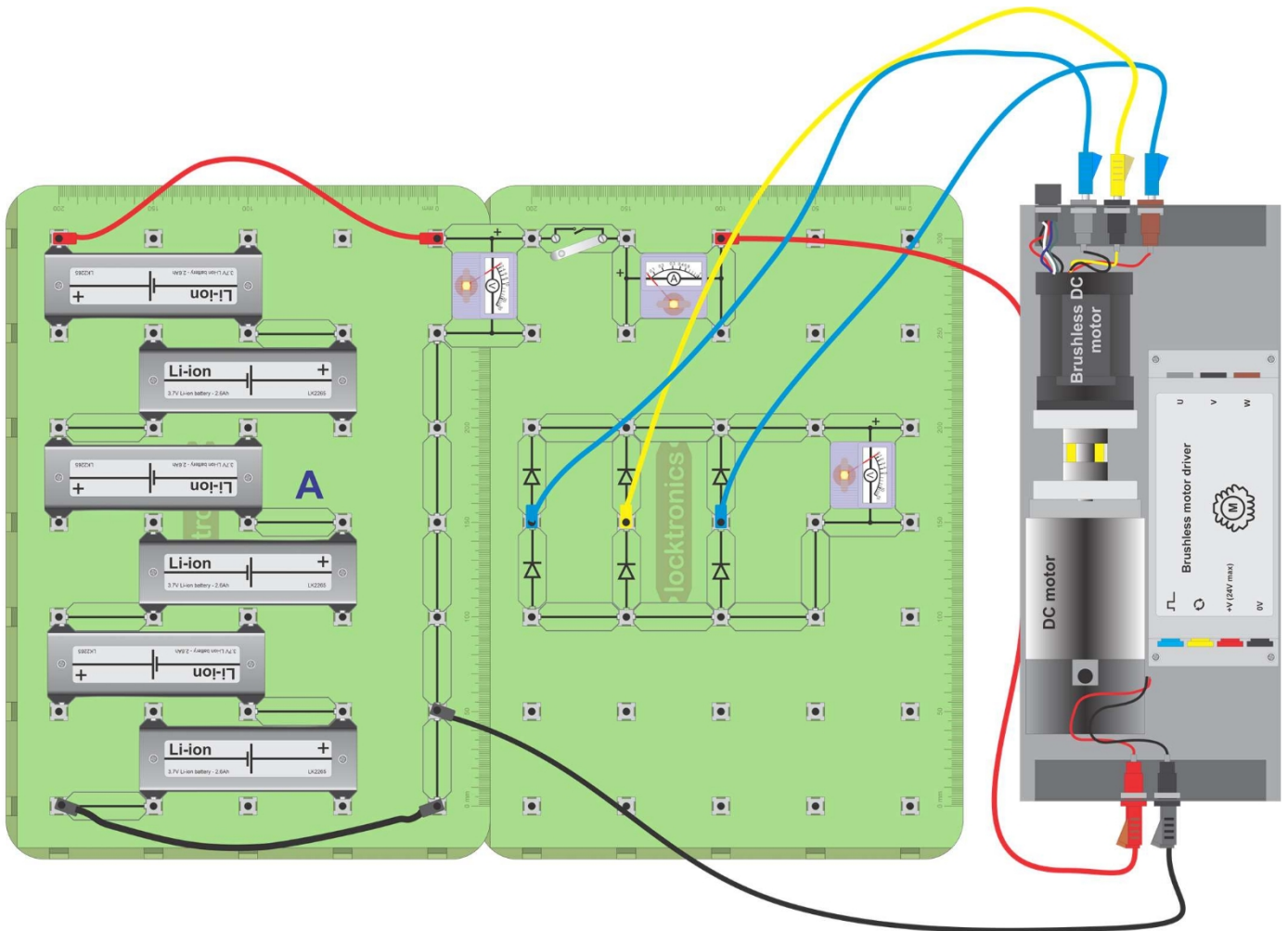


Has construido el circuito que se muestra en el diagrama anterior. En realidad, se trata de dos circuitos separados.

Cada uno tiene su propia toma de tierra. No están conectadas y pueden tener tensiones diferentes.

# Ficha 13

## Rectificadores trifásicos



### Te toca a ti:

- Construye el circuito que se muestra arriba.

**Atención: ¡conecta las celdas en el sentido correcto!**

- Utiliza un osciloscopio para observar las formas de onda procedentes del generador trifásico.

#### Ajustes del osciloscopio:

Base de tiempo -10ms/div

Rango de tensión -  $\pm 10V$  CC

Modo de disparo - Auto

Canal de disparo - canal A

Dirección de disparo - ascendente

Umbral de disparo - 5V

- Utiliza los ejes que aparecen en el Student Handout para dibujar las formas de onda a través de los bancos de diodos.

