

## A3 Circuitos eléctricos complejos

Experimento parcial A3.1 Conexión en paralelo

Experimento parcial A3.2 Conexión en serie

### 1 Pregunta central

A continuación se formulan las preguntas guía para la acción, que son la base para los experimentos parciales:

- ¿Qué ocurre al colocar varias lámparas incandescentes en el circuito eléctrico? (Experimento parcial 1 y 2)
- ¿Cuántas lámparas incandescentes se pueden hacer encender con una batería? (Experimento parcial 1 y 2)
- ¿Cómo se deben encender las luces de manera tal que sean igual de brillantes? (Experimento parcial 1)

### 2 Información de trasfondo

#### 2.1 Relevancia para el plan de estudios

Los experimentos acerca de circuitos eléctricos más complejos se basan en las experiencias previas, que los alumnos y alumnas han realizado al experimentar con circuitos eléctricos sencillos. Se puede lograr así una comprensión más profunda acerca de la relevancia de los diferentes elementos que componen el circuito eléctrico. Amplían sus conocimientos sobre relaciones causales simples, por medio de las cuales es posible describir las relaciones de dependencia entre los elementos que componen un circuito eléctrico. Varias lámparas incandescentes conectadas en serie iluminan respectivamente menos que un bombillo. Varias lámparas incandescentes conectadas en paralelo son igualmente brillantes, pero la batería se agota más rápido.

#### Temas y terminología

Circuito eléctrico en derivación/no derivado, conexiones complejas, conexión en paralelo, conexión en serie, diagrama de circuito.

#### 2.2 Conocimientos a adquirir

Los alumnos y alumnas ...

- diferencian entre conexión en serie y conexión en paralelo en cuanto a su estructura y su relevancia para las propiedades del circuito en su conjunto.
- conocen cómo se afectan entre sí los componentes individuales en una conexión en serie o en paralelo.

### 3 Información complementaria sobre el experimento

Para preparar o profundizar en este experimento encuentra medios complementarios en el Portal de Medios de la Siemens Stiftung:

<https://medienportal.siemens-stiftung.org>

## 4 Realización

Indicaciones:

- El equipo y los materiales, tanto los entregados de antemano así como los suministrados en las cajas, están diseñados para que experimente **un** grupo de alumnos y alumnas de máximo **cinco** niños. En total, el material alcanza para **diez** grupos de estudiantes.
- Algunos de los componentes electrónicos están disponibles en diferentes versiones en la caja, por ejemplo, cables (cable con pinzas cocodrilo o cable trenzado), lámparas (bombillos o LED), interruptores, etc. Usted es libre de poner a disposición de los alumnos y alumnas otros componentes equivalentes, como alternativa a los materiales que figuran en la lista de materiales. Los alumnos y alumnas pueden explorar las diferentes versiones, asignar su función a los componentes y usarlos correctamente.
- Como fuentes de tensión para Experimento | 8+ sólo se utilizan pilas y células solares. Estas no son peligrosas para los alumnos debido a la baja tensión de corriente continua.
- En las conexiones en paralelo y en serie usted debería limitarse a la observación fenomenológica solamente. Una explicación de por qué las lámparas se encienden como lo hacen, sólo es posible cuando se dispone de concepciones sobre la relación entre tensión – intensidad de corriente – resistencia y se realizan las consideraciones energéticas. Esto se puede discutir a nivel cualitativo, pero tales consideraciones van más allá del plan de estudios.

## 4.1 A3.1 Conexión en paralelo

### 4.1.1 Equipos y materiales

Incluido en el material entregado

Materiales	Cantidad	No. de la caja
cable con pinzas cocodrilo	6	8
lámpara incandescente, 3,5 V	3	15
pila	6	5
portapilas	2	6
portalámparas	3	15
<b>Experimento adicional</b>		
cable con pinzas cocodrilo	1	8
interruptor deslizante	1	14

### 4.1.2 Aspectos organizativos

<b>Lugar en donde se realizan los experimentos</b>	En el salón de clases sobre una mesa sencilla
<b>Tiempo necesario</b>	Aprox. 30 minutos El experimento parcial 2 se debe realizar inmediatamente después.
<b>Variantes de ejecución</b>	El circuito eléctrico con una lámpara incandescente es armado por el profesor. Se realiza la modificación a la conexión en paralelo. Luego los alumnos y alumnas elaboran ellos mismos una conexión en paralelo.
<b>Indicaciones de seguridad</b>	Véase la carpeta de manuales “Advertencias de seguridad sobre el tema Energía”

### 4.1.3 El experimento parcial en el contexto explicativo

En una conexión en paralelo, cada componente (aquí cada lámpara incandescente) es conectado directamente a la fuente de tensión. El circuito incluye ramificaciones. Cada componente tiene su propio circuito eléctrico.

