

LABORATORIO REMOTO PANEL ELÉCTRICO DE CORRIENTE CONTINUA

Rev: 1.0 (Enero/2017)

Autores: Unai Hernández (unai@labsland.com)

Javier García Zubía (zubia@labsland.com)

Contenido

1	Conceptualización.....	3
1.1	Señales continuas	3
1.2	Tensión y corriente	3
1.3	Ley de Ohm.....	4
1.4	Leyes de Kirchhoff	5
2	Objetivos y nivel de complejidad.....	6
3	El Laboratorio	6
4	Hipótesis que se pueden plantear durante el experimento	8
5	Experimentos para validar las respuestas a las hipótesis planteadas	10
5.1	Experimento 1. Ley de Ohm.....	10
5.2	Experimento 2. Ley de Kirchhoff.....	13
6	Conclusiones	15

1 Conceptualización.

1.1 Señales continuas

Una señal de continua se describe mediante un valor constante. Así ese valor puede ser de 5 V, 9 V o 1000 V, pero no hace falta decir nada más, e incluso su representación temporal gráfica no aporta mucho ya que es una simple línea recta constante.

Existen muchos valores comunes de continua. Si pensamos en pilas normales: 1,5 V, 4,5 V, 9 V; las baterías suelen ser de 5 V, 12 V, ... La tensión típica de los primeros circuitos digitales era de 5 V, y ha ido bajando hasta los 1,2 V o 0,9 V actuales (siendo 3,3 V la más típica en Arduino y demás), reduciendo así el consumo, pero siendo más compleja su fabricación.

La señal de continua se mide, como ya hemos visto, por la tensión que ofrece o presenta en sus dos terminales, positivo y negativo. Si la tensión es continua (medida en voltios), la corriente también lo será y en general del orden de mili amperios (mA).

Ambas señales, tensión y corriente, tienen sentido en un circuito donde se combinan la fuente de alimentación y distintos dispositivos. Estos dispositivos pueden ser variados en principio, pero en este curso básico de electrónica, estos son solo resistencias de diferente valor y formando distintas conexiones.

1.2 Tensión y corriente

Cuando hablamos de electricidad, los términos *tensión o voltaje* y *corriente o intensidad* resultan muy importantes ya que nos permiten caracterizar el conjunto de fenómenos físicos asociados a la presencia y flujo de cargas eléctricas que generan dicha electricidad.

Tanto la corriente como el voltaje están relacionados entre sí. Un voltaje no puede existir sin una corriente, y una corriente se genera al haber una diferencia de voltaje o tensión entre dos puntos de un circuito eléctrico.

La **intensidad o corriente eléctrica** es el flujo de electrones que pasa a través de un conductor eléctrico por unidad de tiempo. Su unidad son los Amperios (A)

Por su parte la **tensión o voltaje eléctrico** se define como el potencial eléctrico entre dos puntos distintos de un circuito eléctrico. También puede ser definida como la “presión” capaz de empujar a los electrones a lo largo de un circuito.

Para visualizar la definición de estos dos conceptos, imagina que tienes dos tanques de agua y un tubo que se coloca para conectarlos. El tanque que tiene más agua, automáticamente dejará fluir agua hacia el tanque que tiene menos.

El ritmo al cual el agua fluye es similar al flujo de electrones que causan una corriente. Si el tubo que conecta a los dos tanques es pequeño, implicará una mayor resistencia y pasará menos agua por él y más velocidad (intensidad). Sin embargo, si este tubo es más amplio, habrá menos resistencia y la cantidad de agua que fluirá de un tanque a otro será mayor aunque a menor velocidad. Esta imagen ayuda a entender cómo funciona la electricidad, aunque no deja de ser una metáfora.

La presión de aire empujando el agua de un tanque a otro es el voltaje, mientras que el agua (los electrones) crea una corriente. Por último, el tubo (el material conductor) es aquel a través del cual los electrones viajan, su diámetro representa la resistencia al paso de agua (electrones).

