

LABORATORIO REMOTO VISIR: Conexión de resistencias en serie y en paralelo

Rev: 1.0 (Enero/2017)

Autores: Unai Hernández (unai@labsland.com)

Javier García Zubía (zubia@labsland.com)

Contenido

1	Conceptualización.....	3
2	Objetivos y nivel de complejidad.....	4
3	El Laboratorio	4
4	Hipótesis que se pueden plantear durante el experimento	6
5	Experimentos para validar las respuestas a las hipótesis planteadas	8
5.1	Experimento 1. Medida de una resistencia	8
5.2	Experimento 2. Medir varias resistencias en serie o en paralelo	10
5.3	Experimento 3. Medir varias resistencias en serie y en paralelo	12
6	Conclusiones	14

1 Conceptualización

Los conductores eléctricos son aquellos materiales que permiten en mayor o menor medida que haya cierto flujo de cargas eléctricas en su interior. Esa resistencia a la que se enfrentan los electrones se denomina resistencia eléctrica del conductor.

Esta resistencia del conductor (R) depende del material del que está compuesto (definido por la resistividad del material ρ), su longitud (l) y su sección (S), atendiendo a la siguiente fórmula:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

La unidad de la resistencia son los Ohmios (Ω).

De este modo, todos los conductores eléctricos se oponen al paso de corriente eléctrica de un modo u otro. En un circuito electrónico, además de los conductores podemos encontrarnos con resistencias, componentes cuya única misión es oponerse al paso de corriente eléctrica. De este modo, se puede controlar la corriente eléctrica que circula por una determinada rama de un circuito.

En otras aplicaciones, las resistencias también pueden emplearse para convertir la energía eléctrica en energía calorífica, como ocurre con ciertas estufas. Pero en este laboratorio nos centraremos principalmente en analizar el comportamiento de las resistencias como componentes de un circuito electrónico.

El valor en ohmios de una resistencia puede obtenerse de dos maneras. La primera de ellas consiste en leer el código de colores que aparece en cada resistencia. Para ello, en función del número de bandas de las que coste la resistencia, podrás utilizar diferentes tablas que puedes encontrar fácilmente en Internet.

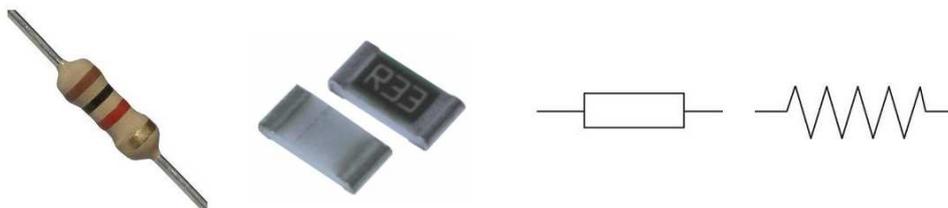


Figura 1. Resistencia eléctrica. Diferentes tipos de componentes y símbolos

Si bien este es un método sencillo y directo, no es válido cuando tenemos diferentes resistencias conectadas en serie y/o en paralelo.

Para ello disponemos del segundo método, en el cual, para medir el valor de una resistencia o una asociación de resistencias, usamos un instrumento denominado multímetro, el cual también nos permitirá medir la tensión y la corriente en las diferentes ramas de un circuito.

2 Objetivos y nivel de complejidad

Como verás en el siguiente apartado, mediante el laboratorio remoto VISIR podrás experimentar con componentes electrónicos creando conexiones reales entre ellos y conectando instrumentos también reales para comprobar su funcionamiento.

Los objetivos de los experimentos que te proponemos en estas sesiones prácticas son:

1. Aprender a crear circuitos simples de resistencias empleando el laboratorio remoto VISIR
2. Comprender los modelos de asociaciones serie y paralelo de resistencias.
3. Aprender a medir usando un multímetro configuraciones serie y/o paralelo de resistencias.

El nivel de complejidad de estas sesiones de laboratorio es bajo, pudiendo alcanzar un nivel medio en base a las configuraciones de resistencias que se le propongan al alumno.

3 El Laboratorio

Mediante el laboratorio remoto de electrónica analógica denominado VISIR, seremos capaces de medir la resistencia equivalente de diferentes asociaciones de resistencias.

Este laboratorio remoto permite que el circuito que construyamos en su placa de prototipos se construya físicamente empleando una matriz de conmutación que crea las conexiones entre los componentes. Además, sobre ese circuito creado con componentes reales, podemos conectar diferentes instrumentos para comprobar y caracterizar su comportamiento: una fuente de alimentación, un generador de funciones, un osciloscopio y un multímetro.

En este caso, para medir la resistencia equivalente de diferentes asociaciones de resistencias, emplearemos el multímetro proporcionado por el laboratorio VISIR. Ver el apartado 4 de este documento para aprender a usar VISIR.