Todos los componentes son alimentados por el mismo voltaje. Por lo tanto, en el experimento las dos lámparas incandescentes son tan brillantes como en el circuito con un bombillo. La intensidad de corriente se divide en los componentes según sus resistencias.

Si se interrumpe el flujo de corriente por una ramificación hacia uno de los dos bombillos, eso no tiene ningún efecto sobre el otro bombillo.

Indicaciones:

- Todas las lámparas incandescentes en este Experimento tienen la misma resistencia.
- Una representación resumida de los principios físicos más importantes relacionados con la tensión, corriente y resistencia eléctrica se puede encontrar en la carpeta de manuales en el método didáctico “Electricidad y Energía – Principios físicos”, Capítulo 3 a 5.

#### 4.1.4 Verificar los conocimientos previos y las concepciones de los alumnos y alumnas

Las conexiones en paralelo son de hecho muy comunes en la vida cotidiana (por ejemplo, regleta multitoma, iluminación de bicicleta con dínamo), pero pueden ser más difíciles de entender para muchos estudiantes de este nivel de edad, en comparación con el circuito en serie. Por eso conviene que en un principio sólo hagan experimentos sencillos.

Los alumnos y alumnas ya deben haber conocido circuitos eléctricos sencillos.

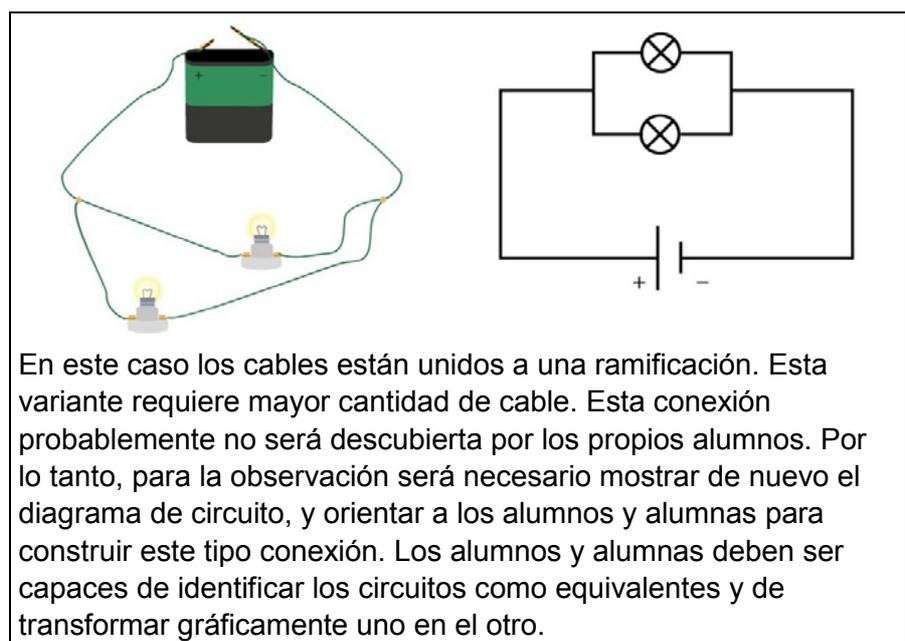
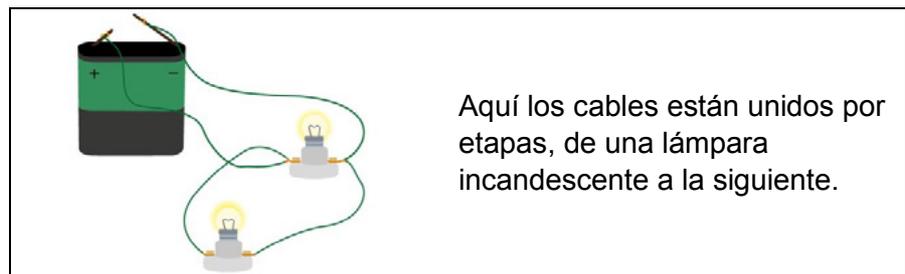
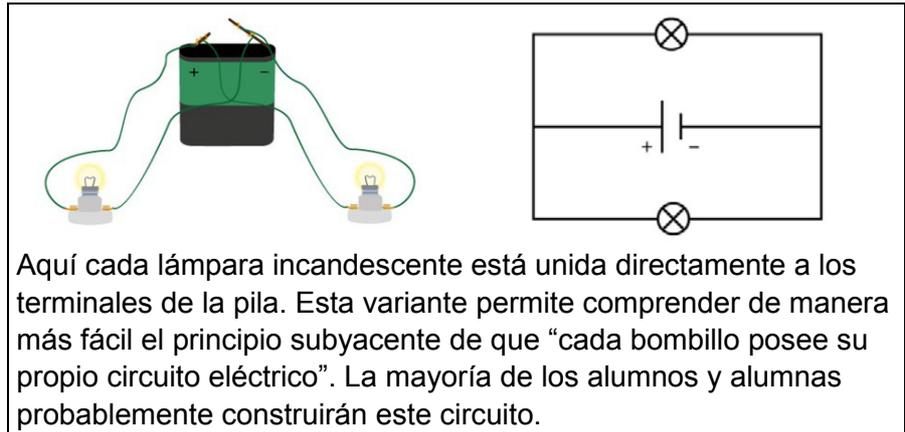
#### 4.1.5 El ciclo de investigación

