

A5 Las propiedades de las células solares – Tensión, corriente y potencia

1 Primeras exploraciones con la célula solar

1.1 Aparatos y materiales

- 1 lámpara halógena de 20 W*
- 1 regla
- 1 lámina o filmina
- 1 papel, negro, DIN A4
- 1 hélice (para el motor solar grande)
- 1 hoja de papel
- 1 motor solar grande, armadura de hierro, 0,4 V/25 mA
- 1 célula solar, 0,5 V/150 mA
- 1 papel transparente
- 4 cables conectores de cocodrilo

*¡El experimento también se puede realizar con luz directa del sol!

Atención: Al acabar el experimento, los materiales deben ser devueltos o eliminados siguiendo las instrucciones del profesor.

1.2 Advertencias de seguridad

Los materiales sólo pueden utilizarse según las instrucciones del experimento o las que dé el profesor o la profesora. Las lámparas halógenas se calientan mucho y por ello no deben tocarlas.

1.3 Realización del experimento

- En caso de que no se haya utilizado antes la célula solar retiren el plástico protector.
- Conecten el cable a la célula solar. Procuren que no se toquen las pinzas porque de otro modo se producirá un cortocircuito.

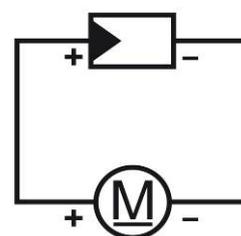


Fig. 1: Esquema de conexión.

- Conecten ahora con una de las pinzas de cocodrilo el motor con la hélice insertada a la célula solar.
- Coloquen o sostengan la célula solar al sol de tal manera que la luz caiga verticalmente encima.
- Determinen con la regla la distancia a la fuente de luz (tratándose de una lámpara halógena de 20 W por lo general 15 cm), a la que el motor eléctrico marcha bien.
- Conserven la misma distancia en los demás experimentos.
- Comprueben cómo tiene que ser la conexión para que la hélice se mueva en el sentido de las agujas del reloj.



Fig. 2: La configuración del experimento.

- Cambien las condiciones de iluminación tapando poco a poco la superficie de la célula solar parcialmente con papel negro.
- Estudien la dependencia de la velocidad de giro del motor del ángulo de incidencia de la luz, haciendo girar la célula solar a la luz (sin taparla con el papel negro).
- Sostengan otros materiales claros o transparentes delante de la célula solar.
- Verifiquen la influencia de la velocidad de giro del motor.

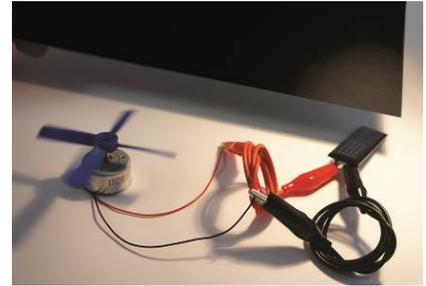


Fig. 3: Sombreado de la célula solar con papel negro.

1.4 Observación

Comenten lo observado con sus vecinos y apúntenlo de forma resumida.

1.5 Evaluación

Enumeren los factores que inciden en la potencia de una célula solar.

1.6 Preguntas

Expliquen cómo se tienen que instalar las células solares en las casas a fin de que sean lo más efectivas posible.

2 La intensidad de un cortocircuito y la tensión en vacío al colocar la lámpara a diferentes distancias

Este experimento funciona únicamente con una lámpara y no a la luz del sol.

2.1 Aparatos y materiales

- 1 multímetro digital
- 1 juego de cable de medición banana/cocodrilo, en rojo y negro, respectivamente
- 1 lámpara halógena de 20 W
- 1 célula solar, 0,5 V/150 mA
- 1 regla

Atención: Al acabar el experimento, los materiales deben ser devueltos o eliminados siguiendo las instrucciones del profesor.

2.2 Advertencias de seguridad

Los materiales sólo pueden utilizarse según las instrucciones del experimento o las que dé el profesor o la profesora.

Las lámparas halógenas se calientan mucho y por ello no deben tocarlas.