# Ficha 13

## Rectificadores trifásicos

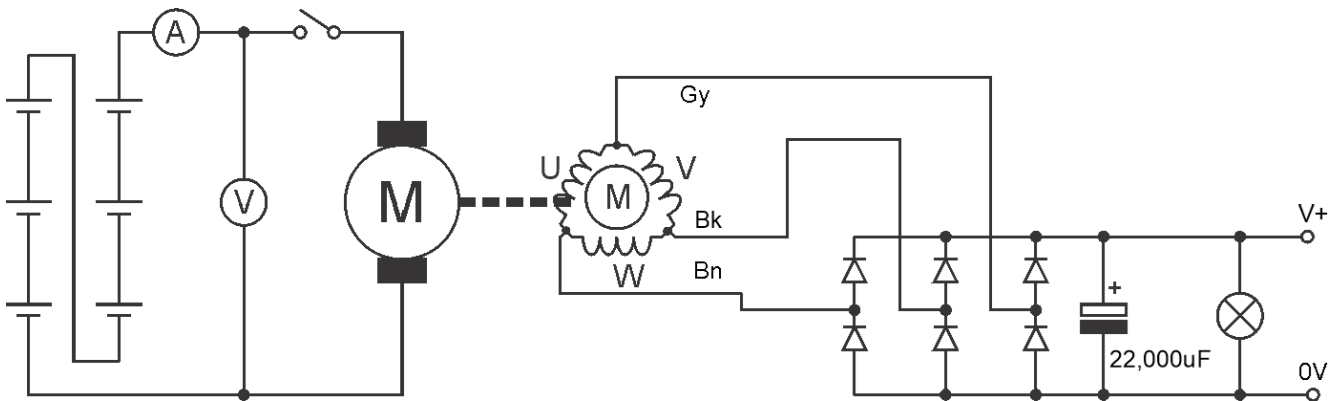


### ¿Y qué?

- Los diodos rectifican la señal de tensión trifásica en una única forma de onda de CC.
- La forma de onda de CC tiene cierta ondulación. Cuando la salida de un puente como éste se conecta a una batería, ésta elimina la ondulación.

### Te toca a ti:

- Añade un condensador grande de 2200 $\mu$ F a la salida del rectificador.
- Conecta una bombilla LED a través de la salida del rectificador. El circuito tiene el aspecto que se muestra a continuación.



- Cierre el interruptor y ponga en marcha el motor de corriente continua.
- Abra el interruptor para detener el motor de corriente continua.
- ¿Cuánto tiempo permanece encendida la bombilla?
- Con un multímetro en el ajuste de tensión continua, mida la tensión **inicial** entre las dos masas; esta tensión disminuirá rápidamente.

### ¿Y qué?

- El condensador se descarga porque sólo hay una bombilla LED. Sin eso en su lugar se mantendría cargado durante mucho más tiempo.
- Hay que tener mucho cuidado con los condensadores en la parte de alta tensión de los vehículos eléctricos: incluso cuando se retiran las baterías pueden seguir conteniendo carga suficiente para matar.
- No hay conexión eléctrica entre las masas de cada lado del circuito. Eso significa que podría haber una tensión importante entre las dos masas.