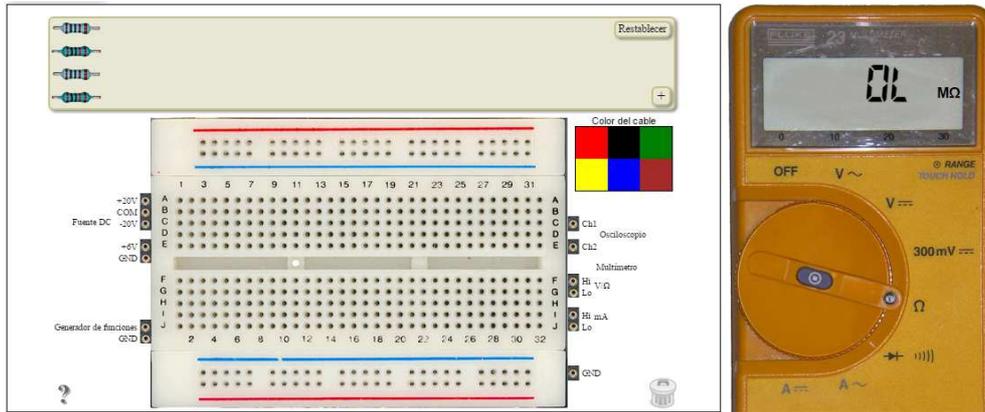


Figura 2. Placa de prototipos y multímetro del laboratorio remoto VISIR

En este experimento sobre el laboratorio remoto VISIR es posible controlar los siguientes parámetros:

1. Disponemos de cuatro resistencias: 2 resistencias de $1k\Omega$ y 2 resistencias de $10k\Omega$
2. Con un máximo de estas 4 resistencias en el circuito, podemos crear cualquier asociación posible y obtener su valor de resistencia equivalente.

De este modo, algunas asociaciones posibles que se pueden realizar son las mostradas en la siguiente figura. En el siguiente video puedes ver ejemplos de cómo se pueden realizar el conexionado en serie y/o paralelo de varias resistencias: <https://youtu.be/O4SeWjCoxbg>

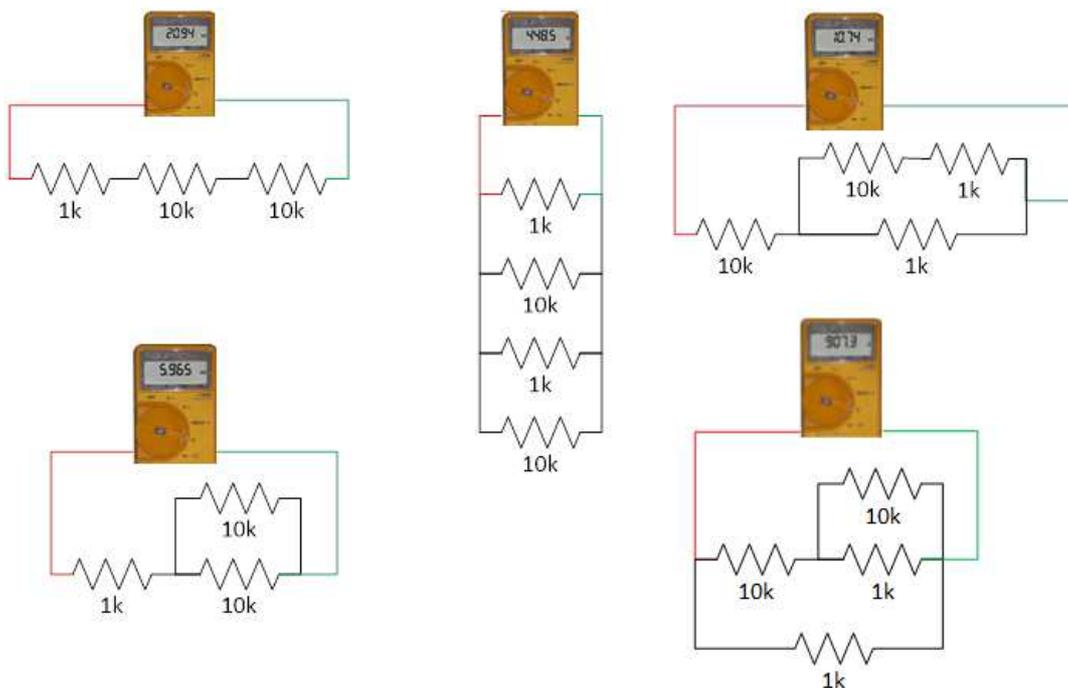


Figura 3. Ejemplos de circuitos a implementar sobre el laboratorio remoto VISIR

Gracias a las medidas obtenidas podremos determinar cómo la asociación de resistencias en serie y/o en paralelo influyen sobre el valor total de la resistividad del circuito equivalente. En definitiva, este experimento basado en resistencias nos permitirá contrastar empíricamente los resultados obtenidos sobre el circuito real con las fórmulas matemáticas que definen la asociación serie y paralelo de resistencias:

$$\text{Resistencia Equivalente Serie} \rightarrow R_{TOTAL} = R_1 + R_2 + \dots + R_N$$

$$\text{Resistencia Paralelo} \rightarrow \frac{1}{R_{TOTAL}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N}$$

$$\rightarrow R_{TOTAL} = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot \dots \cdot R_n}{R_1 + R_2 + \dots + R_n}$$

4 Hipótesis que se pueden plantear durante el experimento

Como puedes prever, en función de cómo interconectemos hasta cuatro resistencias (puede ser 1, 2, 3 o 4 resistencias, pero nunca más ya que el laboratorio no lo permite), el valor de la resistividad total del circuito realizado variará. De este modo, algunas de las preguntas básicas que pueden tratar de responderse empleando este laboratorio remoto son:

1. ¿Es posible cuantificar el error o tolerancia introducido por el fabricante en la realización de la resistencia? ¿Cuándo es precisa o exacta dicha medida?
2. ¿Es posible obtener el modelo matemático de conexión en serie o en paralelo de resistencias utilizando las medidas realizadas con el multímetro?
3. ¿Es posible “crear o sintetizar” valores de resistencias que no podemos comprar en la tienda porque no se fabrican?