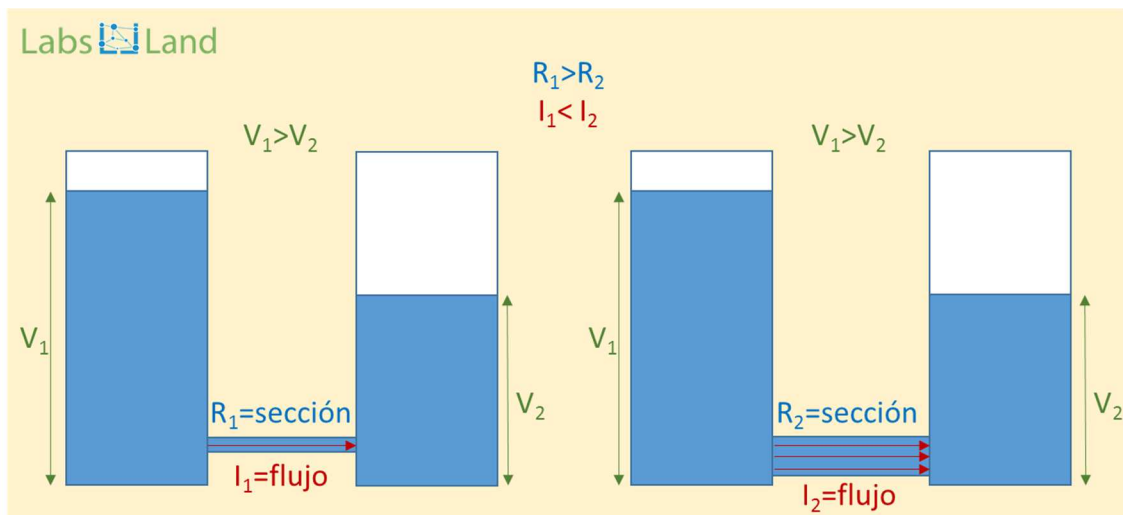


Figura 1. Relación tensión, corriente e intensidad

1.3 Ley de Ohm

Georg Simon Ohm en 1827 enunció la expresión matemática que se emplea para representar la relación entre la corriente y tensión de la corriente eléctrica que circula por un conductor que presenta cierta resistencia al paso de las cargas eléctricas. De este modo, la Ley de Ohm podría enunciarse como: en toda resistencia o conjunto de ellas se produce una caída de tensión proporcional a la intensidad I que la atraviesa y a su valor R .

$$V = I \cdot R$$

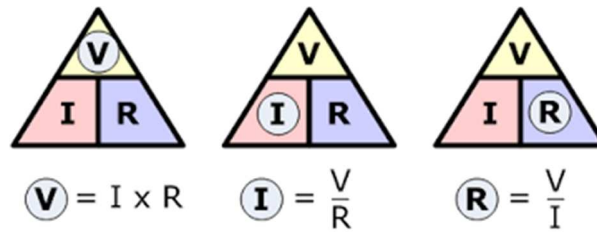


Figura 2. Triángulo que representa la Ley de Ohm

1.4 Leyes de Kirchhoff

Las leyes de Kirchhoff fueron formuladas por Gustav Kirchhoff en 1845 y son muy utilizadas en ingeniería eléctrica para calcular los valores de la corriente y tensión en cada punto de un circuito eléctrico. Expresan la relación entre intensidades en un nodo y entre tensiones en una malla.

Primera Ley de Kirchhoff: La suma de las tensiones en una malla de un circuito es 0.

$$V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n = 0$$

Si una malla tiene una sola fuente de continua y n resistencias, entonces:

$$V_{cc} = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + \dots + V_{RN}$$

Segunda Ley de Kirchhoff: La suma de las intensidades entrantes en un nodo es igual a la suma de intensidades salientes. En los casos más sencillos solo se considera entrante una intensidad, siendo el resto salientes.

$$I_{entrante} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

Si todas las intensidades se consideran entrantes (por convenio), entonces su suma es cero. Al completar las operaciones, algunas intensidades serán positivas (entrantes) y otras serán negativas (salientes).

$$I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n = 0$$

Potencia. La potencia no es una ley, es la expresión del consumo de un equipo, así a mayor potencia, mayor consumo, y por tanto mayor coste por su uso. Es una variable ideada por los diseñadores.

$$P = V \cdot I$$

$$P = V \cdot I = I \cdot R \cdot I = I^2 \cdot R$$

La potencia de un equipo o dispositivo depende de la caída de tensión en el mismo y de la intensidad que lo atraviesa. Aplicando la Ley de Ohm vemos que

también se puede expresar mediante la intensidad y la resistencia de dicho equipo, en caso el factor de la intensidad es cuadrático.