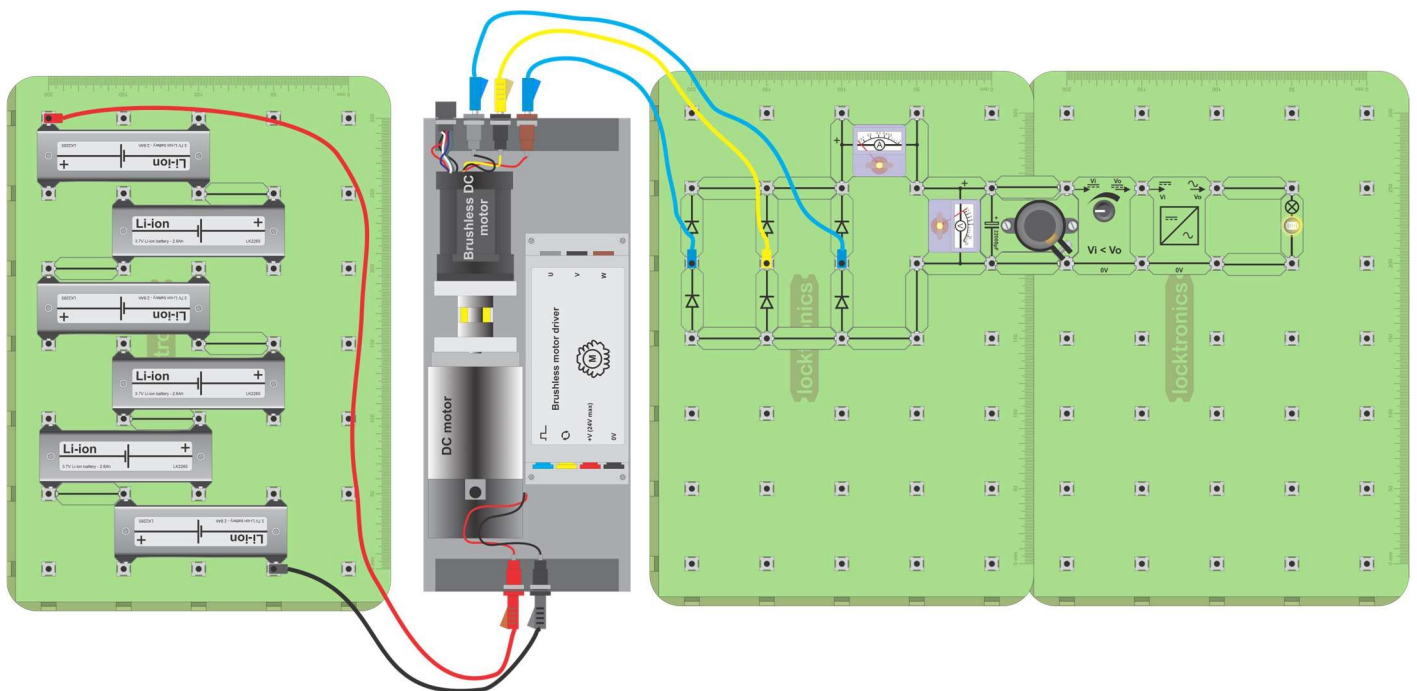
# Ficha 14



## Utilizar la energía eólica para suministrar CA

La producción de los aerogeneradores varía en amplitud y frecuencia- no podemos simplemente conectarlo al sistema doméstico de CA. Primero rectificamos la corriente continua, luego la suavizamos con un condensador grande, después utilizamos un convertidor ascendente o descendente para regular su voltaje y, por último, creamos la corriente alterna. En la práctica, cada módulo está controlado por ordenador con un sistema de realimentación para compensar las variaciones en la producción.

La fotografía muestra un pequeño aerogenerador doméstico.



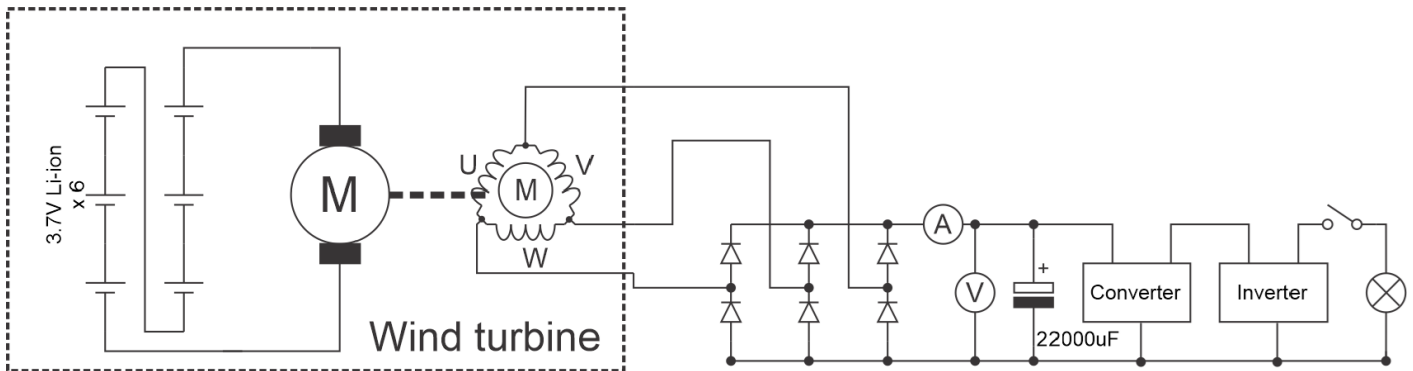
### Te toca a ti:

- Construye el esquema que se muestra arriba. Las seis baterías de iones de litio producen unos 24 V cuando están cargadas. Esto alimenta un motor de CC acoplado mecánicamente a un motor de CC sin escobillas que produce electricidad trifásica. Puedes variar la velocidad del motor de CC / motor de CC sin escobillas conectando la cadena de baterías en diferentes puntos.
- Esta batería/motor de corriente continua/motor de corriente continua sin escobillas permite imitar la acción de una turbina eólica.
- Deberías obtener unos 6V RMS a través del condensador grande.
- Ajusta el potenciómetro del conversor de tensión hasta que empiece a circular corriente. Esto debería ocurrir cuando la salida de CC del convertidor sea de unos 12 V.

# Ficha 14



## Utilizar la energía eólica para suministrar CA



### ¿Y qué?

El diagrama anterior muestra el esquema de su sistema

Para crear corriente alterna, primero hay que rectificar la tensión, después regularla a una tensión determinada y, por último, transformarla en corriente alterna.

### Te toca a ti:

Calcula la eficiencia del sistema en cada etapa:

- Alimentación del motor DCV en ICD en
- Potencia generada después del rectificador ACV AC I
- Entrada y salida de energía del convertidor de tensión Vin CC DC I en DC Vout DC I out
- Potencia de entrada y salida del inversor. Vin CC DC I en AC Vout AC I out

Investiga qué eficiencias típicas encontrarías en unidades comerciales.

Cuando enciendes la bombilla, ¿qué ocurre con la velocidad del par motor-generator?

### ¿Y qué?

Hay pérdidas en cada etapa de la conversión de energía.

Las pérdidas en los sistemas comerciales serán menores que en este sistema.