Aspectos e información importantes acerca de las etapas del proceso del ciclo de investigación en el experimento del estudiante:

<p><b>La pregunta de investigación</b></p> 	<p>Para la pregunta de investigación formulada en las instrucciones para los alumnos, son posibles las siguientes alternativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ¿Qué sucede cuando dos lámparas incandescentes son alimentadas por una fuente de tensión?</li> <li>▪ ¿Cómo se pueden hacer brillar de igual manera dos lámparas incandescentes con una pila?</li> </ul>
<p><b>Reunir ideas y conjeturas</b></p> 	<p>Las posibles conjeturas podrían ser:</p> <p><b>Para la pregunta de investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “Una pila sólo puede hacer que se ilumine una lámpara.”</li> <li>▪ “Eso debe quedar claro. Las lámparas de nuestra sala brillan todas de igual manera.”</li> <li>▪ “Una pila es demasiado débil, se necesita algo más fuerte.”</li> </ul> <p><b>Para el experimento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “¿Para qué necesito tantos cables?”</li> <li>▪ “Estoy construyendo un circuito con los cables y las luces y me aseguro de que cada lámpara esté conectada a la pila.”</li> <li>▪ “Con varias lámparas y cables es muy difícil construir un circuito cerrado.”</li> </ul> <p>Pase de las conjeturas al experimento.</p>
<p><b>Experimentar</b></p> 	<p><b>Construcción del experimento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El circuito de comparación tiene el propósito de poder contrastar de mejor manera el brillo de las lámparas en el circuito experimental</li> <li>▪ Si utiliza materiales distintos a los especificados en la lista de materiales, asegúrese de que se utilicen bombillos universales idénticos con la misma especificación y la misma potencia de las pilas. De lo contrario no es posible comparar los dos circuitos.</li> </ul>

**Realización:**

- Algunos alumnos y alumnas construirán también espontáneamente un circuito en serie.
- En una conexión en paralelo existen varias opciones para disponer el cableado. A pesar de tener una apariencia diferente, funcionalmente son equivalentes.
- Los alumnos y alumnas documentan todos los circuitos construidos con diagramas de circuitos.