Antes de comenzar con el experimento se debe plantear un conjunto de hipótesis (por ejemplo, las que se enuncian a continuación) que permitan analizar los resultados y obtener conclusiones. Recordemos que una hipótesis debe ser siempre enunciada de forma que sea comprobable, no debe ser una mera enunciación.

A veces es interesante empezar por preguntas que luego se convierten en hipótesis. Por ejemplo ¿qué pasa si a una resistencia se le añade otra en serie? ¿y si se añade en paralelo? Si dos resistencias son distintas y se conectan en serie ¿a cuál de las dos se parece el total? ¿y si el montaje fuera en paralelo?

Veamos una serie de hipótesis donde falta la parte final, que debe ser completada por el alumno. A veces nos bloqueamos porque no somos capaces de encontrar la forma de que la hipótesis sea cierta, cuando lo importante en una hipótesis es que sea verificable, dicho de otra forma, que se pueda convertir en un experimento sencillo. Si al probar lo planteado nos sale que es falso, pues entonces la hipótesis lo es. Es decir, hay que poner algo, aunque no sepamos si es verdadero o falso.

Lista de hipótesis:

- Si a una resistencia de un valor se le añade otra en serie entonces el valor total aumenta (es mayor que la resistencia inicial).
- Si a una resistencia de un valor se le añade otra en paralelo entonces el valor total
- Si a una resistencia de un valor se le añade otra igual en serie entonces el valor total es el doble/la mitad
- Si a una resistencia de un valor se le añade otra igual en paralelo entonces el valor total es ...
- Si dos resistencias en serie son distintas entonces la total se parece a la mayor/menor
- Si dos resistencias en serie son distintas entonces la total se parece a la
- Si dos resistencias en serie son distintas entonces la total siempre es mayor/menor que la mayor/menor
- Si dos resistencias en paralelo son distintas entonces la total siempre es mayor/menor que la mayor/menor
- Si a una resistencia R se le conecta en serie un circuito cerrado entonces el total...
- Si a una resistencia R se le conecta en serie un circuito abierto entonces el total es $R/0/\infty$
- Si a una resistencia R se le conecta en paralelo un circuito cerrado entonces el total...
- Si a una resistencia R se le conecta en paralelo un circuito abierto entonces el total...

Recuerda que cuando se escribe una hipótesis no es relevante si parece cierta o no, es relevante solo si se puede convertir en un experimento. Es decir, si en la Hipótesis 1 hay duda entre aumenta o disminuye, se enuncia una de ellas y se comprueba para aceptar la hipótesis o refutarla.

5 Experimentos para validar las respuestas a las hipótesis planteadas

Para responder a las hipótesis anteriores hay al menos tres caminos: usar un modelo matemático, usar un simulador o usar un equipo de laboratorio. En nuestro caso, usaremos equipamiento del laboratorio a través de Internet, de forma remota, nuestras manos y ojos serán Internet. Para ello usaremos el laboratorio remoto VISIR ofrecido desde el portal de LabsLand.

5.1 Experimento 1. Medida de una resistencia

Este experimento tiene como objetivo que aprendamos cómo conectar una resistencia en la placa de prototipos (o *breadboard* o *protoboard* en inglés) y cómo conectar y configurar el multímetro para medir su valor de resistencia. Para ello vamos a seguir los siguientes pasos:

1. Accederemos al portal de Labsland con nuestro nombre de usuario y contraseña.
2. Accedemos al laboratorio remoto Electrónica y seguimos los pasos indicados

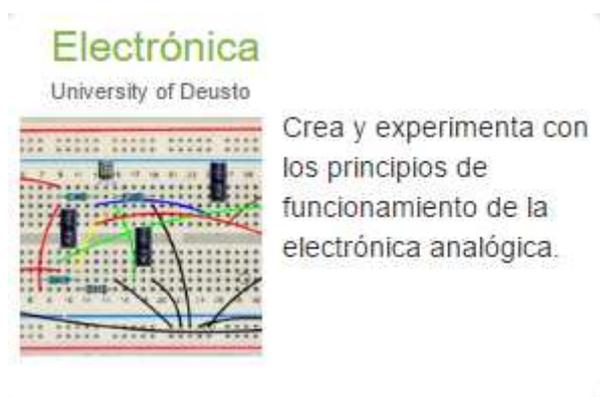


Figura 4. Acceso al Laboratorio Remoto VISIR de la Universidad de Deusto desde el portal LabsLand

3. Una vez dentro del laboratorio, nos aparecerá el interfaz de usuario de la siguiente figura. Vemos que nos aparecen 4 resistencias por defecto, 2 resistencias de $1\text{k}\Omega$ y 2 resistencias de $10\text{k}\Omega$. En el caso de que no aparecieran las podríamos buscar en la “biblioteca de componentes” que aparece al pulsar sobre el icono del “+”. Según seleccionamos con el ratón un componente, irá incluyéndose en la caja de componentes.