2.3 Realización del experimento

- Conecten el multímetro a la célula solar. Para medir la tensión utilicen el intervalo de 2.000 mV y para medir la intensidad el intervalo de 200 mA con un multímetro y simplemente cambien el conmutador entre tensión y corriente en el aparato de medición.

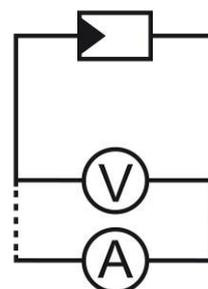


Fig. 4: Esquema de conexión. La medición con un multímetro cambiando el intervalo de medición de la tensión (V) a la intensidad (A).

- Cambien la distancia de la célula solar a la lámpara con la regla en pasos de 5 cm. Empiecen con una distancia de 5 cm.
- Midan para cada distancia la tensión (tensión en vacío) y la intensidad en la célula solar (intensidad de cortocircuito). Apunten en cada caso el valor que obtuvieron con una distancia dada.



Fig. 5: La medición de la tensión a diferentes distancias.

2.4 Observación

Introduzcan los valores de medición en un diagrama (distancia-intensidad y distancia-tensión).

2.5 Evaluación

- a) Describan cómo influye la distancia y así la intensidad de la iluminación en la intensidad y la tensión medidas.
- b) Nombren lo que más cambia al modificar las condiciones de luz:
La intensidad o la tensión.

2.6 Preguntas

Se puede utilizar una célula solar para medir las condiciones de iluminación en un lugar. ¿Qué magnitud es mejor para lograrlo, la intensidad o la tensión? Expliquen por qué.

3 ¿Qué sucede al conectar las células solares en serie o en paralelo?

3.1 Aparatos y materiales

- 2 bandas elásticas
- 1 lámpara halógena de 20 W*
- 1 hélice (para el motor solar grande)
- 1 motor solar grande, armadura de hierro, 0,4 V/25 mA
- 2 células solares, 0,5 V/150 mA
- cartón
- 1 tijera
- 6 cables conectores de cocodrilo

*¡El experimento también se puede realizar con luz directa del sol!

Atención: Al acabar el experimento, los materiales deben ser devueltos o eliminados siguiendo las instrucciones del profesor.

3.2 Advertencias de seguridad

Los materiales sólo pueden utilizarse según las instrucciones del experimento o las que dé el profesor o la profesora.

Las lámparas halógenas se calientan mucho y por ello no deben tocarlas.

3.3 Realización del experimento

- Corten una tira de cartón de forma que puedan colocar encima dos células solares una junto a la otra. Las células solares deben sobresalir un poco en la parte de arriba y abajo, para que las puedan montar con ayuda de las bandas elásticas (véase la fig. 6). (El objetivo es tener el mismo ángulo y la misma luminosidad para las dos células durante la medición).



Fig. 6: Montaje de las células solares en una tira de cartón.

- Conecten una de las dos células solares con el motor solar (con la hélice insertada). Fijen la distancia a la lámpara de tal manera que el motor gire en el sentido de las agujas del reloj. Procuren que cuando muevan las células solares no entren en contacto con las pinzas de cocodrilo conectadas a las células solares, para que no se produzca un cortocircuito (¡de otro modo, la tensión y la corriente quedan en cero!)

- Ahora conecten la segunda célula solar en paralelo (véase la fig. 8). Comparen la velocidad de giro.

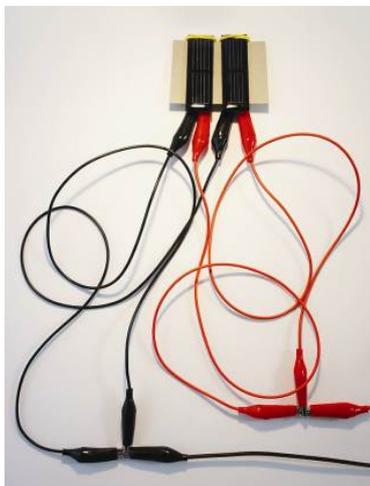
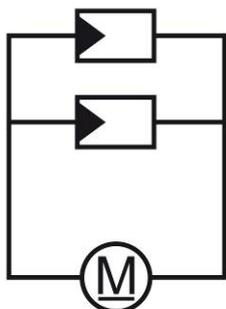


Fig. 8: Cableado con conexión paralela. La segunda célula solar no se debe conectar directamente en la primera, ¡hay peligro de contacto flojo y cortocircuito! En vez de eso conectar el cable a través del punto de cruce.