<p><b>Observar y documentar</b></p> 	<p><b>Observaciones más importantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Las dos lámparas incandescentes en el circuito experimental con la conexión en paralelo <u>brillan tanto como</u> el bombillo en el circuito eléctrico de comparación.</li> <li>▪ Los alumnos y alumnas deben reconstruir el circuito predeterminado (diagrama de circuito disponible), si aún no lo han descubierto durante la experimentación.</li> </ul> <p>Otra observación puede ser que en el circuito experimental una lámpara incandescente con un brillo menor (en contraste con el circuito de comparación) continúa encendida si la otra se desenrosca.</p>
<p><b>Evaluar y reflexionar</b></p> 	<p><b>Resultados esperados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En términos de cableado, la conexión en paralelo corresponde a <b>dos</b> circuitos individuales. Para poder llegar a esta conclusión los alumnos y alumnas recorren los circuitos eléctricos con el dedo.</li> <li>▪ Al desenrosca una lámpara incandescente sólo se interrumpe el circuito donde se encuentra la lámpara. La corriente puede fluir, sin embargo a la batería a través del segundo circuito eléctrico. De ese modo encienden las lamparitas en este circuito eléctrico. No importa cual lámpara sea desconectada, no se observará ninguna diferencia. Así se profundiza en qué hace un circuito eléctrico.</li> </ul> <p><b>Volviendo a la historia del evento:</b> El cableado de las lámparas en la casa de muñecas de Mia también es una conexión en paralelo.</p>

#### 4.1.6 Ideas complementarias

##### En las instrucciones para los alumnos

<p><b>Así puedes continuar la investigación</b></p> 	<p>A modo de profundización, los alumnos y alumnas pueden integrar un interruptor y observar sus efectos, según el lugar en que se coloque:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Si está instalado antes de la ramificación, él apaga/enciende todas las lámparas.</li> <li>▪ Si el interruptor se inserta después de una ramificación, sólo enciende/apaga la lámpara que le sigue inmediatamente después.</li> </ul> <p>El cableado de la iluminación en los edificios también es una conexión en paralelo. En cada uno de los circuitos eléctricos en paralelo está incorporado un interruptor, por lo que por ejemplo, se puede apagar la luz del baño y se continúa iluminando el pasillo. Sólo el fusible está incorporado como un interruptor antes de las ramificaciones. Cuando este interruptor está apagado, no funciona ninguna iluminación.</p>
---	--

### 4.1.7 Referencia técnica

#### En las instrucciones para los alumnos

La conexión en paralelo, como la han observado los alumnos en varios experimentos, corresponde al cableado estándar, tanto en la distribución de corriente sobre las líneas de potencia de larga distancia, así como en la red local y en cada hogar en particular. Aunque en la vida cotidiana está constantemente presente, la mayoría no está consciente de esto.

<p><b>Siguiéndole la pista a la técnica</b></p> 	<p>En las instrucciones para los alumnos aparecen las siguientes fotos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Como referencia a la vida cotidiana: <b>Guirnalda luminosa con diodos luminosos</b></li> <li>▪ Como idea adicional: <b>Regleta multitoma portátil</b> con un interruptor para el sistema de audio del televisor.</li> </ul> <p>Los alumnos y alumnas deben abordar la aplicación y operación del aparato que se muestra y hacer una referencia a la conexión en paralelo. Evalúe sus conocimientos a través de la elaboración de diagramas de circuitos.</p>
---	---

Todos los alumnos han visto las **guirnaldas luminosas** como decoraciones de Navidad. El profesor debe señalar que antiguamente también se utilizaban guirnaldas luminosas de conexión en serie (se utilizan menos cables) y debe indicar cuáles son las ventajas de las guirnaldas modernas de conexión en paralelo (que funcionan incluso en caso de fallar alguna lámpara individual). Todos los alumnos y alumnas conocen las **regletas multitoma** utilizadas en la vida diaria. El cableado interno para conexión en paralelo, sin embargo, es menos conocido. A partir de sus experimentos con corriente continua, los alumnos y alumnas saben que para la conexión en paralelo todos los equipos eléctricos disponen del mismo voltaje. Bajo la guía del profesor, los alumnos podrían verificar que este es también el caso de la regleta multitoma en el hogar, mediante la evaluación de las especificaciones de voltaje en las etiquetas con características de diversos aparatos eléctricos. Ya sea un secador de pelo, bombillo, batidora de mano o aspiradora – en todos figura 115 voltios. Ya que muchos de estos dispositivos se pueden conectar y utilizar simultáneamente, todos ellos deben tener la misma tensión, es decir, estar conectados en paralelo. Aborde el tema del ahorro de energía, a propósito de la regleta multitoma: de ese modo los aparatos (televisores, radios, etc.) pueden ser completamente desconectados de la red eléctrica. En muchos dispositivos, la corriente fluye tan pronto como quedan conectados a la red (modo de espera).