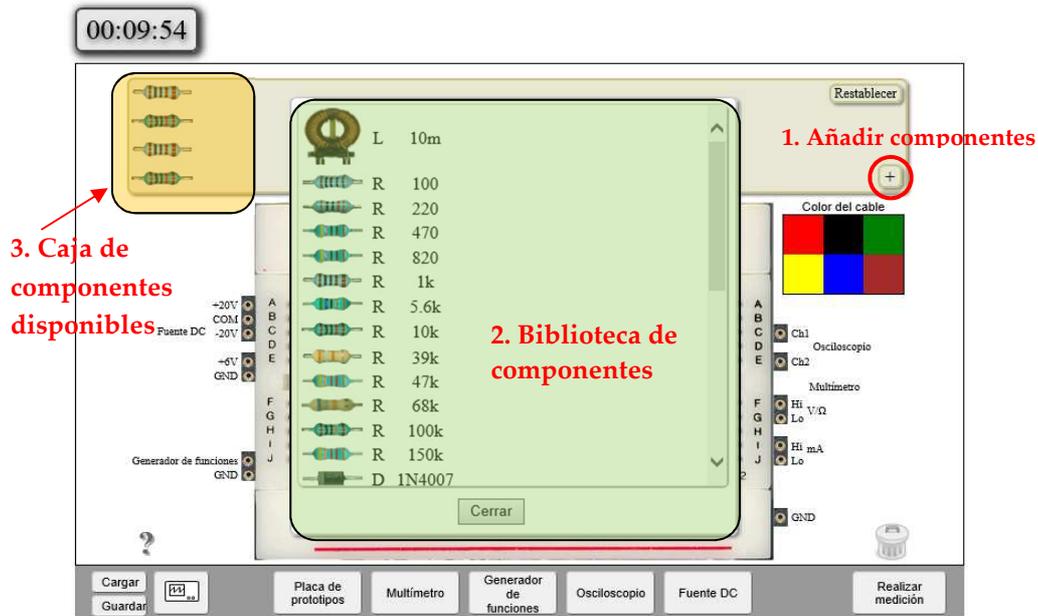


Figura 5. Interfaz de usuario del Laboratorio Remoto VISIR

4. Una vez que tenemos los componentes que vamos a usar en el experimento en la caja de componentes, podemos colocarlos sobre la placa de prototipos. Podremos añadir componentes siempre que queramos¹.
5. Una vez que tenemos montado el circuito, en este caso una única resistencia, procedemos a conectar los instrumentos, en este experimento el multímetro para medir el valor de la resistencia.
6. Pulsamos el botón “Multímetro” que se encuentra bajo la placa de prototipos para acceder al interfaz del instrumento
7. Seleccionaremos la medida de resistencia en el multímetro girando la ruleta central, y pulsaremos el botón “Realizar Medición” para que el circuito se construya, se conecten los instrumentos y se capturen las medidas. Mientras esto sucede, aparecerá el icono de un rayo junto al botón “Realizar Medición”. Recuerda que todo el proceso es real y no simulado.

¹ Recuerda que también tienes disponible el documento “Manual de usuario del VISIR” con todos los detalles e instrucciones para usar este laboratorio.

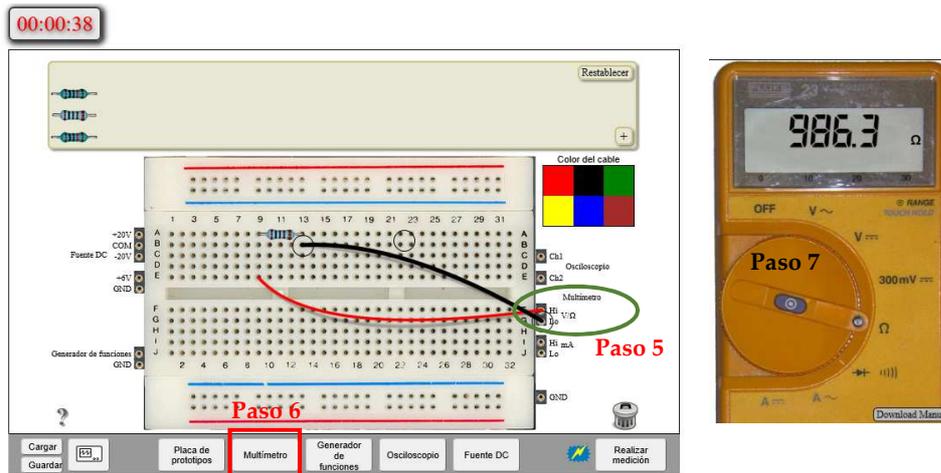
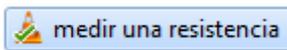