- Ahora conecten la célula solar en serie (“en serie”, véase la fig. 11) y comparen nuevamente la velocidad de giro.

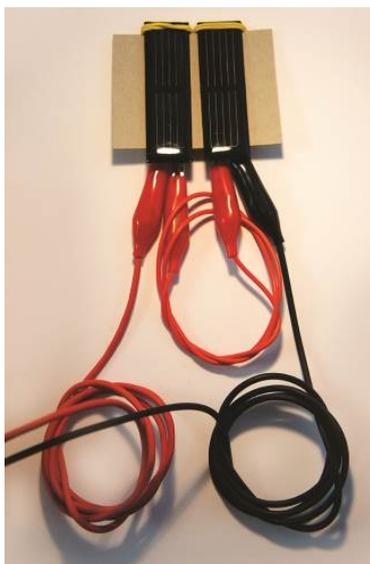
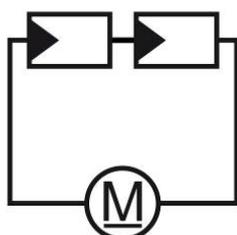


Fig. 10: Cableado con conexión en serie.

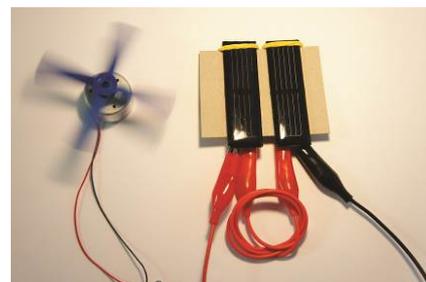


Fig. 11: Accionamiento del motor en conexión en serie.

3.4 Observación

Escriban sus observaciones de forma resumida.

3.5 Evaluación

Si se utilizan dos células solares se genera el doble de energía eléctrica a partir de la luz. En realidad podría esperarse que el motor solar con dos células solares giraría mucho más rápidamente que con una sola, al margen de la interconexión realizada. Expliquen a qué podría deberse que según la conexión llegue una mayor o menor parte de la energía al motor. (Un consejo: la resistencia interior de la célula solar)

3.6 Preguntas

- a) Expliquen por qué la potencia de la célula solar es diferente tratándose de una conexión en paralelo o en serie.
- b) ¿Cómo se comportan en comparación con las células solares dos pilas alcalinas de tipo “mignon” que se conectan en paralelo o en serie?

4 La intensidad y la tensión en la conexión en serie y en paralelo de células solares

Este experimento es la continuación del experimento parcial 3, ahora, sin embargo, se miden la intensidad y la tensión.

4.1 Aparatos y materiales

- 1 multímetro digital
- 2 bandas elásticas
- 1 lámpara halógena de 20 W*
- 1 juego de cable de medición banana/cocodrilo, en rojo y negro, respectivamente
- cartón
- 2 células solares, 0,5 V/150 mA
- 4 cables conectores de cocodrilo

*¡El experimento también se puede realizar con luz directa del sol!

Atención: Al acabar el experimento, los materiales deben ser devueltos o eliminados siguiendo las instrucciones del profesor.

4.2 Advertencias de seguridad

Los materiales sólo pueden utilizarse según las instrucciones del experimento o las que dé el profesor o la profesora.

Las lámparas halógenas se calientan mucho y por ello no deben tocarlas.

4.3 Realización del experimento

- Pongan la célula solar a una distancia de 10 cm de la lámpara (o a una luz solar intensa). Midan la intensidad de cortocircuito y la tensión en vacío de la célula solar.
- Ahora conecten dos células solares en paralelo. Midan la intensidad de cortocircuito y la tensión en vacío de la conexión en paralelo.
- Repitan la medición para una conexión en serie de dos células solares.