Para las soluciones a las preguntas planteadas en las instrucciones para los alumnos, por favor vea la hoja de respuestas en la carpeta de manuales. En el paquete de medios “Experimento | 8+: Siguiéndole la pista a la técnica”, que está disponible en el Portal de Medios, encontrará más información especializada, resumida en una hoja informativa y una lista de enlaces. En este paquete de medios de comunicación están disponibles también una hoja de trabajo y fotografías.

#### Otros

Comportamiento de la conexión en paralelo en caso de sobrecarga: ya sea en la red de energía eléctrica de larga distancia, en la red de distribución o en el hogar, sucede que si se conectan demasiados dispositivos eléctricos en paralelo, entonces la fuente de alimentación disminuye la tensión debido a la sobrecarga o a que las líneas están demasiado calientes debido al alto flujo de corriente. En el hogar el fusible doméstico se dispara para evitar incendios, en las redes de larga distancia o de distribución se produce el llamado “apagón”.

## 4.2 A3.2 Conexión en serie

### 4.2.1 Equipos y materiales

Incluido en el material entregado

Materiales	Cantidad	No. de la caja
cable con pinzas cocodrilo	3	8
lámpara incandescente, 3,5 V	3	15
pila	6	5
portapilas	2	6
portalámparas	3	15
<b>Experimento adicional</b>		
cable con pinzas cocodrilo	2	8
interruptor deslizante	2	14

### 4.2.2 Aspectos organizativos

<b>Lugar en donde se realizan los experimentos</b>	En el salón de clases sobre una mesa sencilla
<b>Tiempo necesario</b>	Aprox. 30 minutos El experimento parcial 1 debe llevarse a cabo con anterioridad.
<b>Variantes de ejecución</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se trabajará sólo con un circuito eléctrico. Para empezar se construye el circuito eléctrico con una lámpara. Luego se incorpora la segunda lámpara.</li> <li>▪ El circuito eléctrico con una lámpara incandescente es armado por el profesor. Se realiza la conversión a la conexión en serie. Luego los alumnos y alumnas elaboran una conexión en serie.</li> </ul>
<b>Indicaciones de seguridad</b>	Véase la carpeta de manuales “Advertencias de seguridad sobre el tema Energía”

### 4.2.3 El experimento parcial en el contexto explicativo

Los alumnos y alumnas conectan dos lámparas incandescentes en serie.

#### Información técnica

En una conexión en serie se conecta la “salida” de un componente (aquí se trata de una lámpara incandescente) con la “entrada” del siguiente componente (de nuevo una lámpara). No hay ramificaciones en el circuito eléctrico.

Nota: Los técnicos también dicen conectado “en serie” o “serie”; el término “circuito en serie” es anticuado.

En una conexión en serie, todos los componentes son atravesados por la misma intensidad de corriente. La tensión se divide entre los componentes según sus resistencias. Por lo tanto, ambas lámparas incandescentes brillan menos que si hubiera sólo una lámpara en el circuito.

Indicaciones:

- Todos los bombillos en este Experimento tienen la misma resistencia.
- Una representación resumida de los principios físicos más importantes relacionados con la tensión, corriente y resistencia eléctrica se puede encontrar en la carpeta de manuales en el método didáctico “Electricidad y Energía – Principios físicos”, Capítulo 3 a 5.

#### 4.2.4 Verificar los conocimientos previos y las concepciones de los alumnos y alumnas

Solo pocos alumnos y alumnas ya intuyen que dos lámparas incandescentes conectadas a una pila brillan menos que una sola. En las guirnaldas luminosas obsoletas para el árbol de Navidad, podrían haber visto una vez más que toda la guirnalda luminosa se apaga cuando se desenrosca una lamparita. Por otro lado, la conexión en serie se presenta muy poco en los circuitos eléctricos que utilizamos en la vida cotidiana.

Los alumnos y alumnas ya deberían tener experiencia con circuitos eléctricos sencillos.