Poner una carga eléctrica en el sistema supone una carga mecánica en el par motor-generator que lo ralentiza. Un problema importante para los parques eólicos es que, con vientos fuertes, la velocidad de rotación de los molinos debe ralentizarse al tener una carga en el sistema eléctrico en todo momento, incluso cuando no se necesita energía. El vertido de este exceso de electricidad es un problema importante para las empresas generadoras de energía eólica.

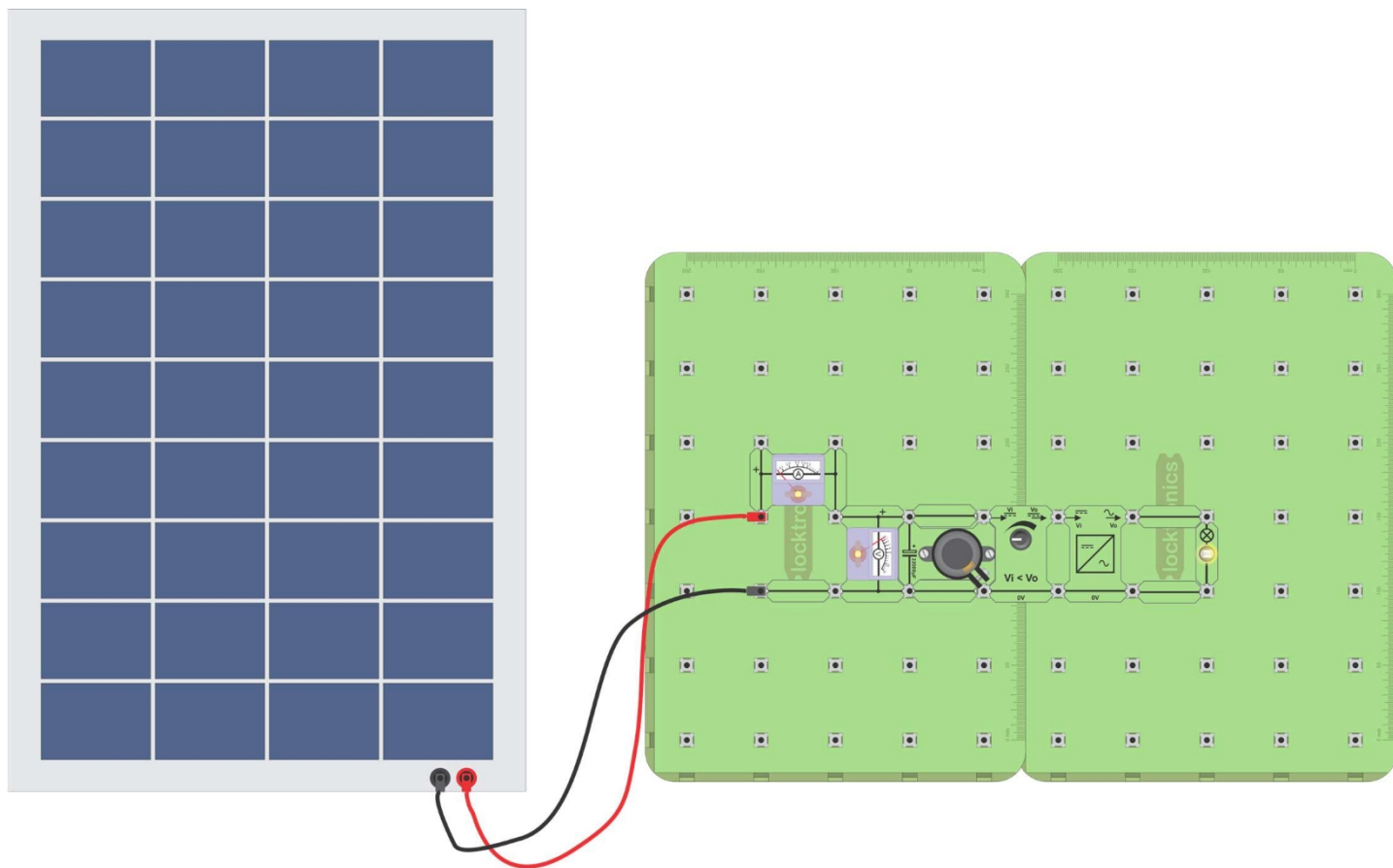
# Ficha 15

## Utilizar la energía solar para suministrar CA



La producción de los paneles solares es de corriente continua. Varía en función de la luminosidad del sol, el ángulo de incidencia de los rayos sobre la superficie de los paneles y la hora del día. La energía de CC pasa primero por un convertidor de CC a CC y luego por un inversor de CC a CA antes de que pueda distribuirse en el hogar o a través de la red eléctrica.

La fotografía muestra un huerto solar con unidades de gestión de la energía.