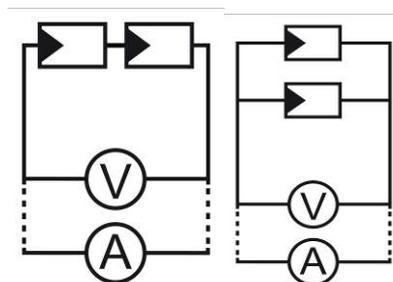


Fig. 12: Esquemas de la conexión en serie (a la izq.) y paralela (a la der.).

4.4 Observación

- Elaboren una tabla según el ejemplo siguiente y apunten los valores de medición:

	tensión [V]	intensidad [A]
célula individual		
2 células en paralelo		
2 células en serie		

- ¿Cómo se puede describir de forma aproximada el comportamiento de la intensidad y la tensión en la conexión en paralelo y en serie en comparación con una célula individual?

4.5 Evaluación

Comparen el resultado de este experimento parcial con el del experimento parcial 3 (¿Qué pasa si se conectan las células solares en serie o en paralelo?) y expliquen las diferencias.

4.6 Preguntas

Expliquen por qué el producto de la intensidad de cortocircuito y la tensión en vacío no dan la potencia verdadera de la célula solar.

5 ¿Cómo se comportan las células solares conectadas en serie o en paralelo al quedar en la sombra?

Se vuelven a utilizar las células solares montadas sobre el cartón como en los experimentos parciales 3 y 4.

5.1 Aparatos y materiales

- 1 multímetro digital
- 2 bandas elásticas
- 1 lámpara halógena de 20 W*
- 1 juego de cable de medición banana/ cocodrilo, en rojo y negro, respectivamente
- 1 papel, negro, DIN A4
- cartón
- 2 células solares, 0,5 V/150 mA
- 4 cables conectores de cocodrilo

*¡El experimento también se puede realizar con luz directa del sol!

Atención: Al acabar el experimento, los materiales deben ser devueltos o eliminados siguiendo las instrucciones del profesor.

5.2 Advertencias de seguridad

Los materiales sólo pueden utilizarse según las instrucciones del experimento o las que dé el profesor o la profesora.

Las lámparas halógenas se calientan mucho y por ello no deben tocarlas.

5.3 Realización del experimento

- Conecten dos células solares en paralelo. Pónganlas a una distancia de aprox. 10 cm de la lámpara.
- Midan la intensidad de cortocircuito y la tensión en vacío de la conexión en paralelo.
- Tapen las dos células solares con el papel negro poco a poco de forma que la mitad de sus superficies quede cubierta (véase el esquema de la fig. 14)



Fig. 13: Sombreado parcial de una de las dos células solares.

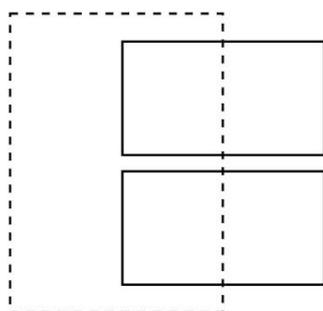


Fig. 14: Sombreado parcial de ambas células solares.

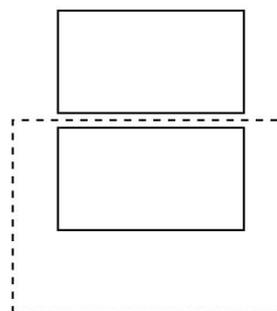


Fig. 15: Sombreado de una sola célula solar.

- Ahora cubran una de las dos células solares por completo (véase el esquema de la fig. 15). Comparen los resultados obtenidos.
- Repitan la medición para una conexión en serie de dos células solares.

5.4 Observación

Elaboren una tabla según el ejemplo siguiente y apunten los valores de medición:

	conexión en paralelo		conexión en serie	
	tensión [V]	I [mA]	tensión [V]	I [mA]
no tapada				
ambas tapadas a la mitad				
una célula tapada por completo				

5.5 Evaluación

Calculen en cada caso el producto de la intensidad de cortocircuito y la tensión en vacío.