#### 4.2.5 El ciclo de investigación

Aspectos e información importantes acerca de las etapas del proceso del ciclo de investigación en el experimento del estudiante:

<p><b>La pregunta de investigación</b></p> 	<p>Para la pregunta de investigación formulada en las instrucciones para los alumnos son posibles las siguientes alternativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ¿Qué sucede cuando dos lámparas incandescentes son alimentadas por una fuente de tensión?</li> <li>▪ ¿Qué tanto iluminan las lámparas incandescentes cuando incorporas dos de ellas en un circuito?</li> </ul>
<p><b>Reunir ideas y conjeturas</b></p> 	<p>Las posibles conjeturas podrían ser:</p> <p><b>Para la pregunta de investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “La pila alimenta todas las lamparitas al mismo tiempo, así que todas son igualmente brillantes.”</li> <li>▪ “Una lamparita brilla más débilmente.”</li> </ul> <p><b>Para el experimento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “Se necesita mucho menos cable que para la conexión en paralelo.”</li> </ul> <p>Pase de las conjeturas al experimento.</p>
<p><b>Experimentar</b></p> 	<p><b>Construcción del experimento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El diagrama de circuito es presentado, de tal modo que los alumnos y alumnas no construyan la conexión en paralelo de nuevo en este experimento. El desafío es que los alumnos y alumnas construyan un circuito eléctrico basado en un diagrama de circuito.</li> <li>▪ Para las demás indicaciones, véase el experimento parcial 1.</li> </ul> <p><b>Realización:</b></p> <p>Ninguna indicación especial.</p>

<p><b>Observar y documentar</b></p> 	<p><b>Observaciones más importantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Las dos lámparas en el circuito experimental brillan más débilmente, que la lámpara en el circuito de comparación.</li> <li>▪ En el circuito con la conexión en serie ya no se enciende ninguna lámpara tan pronto como se afloja o se quita una de ellas por completo.</li> </ul>
<p><b>Evaluar y reflexionar</b></p> 	<p><b>Resultados esperados:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La conexión en serie corresponde a un circuito eléctrico. Si se desenrosca una lámpara, este circuito es interrumpido y ya no fluye la corriente. No importa cual lámpara se desenrosque.</li> <li>2. Desventaja de la guirnalda luminosa con conexión en serie: Toda la guirnalda no se enciende cuando una lámpara es desenroscada o se rompe. Para la conexión en paralelo, las luces restantes quedan encendidas. En las guirnaldas luminosas modernas se combinan la conexión en serie y la conexión en paralelo de las lamparitas (para más detalles véase el Capítulo 4.1.7).</li> </ol> <p>Advierta a los alumnos y alumnas que este método de “apagar” (es decir, se desenrosca una lámpara y todo se apaga) no se debe realizar en la vida cotidiana. Siempre se debe accionar el interruptor, o si no lo hay, se debe desconectar el enchufe.</p>

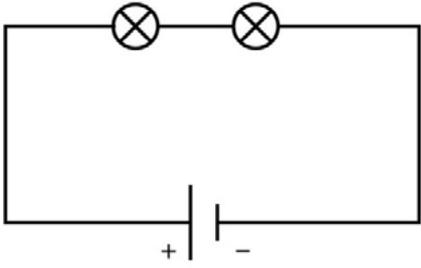
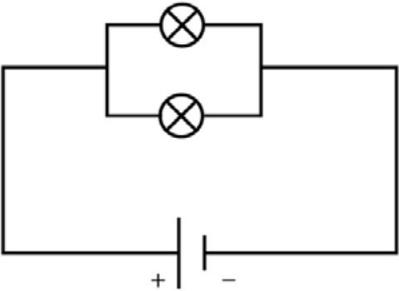
#### 4.2.6 Ideas complementarias

##### En las instrucciones para los alumnos

<p><b>Así puedes continuar la investigación</b></p> 	<p>La conexión en serie se complementa con dos interruptores. Los alumnos y alumnas pueden integrarlos en cualquier punto en el circuito (antes o entre las lámparas); el efecto es siempre el mismo: El circuito es completamente interrumpido cuando un interruptor se abre; ninguna de las dos lámparas se encenderá más. Una corriente fluye solamente cuando ambos interruptores están cerrados. En la técnica, el principio de la conexión en serie de interruptores tiene aplicación para, por ejemplo, aumentar la seguridad de los aparatos electrónicos. Una reflexión en profundidad sobre las ventajas y desventajas de la conexión en serie tiene sentido, si los estudiantes ya han realizado el experimento parcial con la conexión en paralelo (véase experimento parcial 1).</p>
---	---