Figura 6. Medida de una resistencia de $1k\Omega$ con el multímetro

Puedes ver un video de todo este proceso en el siguiente enlace:



5.2 Experimento 2. Medir varias resistencias en serie o en paralelo

Una vez que hemos visto cómo medir una resistencia con el multímetro, en este experimento vamos a ver cómo podemos medir varias resistencias en serie o en paralelo. Para ello vamos a seguir los siguientes pasos:

1. Partiendo ya del paso 3 del experimento anterior, vamos a realizar algunos de los siguientes montajes a modo de ejemplo:

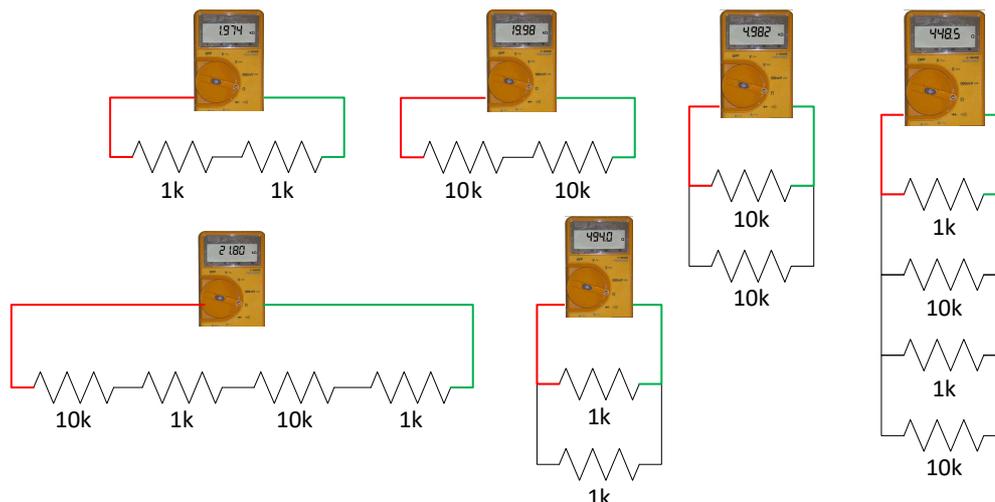


Figura 7. Ejemplos de configuraciones de resistencias serie y paralelo

2. Recuerda que el VISIR trabaja con componentes reales y que crea circuitos reales, por lo que el número de componentes y la forma en la

que se interconectan están limitados. En este caso, podemos interconectar, como queramos, como máximo 2 resistencias de $1k\Omega$ y 2 resistencias de $10k\Omega$. Por ejemplo, no podemos crear un experimento con 3 resistencias de $1k\Omega$, ya que el sistema nos devolverá un mensaje de error:

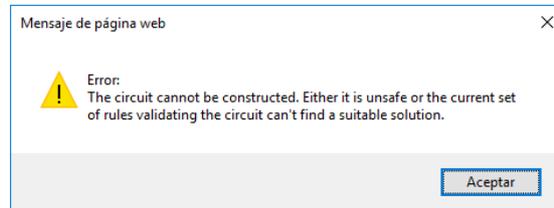


Figura 8. Mensaje de error que devuelve el Laboratorio Remoto VISIR cuando no puede construir el circuito diseñado por el usuario.

- Para medir resistencias en serie y/o en paralelo, es muy importante que recuerdes cómo están interconectados los agujeros en la placa de prototipos. Si pulsas en la interrogación que aparece en el interfaz abajo a la izquierda podrás ver una guía como la de la siguiente figura.

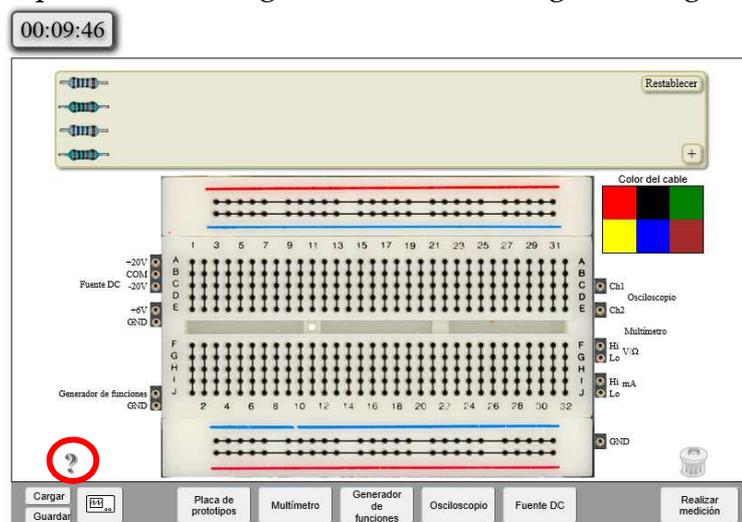


Figura 9. Conexión interno de la placa de prototipos

- Hagamos un ejemplo de conexión de resistencias en serie. Fíjate como la patita de la derecha de la resistencia 1 está en la misma columna de agujeros que la patita de la izquierda de la resistencia 2. Del mismo modo fíjate dónde está conectado el multímetro: en la patita de la izquierda de la resistencia 1 y en la patita de la derecha de la resistencia 2.