5.6 Preguntas

- Expliquen por qué para la fabricación de módulos solares se conectan las células solares en serie y por qué estas series a su vez son conectadas en paralelo.
- En una página en internet sobre la tecnología solar figura la afirmación: “En la conexión en serie el módulo más débil determina la potencia total”. Expliquen lo que significa. Formulen una frase correspondiente para la conexión en paralelo.
- Tina quiere participar en el concurso sobre la tecnología solar. Para ello tiene que construir un bote accionado por un ventilador. Cómo máximo puede utilizar 4 células solares (0,5 V, 100 mA). El motor tiene una tensión de arranque de 0,6 V y una corriente de arranque de 25 mA. ¿Qué conexión le recomendarían para que el bote alcance la máxima velocidad? Expliquen por qué.

6 Optimización de la potencia de las células solares

Dado que por grupo sólo se dispone de un multímetro digital, en este experimento tienen que trabajar dos grupos a la vez.

6.1 Aparatos y materiales

- 2 multímetros digitales
- 1 lámpara halógena de 20 W*
- 2 juegos de cables de medición banana/cocodrilo, en rojo y negro, respectivamente
- 1 potenciómetro, 470 Ohm
- 1 célula solar, 0,5 V/150 mA
- 6 cables conectores de cocodrilo

*¡El experimento también se puede realizar con luz directa del sol!

Atención: Al acabar el experimento, los materiales deben ser devueltos o eliminados siguiendo las instrucciones del profesor.

6.2 Advertencias de seguridad

Los materiales sólo pueden utilizarse según las instrucciones del experimento o las que dé el profesor o la profesora.

Las lámparas halógenas se calientan mucho y por ello no deben tocarlas.

6.3 Realización del experimento

Atención: El potenciómetro es una resistencia regulable. Un contacto variable obtiene en un tramo de resistencia el valor deseado.

- Construyan una conexión según el esquema de conexión de la fig. 16. Para ello utilicen un segundo multímetro digital, de forma que puedan medir a la vez la intensidad y la tensión.

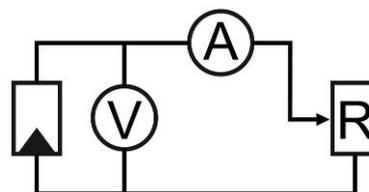


Fig. 16: Esquema del circuito eléctrico para la medición de la potencia de la célula solar. Cuanto menor la resistencia, mayor debería ser la corriente con una tensión constante. Pero, ¿la tensión se mantiene constante?

- Coloquen la célula solar a una distancia de 5 cm de la lámpara.
- Varíen la resistencia al girar el potenciómetro de tal manera que se indique la tensión máxima. (por lo general más de 0,5 V).
- Ahora lean la intensidad correspondiente.
- Ahora fijen la tensión en 0,1 V menos girando el potenciómetro y vuelvan a medir la intensidad correspondiente. Repiten este proceso hasta que la tensión sea nula.



Fig. 17: Conexión en el potenciómetro sobre un contacto lateral y un contacto medio.

6.4 Observación

Elaboren una tabla según el ejemplo siguiente y apunten los valores de medición:

medición	tensión [V]	intensidad [A]	resistencia [Ω]	potencia [W]
1				
2				
...				

6.5 Evaluación

- Dibujen el diagrama de tensión e intensidad U-I
- Para cada valor de medición individual se puede determinar la resistencia del potenciómetro así como la potencia eléctrica que ha cedido la célula solar en la resistencia. Introduzcan los valores en la tabla como columnas adicionales.
- Determinen el punto de medición en el que se obtuvo la potencia máxima. Este punto se denomina punto de potencia máxima (MPP, Maximum Power Point).

6.6 Preguntas

La potencia máxima se obtiene cuando la resistencia de un aparato es equivalente a la resistencia interna de la célula solar. La resistencia interna no es constante, sino que depende de la iluminación. Para obtener una potencia máxima en peores condiciones de iluminación hay que cambiar por ello la resistencia. Diseñen un experimento en el que puedan comprobar si la resistencia de un aparato debe ser aumentada o reducida si cambian las condiciones de luz.