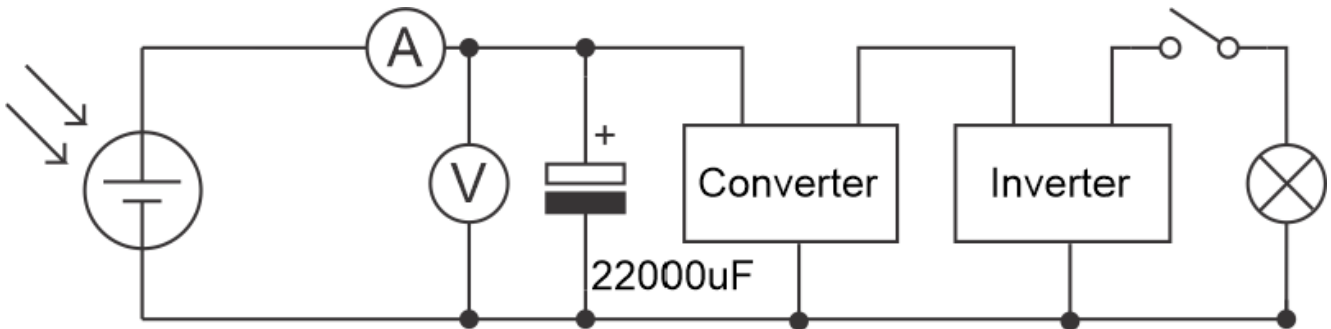


### Te toca a ti:

- Construye el esquema que se muestra arriba. El panel solar producirá unos **12 V a 0,5 amperios** (6 vatios) con una luz razonablemente brillante. Tendrás que colocar el panel en el exterior para alcanzar este nivel de potencia; las luces interiores no producirán suficiente electricidad.
- Obtendrás alrededor de **12V** a través del condensador grande.
- Ajusta el potenciómetro del Upconverter hasta que empiece a circular corriente. Esto debería ocurrir cuando la salida de CC del convertidor ascendente sea de unos 12 V.

# Ficha 15

Utilizar la energía solar para suministrar CA



## ¿Y qué?

El diagrama anterior muestra el esquema de su sistema

Para crear CA, primero hay que regular la tensión a un valor determinado e invertirla a CA.

## Te toca a ti:

Calcula la eficiencia del sistema en cada etapa:

- Alimentación de entrada y salida del convertidor de tensión  $DC V_{in}$   $DC I_{in}$   $DC V_{out}$   $DC I_{out}$
- Potencia de entrada y salida del inversor.  $DC V_{in}$   $DC I_{in}$   $AC V_{out}$   $AC I_{out}$
- Investigue qué eficiencias típicas encontraría en unidades comerciales.

## ¿Y qué?

La energía solar tiene menos problemas que la eólica. Es más barata de instalar y mantener en términos de coste por kilovatio hora generado.

Pero no genera mucha electricidad por la noche.