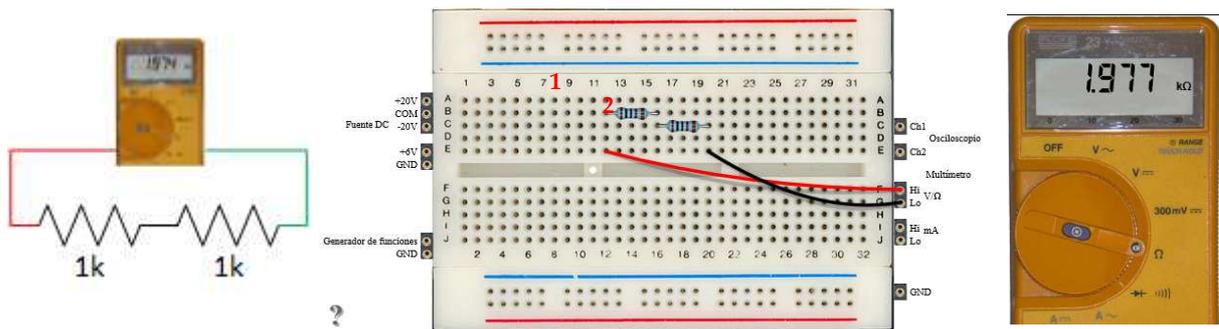


Figura 10. Ejemplo de configuración para medida de resistencias en serie

- Hagamos un ejemplo de conexionado paralelo. Fíjate como las patitas izquierdas de todas las resistencias están conectadas en la misma columna (así como el cable rojo que va al multímetro), y las patitas derechas también los están a la misma columna (al igual que el cable negro que va al multímetro²)

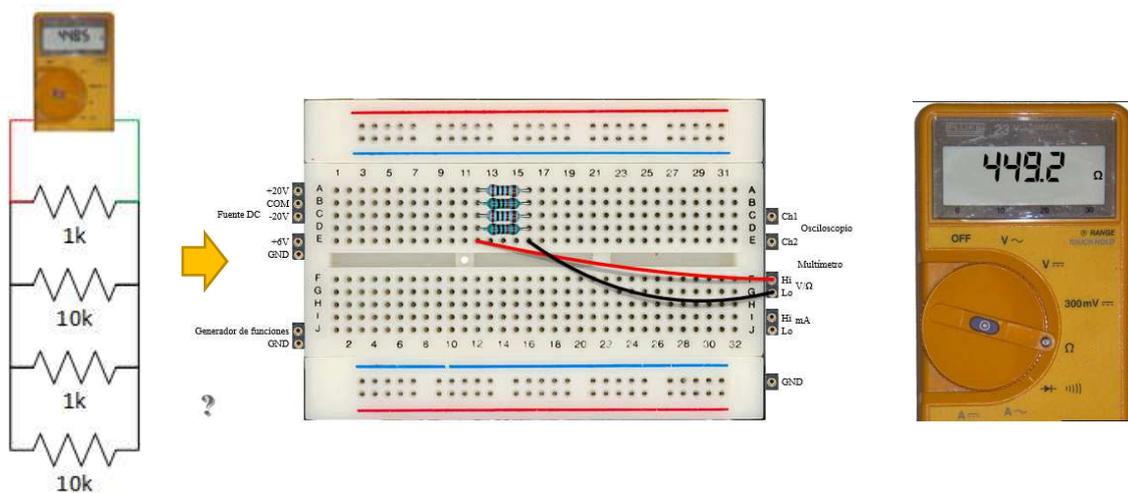
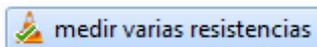


Figura 11. Ejemplo de configuración para medida de resistencias en paralelo

Puedes ver un video de todo este proceso en el siguiente enlace:



5.3 Experimento 3. Medir varias resistencias en serie y en paralelo

Vamos a experimentar ahora con circuitos más complejos, combinando resistencias en serie con resistencias en paralelo, dando los siguientes pasos:

² Recuerda que los colores de los cables no tienen ningún significado especial. Simplemente sirven para identificar unos cables de otros. Es decir, negro no significa tierra, significa lo que tú quieres que signifique.