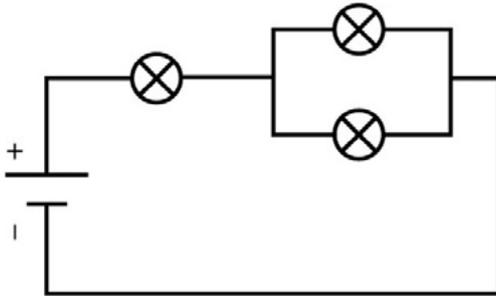
## Otros

- Los alumnos y alumnas completan la conexión en serie para otras lámparas incandescentes idénticas. También podrían utilizar una pila más potente, a continuación todos los bombillos brillarían de nuevo. Para obtener una pila más potente, las pilas se pueden conectar en serie (véase experimento A4.1).
- Se recomienda a manera de conclusión para el tema de conexiones en serie y en paralelo, reflexionar con toda la clase acerca de las diferencias observadas (ver tabla).

	Conexión en serie	Conexión en paralelo
<b>Diagrama de circuito (con lámparas incandescentes)</b>		 (una de 3 posibles variantes)
<b>Circuito eléctrico</b>	Sin ramificaciones; los componentes se encuentran en un circuito común.	Con ramificaciones; cada componente tiene su propio circuito eléctrico.
<b>Tensión</b>	En cada componente aparece sólo una parte de la tensión.	En cada componente aparece la misma tensión.
<b>Corriente</b>	A través de cada componente fluye la misma corriente.	La corriente se distribuye sobre los circuitos paralelos.
<b>En comparación con el circuito sencillo con sólo una lámpara incandescente ...</b>	... todas las lámparas brillan menos.	... todas las lámparas brillan igual.
<b>Interruptor en el circuito eléctrico</b>	Apaga/enciende todos los componentes.	Según el lugar donde esté instalado el interruptor, encenderá/apagará todos los componentes o sólo el componente en el circuito parcial.
<b>Ventajas</b>	La pila dura lo mismo que para un componente.	Si un componente está dañado o falta, los demás siguen siendo alimentados con corriente.
<b>Desventajas</b>	Si un componente está dañado o falta, entonces ningún componente es alimentado con corriente.	La pila se agota más rápidamente que con un componente.
<b>Aplicaciones en la técnica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lámparas: Guirnalda luminosa (en desuso)</li> <li>Interruptor: Interruptor de seguridad (por ejemplo, en una máquina de lavado o en el horno microondas), fusibles en paneles eléctricos</li> </ul>	Lámparas: Guirnalda luminosa, iluminación de bicicletas, iluminación de casas de muñecas

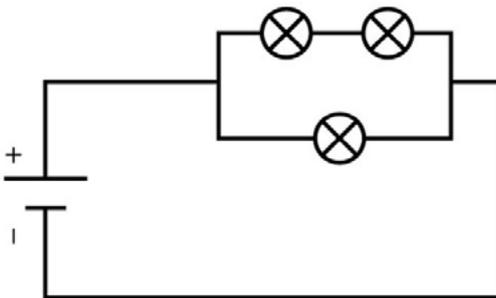
- Con el fin de profundizar aún más sus conocimientos, los alumnos y alumnas pueden construir una conexión combinada de serie y paralelo. Deben hacer predicciones acerca del brillo de los bombillos. A través de este ejercicio se consolidan aún más las diferencias entre una conexión en serie y una conexión en paralelo. Debido a la complejidad del tema, los alumnos y alumnas seguro necesitarán apoyo.

Para la conexión existen las siguientes posibilidades:



Observación

- Todas las lámparas incandescentes brillan más débilmente que la lámpara en el circuito de comparación.
- Las lámparas en paralelo no encienden tanto como la lámpara en serie.
- Las lámparas en paralelo son igualmente brillantes.



Observación

- Sólo la lámpara incandescente inferior se ilumina tanto como en el circuito de comparación.
- Las dos lámparas superiores no brillan tanto como la inferior.