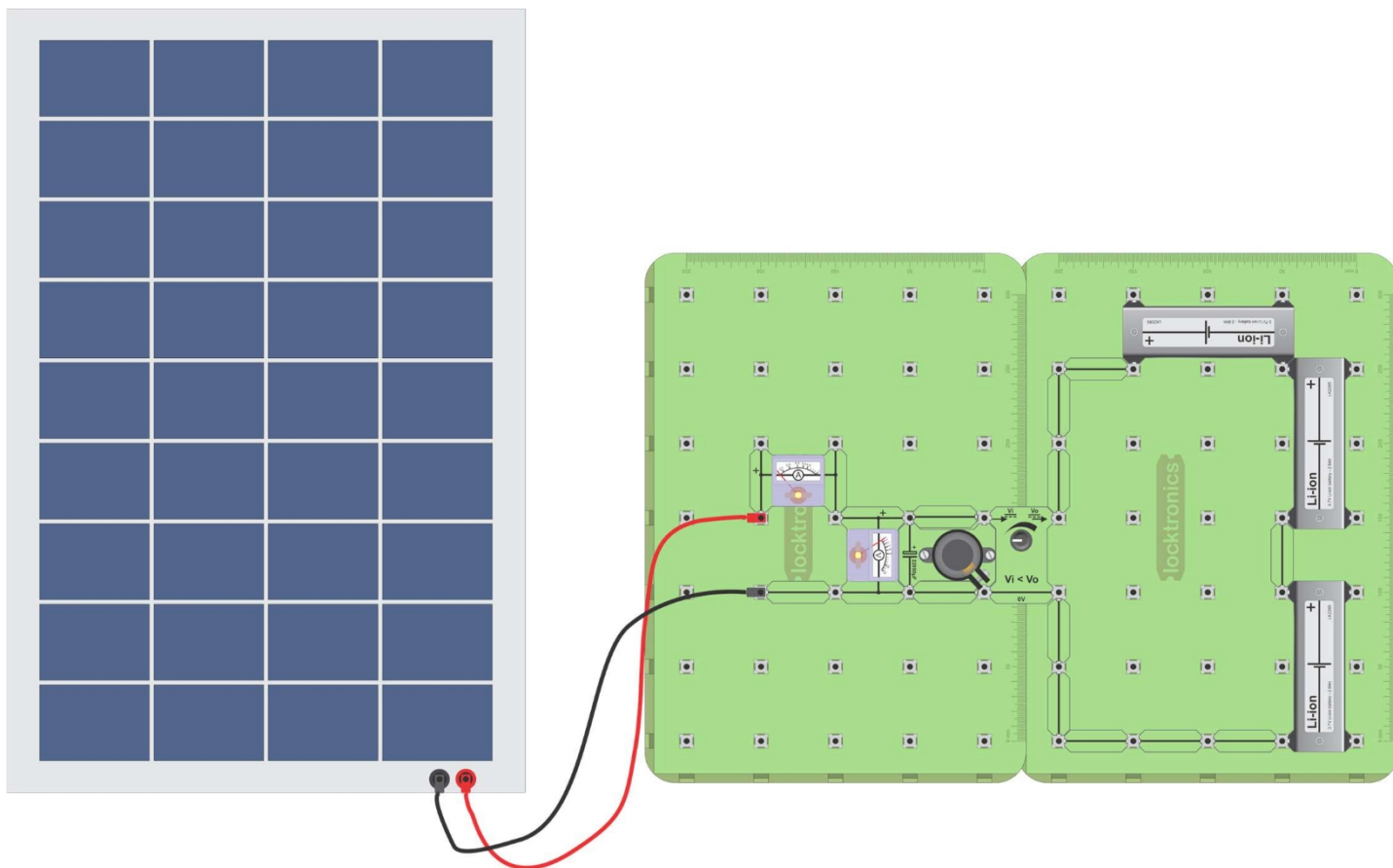
# Ficha 16

## Utilizar la energía solar para cargar baterías



La energía solar y eólica tienen un problema importante: la producción varía mucho de un día para otro. Podemos evitarlo almacenando la energía en baterías. Para ello necesitamos un inversor que convierta la tensión del panel solar en una tensión adecuada para la batería.

La fotografía muestra uno de los bancos de energía de Tesla en Australia.



### Te toca a ti:

- Construye el esquema que se muestra arriba. El panel solar producirá unos **12 V a 0,5 amperios** (6 vatios) con una luz razonablemente brillante. Tendrás que colocar el panel en el exterior para alcanzar este nivel de potencia; las luces interiores no producirán suficiente electricidad.
- Obtendrás alrededor de **12V** a través del condensador grande.
- Ajusta el potenciómetro del Upconverter hasta que empiece a circular corriente. Esto debería ocurrir cuando la salida de CC del convertidor ascendente sea de unos 11 V.

# Folleto para el alumno

## Ficha 1 - Comprobación de las baterías de plomo-ácido selladas

Efecto de la carga en la tensión de salida:

Interruptores cerrados	Ninguno	Sólo 1ª	1º y 2º	1º, 2º y 3º
Tensión de la batería				
Total actual	0			

Efecto del tiempo de descarga en la tensión de salida:

Tiempo en minutos	0	5	10	15
Tensión de la batería				
Corriente de la batería				

## Ficha 2 - Carga de baterías SLA

Tiempo en minutos	0	5	10	15
Tensión de la batería	N/A			
Corriente de la batería				
Tensión de la batería en circuito abierto				

## Ficha 3 - Pruebas con baterías de iones de litio

Efecto de la carga en la tensión de salida:

Interruptores cerrados	Ninguno	Sólo 1ª	1º y 2º	1º, 2º y 3º
Tensión de la batería				
Total actual	0			

## Ficha 4 - Cargar baterías de iones de litio

Tiempo en minutos	0	5	10	15
Tensión de la batería	N/A			
Corriente de la batería				
Tensión de la batería en circuito abierto				

Para dos baterías Li-ion en serie:

Corriente de carga inicial = .....A

Tensión en la batería 1 = .....V

Tensión en la batería 2 = .....V

## Ficha 5 - Construir pilas más grandes

Dos baterías SLA de 6 V en serie:

Seis celdas de iones de litio en una batería de 2,3:

**Reto 1: seis celdas de Li-ion en una batería de 2,3:**

Tensión (V)	Corriente (A)	Potencia suministrada (W)

Tensión (V)	Corriente (A)	Potencia suministrada (W)

Tensión (V)	Corriente (A)	Potencia suministrada (W)

Tensión de la célula	A	3.7	V
Corriente nominal de cada célula	B		Ah
Células en paralelo	C		
Grupos de células en serie	D		
Potencia nominal combinada	A x B x C x D		Wh

**Reto 2: seis celdas de iones de litio en una batería de 6,1:**

Tensión (V)	Actual (A)	Potencia suministrada (W)

Tensión de la célula	A	3.7	V
Corriente nominal de cada célula	B		Ah
Células en paralelo	C		
Grupos de células en serie	D		
Potencia nominal combinada	A x B x C x D		Wh

## Reto 3: Batería del Tesla model S

Por un ladrillo:

Tensión de la célula	A		V
Corriente nominal de cada célula	B		Ah
Células en paralelo	C		
Células en serie	D		
Potencia nominal combinada	$A \times B \times C \times D$		Wh

Para 16 ladrillos, la potencia nominal total es 16 veces esta cifra o 66,5 kWh.