1. Partiendo del paso 2 del experimento anterior, vamos a realizar algunos de los siguientes montajes a modo de ejemplo:

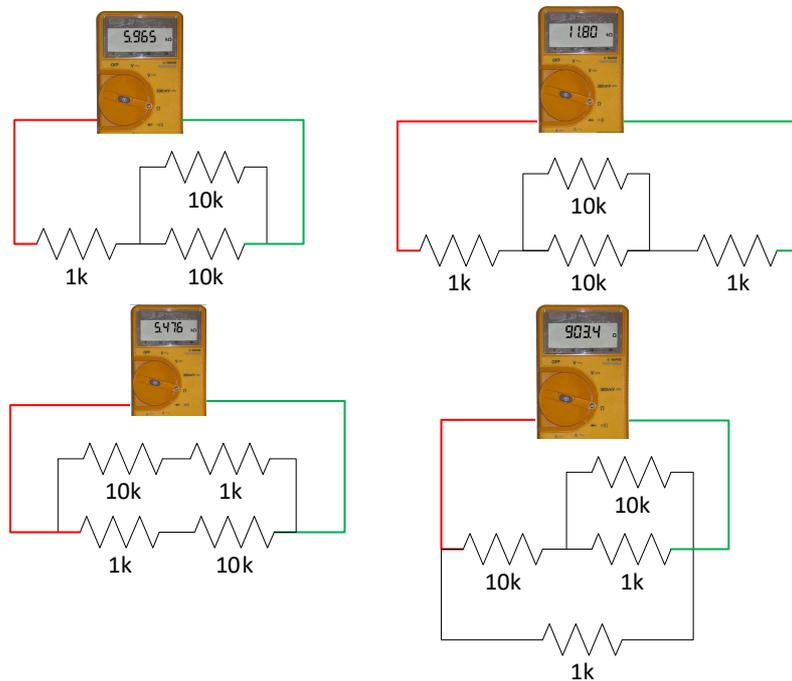


Figura 12. Ejemplos de configuraciones de resistencias serie con resistencias paralelo

2. Recuerda que el VISIR trabaja con componentes reales y que crea circuitos reales, por lo que el número de componentes y la forma en la que se interconectan están limitados. En este caso, podemos interconectar, como queramos, como máximo 2 resistencias de 1kΩ y 2 resistencias de 10kΩ. Por ejemplo, no podemos crear un experimento con 3 resistencias de 1kΩ, ya que el sistema nos devolverá un mensaje de error:

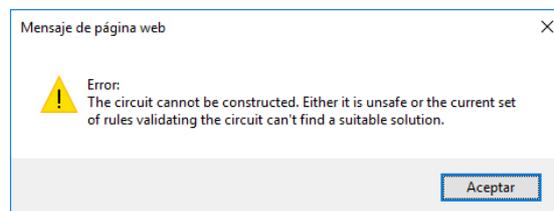


Figura 13. Mensaje de error que devuelve el Laboratorio Remoto VISIR cuando no puede construir el circuito diseñado por el usuario.

- Hagamos un ejemplo, conectando una resistencia de $1\text{k}\Omega$ en paralelo con una resistencia de $10\text{k}\Omega$ en serie con una resistencia de $1\text{k}\Omega$ y $10\text{k}\Omega$

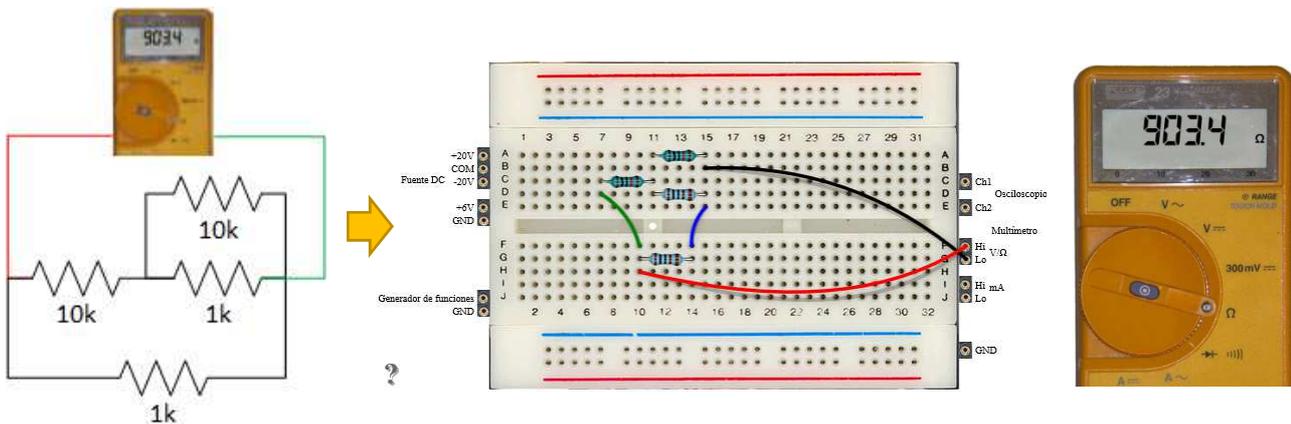
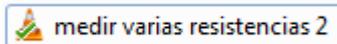


Figura 14. Ejemplo de configuración para medida de resistencias en serie con resistencias en paralelo

Puedes ver un video de todo este proceso en el siguiente enlace:



Tras ver estos vídeos ya puedes ir montando cuidadosamente experimentos/circuitos que te permiten responder o completar cada una de las hipótesis anteriores.

6 Conclusiones

En este caso la conclusión es que se pueden combinar resistencias de distintas formas hasta el punto de encontrar valores totales o finales que nos sean útiles. Esas combinaciones pueden ser calculadas mediante un modelo matemático y pueden ser medidas en el laboratorio remoto VISIR usando para ello resistencias reales y un multímetro como el que podrás encontrar en tu laboratorio.

Como conclusión hay una tarea simple ¿puedes obtener una resistencia de $6\text{ k}\Omega$ usando resistencias de $1\text{ k}\Omega$ y $10\text{ k}\Omega$? ¿y de $5,5\text{ k}\Omega$? ¿y una cercana a $11\text{ k}\Omega$ pero menor? ¿y de $0,84\text{ k}\Omega$? ¿puedes inventar un valor nuevo para que tus compañeros lo obtengan?

Hay dos planteamientos adicionales que puedes abordar.

¿Crees que el laboratorio usado es real o es una simulación? ¿crees que están físicamente las resistencias o no? ¿o en realidad es un tema que no te importa?

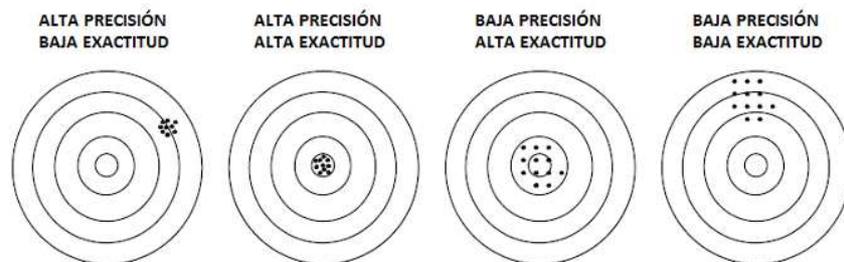
La otra situación interesante es la de la precisión, la exactitud y el error. El planteamiento en este caso es que todos los alumnos de la clase monten y midan los mismos circuitos, anotando en Google Docs los distintos valores. Todos serán parecidos entre sí, pero no iguales, lo que da la oportunidad para plantear qué es exactitud y qué es precisión.

ohmios	valor calculado	error absoluto	error %	valor medio	desv típica	zubia	carlos lago	Oier Ajenjo	sergio lopez	Rafael Romón	it
0	2000	105.78	5.29	2,105.78	17.81	2,108.00	2,108.00	2,109.00	2,109.00	2,108.00	
circuito 2 s	20000	749.22	3.75	19,250.78	4,594.90	20,460.00	20,450.00	20,460.00	20,460.00	20,450.00	
circuito 3 s	11000	196.96	1.79	11,196.96	20.64	11,200.00	11,200.00	11,200.00	11,200.00	11,200.00	
circuito 4 s	11000	196.98	1.79	11,196.98	20.65	11,200.00	11,200.00	11,200.00	11,200.00	11,200.00	
circuito 5 p	500	655.66	131.13	1,155.66	1,663.31	525.4	525.4	525.3	525.4	525.4	5
circuito 6 p	5000	5,121.11	102.42	10,121.11	14,475.76	5,114.00	5,112.00	5,112.00	5,113.00	5,112.00	
circuito 7 p	909.1	1,314.79	144.63	2,223.89	3,128.14	1,011.00	1,011.00	1,011.00	1,011.00	1,011.00	
circuito 8 4s	22000	567.17	2.58	22,567.17	63.55	22,570.00	22,560.00	22,570.00	22,560.00	22,570.00	
circuito 9 sp	7000	216.85	3.10	7,216.85	25.20	7,220.00	7,222.00	7,221.00	7,221.00	7,221.00	
circuito 10 ns	5500	123.72	2.25	5,623.72	56.31	5,637.00	5,637.00	5,636.00	5,638.00	5,638.00	

Figura 15. Ejemplo de Google Docs compartiendo medidas entre los alumnos

Empezando solo por circuitos con una sola resistencia, y teniendo en cuenta que el fabricante de resistencias las fabrica con una tolerancia máxima del 5%, ¿VISIR es preciso y exacto? ¿solo una de las dos? ¿ninguna? ¿por qué?

Este ejercicio te permite además revisar conceptos estadísticos como son el valor medio y la desviación típica. ¿Cuánta desviación tenían tus medidas respecto del ideal? ¿y las de tus compañeros? ¿eran parecidas? ¿qué significa parecido o cómo se mide?



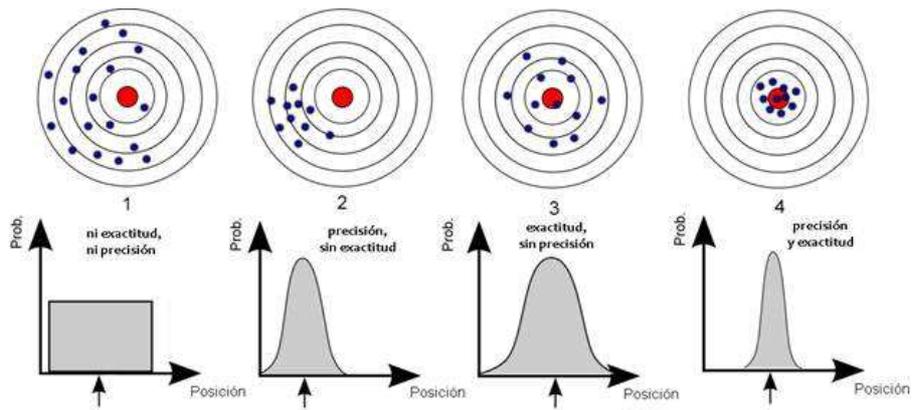


Figura 16. Conceptos de precisión y exactitud