## Ficha 6 - Batería de iones de litio fallos

Tensión de salida en vacío: \_\_\_\_\_

Tensión de salida cuando se conecta al motor: \_\_\_\_\_

Tensión de salida con corrosión en el punto A \_\_\_\_\_

Tensión de salida con corrosión en el punto A - con carga \_\_\_\_\_

Tensión a través del componente de corrosión \_\_\_\_\_

Batería 1 (V)	Batería 2 (V)	Batería 3 (V)	Batería 4 (V)	Batería 5 (V)	Batería 6 (V)
(V)					

## Ficha 7 - Batería SLA fallos

Parte 1 - COMmon conectado al nodo 4:

Interruptor	Tensión en la batería (entre los nodos 1 y 4)
Abrir	
Cerrado	

Parte 2 - COMmon conectado al nodo 3:

Interruptor	Tensión en la batería (entre los nodos 1 y 3)
Abrir	
Cerrado	

**Pregunta 1:** ¿Por qué ambas lecturas son iguales cuando el interruptor está abierto?

.....  
.....

**Pregunta 2:** En la parte 1, ¿por qué cambia la lectura cuando se cierra el interruptor?

.....  
.....

Parte 3 - Efecto de la corrosión sobre la tensión de carga:

Interruptor	Tensión en la batería (entre los nodos 1 y 3)
Abrir	
Cerrado	

**Pregunta 3:** ¿Cuál es el efecto de la corrosión en los cables y conectores sobre la luminosidad de la bombilla?

.....

### Desafío:

Resultados de la investigación:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Describe cómo comprobarías si hay corrosión en la batería.

.....  
.....  
.....  
.....

Batería 1 (V)	Batería 2 (V)	Batería 3 (V)	Batería 4 (V)	Batería 5 (V)	Batería 6 (V)
(V)					

Batería	Tensión inicial (V)	Corriente de carga (A)	Corriente de derivación (A)
1		0.7	
2		0.7	

## Sistema BMS

	Par 1	Par 2	Par 3
Tensión V			
Corriente I			

## Ficha 9 - Convertidores de tensión

Posición de la olla	Completamente a la izquierda	A medio camino	Completamente en el sentido de las agujas del reloj
Corriente de entrada			
Tensión de entrada			
Potencia de entrada			
Corriente de salida			
Tensión de salida			
Potencia de salida			
Eficacia			

	Lectura
Corriente de entrada	
Tensión de entrada	
Potencia de Entrada	
Corriente de salida	
Tensión de salida	
Potencia de salida	
Eficacia	

## Ficha 10 - Inversores de tensión

Tensión de entrada DCV	Corriente de entrada DCA	Potencia de entrada W	Tensión de salida ACV (rms)	Corriente de salida AV A (rms)	Potencia de salida W

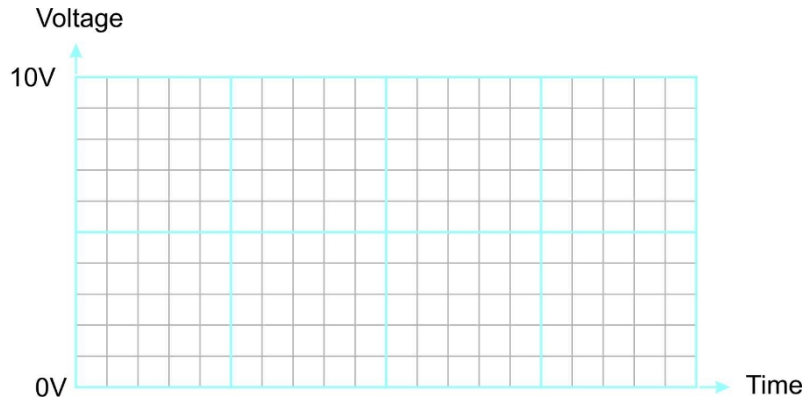
Frecuencia:

## Ficha 11 - paneles solares :

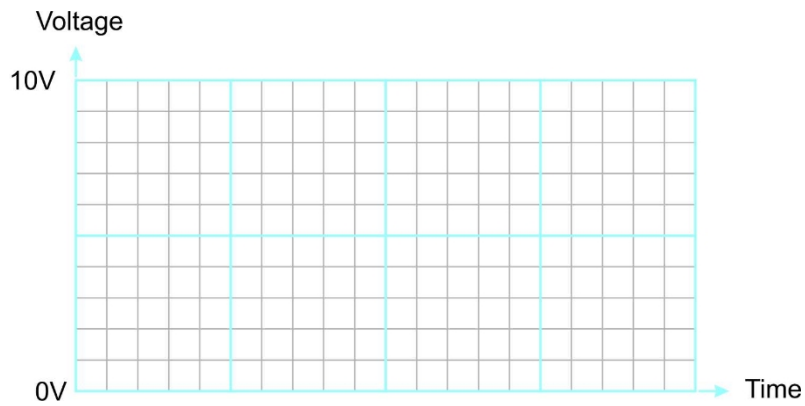
	Flujo luminoso (lux)	Tensión (V)	Corriente (I)	Potencia (W)
En el banquillo				
De cara a la ventana				
En el exterior				
En el exterior a 90 grados de los rayos del sol				

## Ficha 12 - Generadores trifásicos

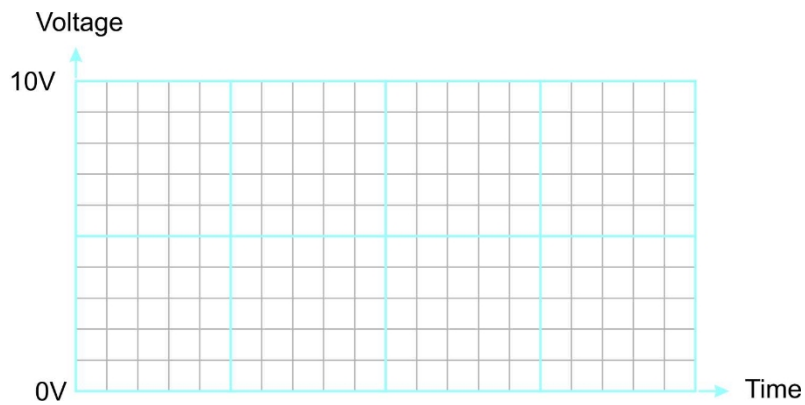
Fase 1:



Fase 2:

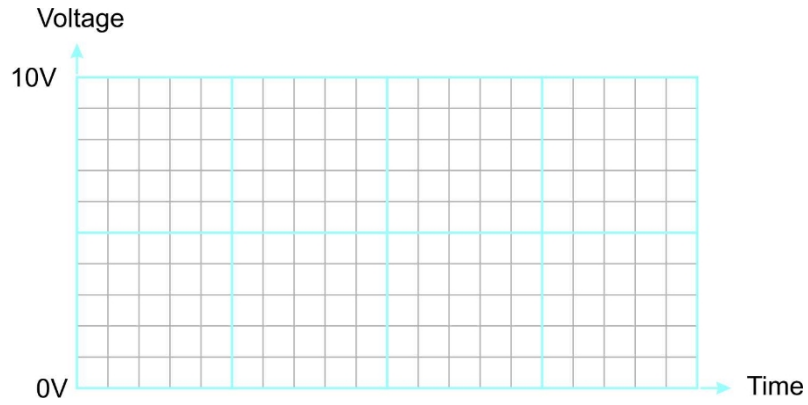


Fase 3:

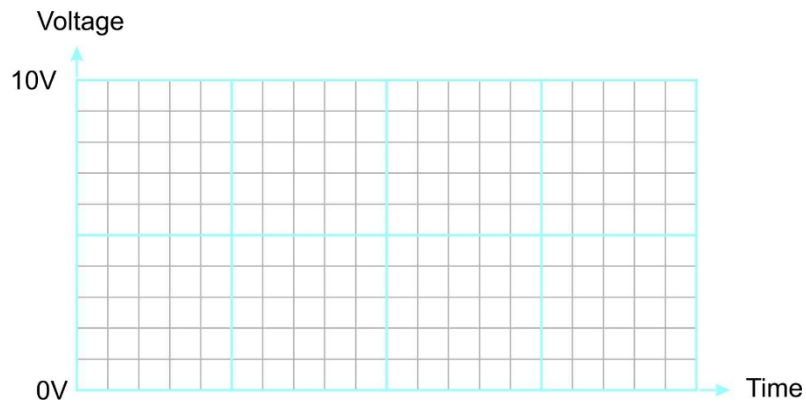


## Ficha 13 - rectificadores trifásicos

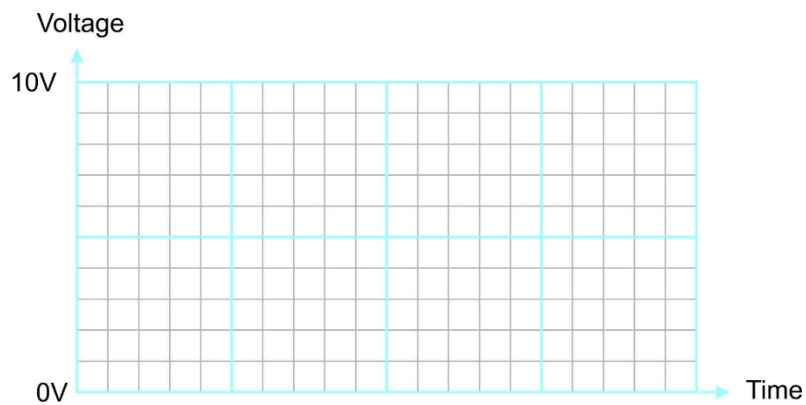
Fase 1:



Fase 2:



Fase 3:



## Ficha 14 - Utilización de la energía eólica para proporcionar corriente alterna:

Alimentación del motor \_\_\_\_\_  
Potencia en el convertidor \_\_\_\_\_  
de tensión Potencia en el \_\_\_\_\_  
inversor Potencia en la \_\_\_\_\_  
carga

## Ficha 15 - Utilización de la energía solar para suministrar CA :

Energía del panel solar \_\_\_\_\_  
Energía del inversor \_\_\_\_\_

## Ficha 16 - Utilizar la energía solar para cargar baterías

No hay tareas escritas.