2 Objetivos y nivel de complejidad

Mediante las sesiones prácticas que planteamos en este documento y que hacen uso del laboratorio remoto de Electrónica Analógica proporcionado por la Universidad de Deusto, se pueden satisfacer los siguientes objetivos:

1. Observar y asimilar las implicaciones que tiene sobre la corriente y tensión que circula sobre una rama la resistencia que coloquemos en ella, es decir, comprender el funcionamiento de la Ley de Ohm.
2. Entender la implicación de tener diferentes ramas en un circuito electrónico, por lo tanto, comprender las leyes de Kirchoff.

El uso y empleo de este laboratorio remoto tiene un nivel de complejidad que depende directamente del profesor, ya que el laboratorio permite partir de circuitos ya realizados por el profesor y que éste puede compartir con los alumnos, o bien el profesor puede plantear experimentos en los que los alumnos tienen que realizar los montajes de los circuitos desde el comienzo y colocar correctamente los instrumentos de medida para chequear el comportamiento del circuito.

Además, los circuitos se puede permitir una variante mixta en la que partiendo de un circuito predefinido por el profesor, el alumno tenga que modificarlo en función de unos requisitos con el objetivo de obtener unos resultados determinados.

3 El Laboratorio

En el portal de LabsLand tenemos dos laboratorios remotos que nos permiten experimentar con las leyes de Ohm y Kirchhoff: el laboratorio remoto VISIR ofrecido por la Universidad de Deusto y el laboratorio remoto con Panel Eléctrico Corriente Continua ofrecido por la Universidad Federal De Santa Catalina (Brasil).

En el caso que nos ocupa en este documento vamos a utilizar el laboratorio de electrónica analógica denominado técnicamente VISIR, si bien el laboratorio remoto Panel Eléctrico CC puede utilizarse a modo de introducción o en sesiones prácticas a un nivel más elemental.

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 experimentar tanto con la Ley de Ohm como con la Ley de Kirchhoff, podremos emplear la placa de prototipos, el multímetro digital así como la fuente de alimentación para definir la tensión de entrada del circuito.

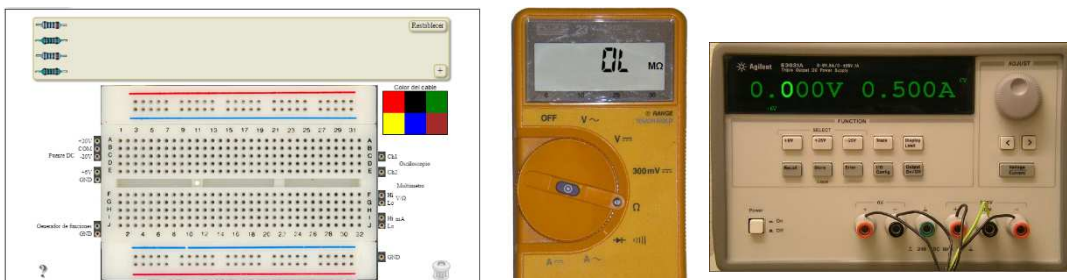


Figura 3. Placa de prototipos, multímetro y fuente de alimentación del laboratorio remoto VISIR

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 (tal y como hemos explicado en otro material didáctico dedicado exclusivamente a la medida de asociaciones de resistencias).
3. Alimentar el circuito con la fuente de alimentación seleccionando una tensión de hasta $+20VDC$.
4. Colocar el multímetro en cualquier nodo del circuito creado y medir en ese punto la caída de tensión.
5. Colocar el multímetro **al comienzo de cualquier rama del circuito** creado y medir la corriente que circula por dicha rama¹.

¹ Debido a la naturaleza real del laboratorio y a la configuración hardware necesaria para hacer posible interconectar los componentes entre sí y conectar los instrumentos en el circuito, durante su diseño se determinó que únicamente se pueden realizar medidas de corriente al comienzo de cada rama, ya que abrir el circuito para introducir el multímetro no es posible hacerlo en todos los puntos del circuito creado.

Aunque la complejidad de los circuitos que se pueden implementar en este laboratorio remoto puede ser elevada, la construcción de los mismos es bastante sencilla. Únicamente debemos recordar los siguientes puntos:

1. En la placa de prototipos, las dos zonas (inferior y superior) delimitadas cada una por una línea azul y roja, los agujeros de conexionado están unidos entre sí en filas.
2. En la placa de prototipos, en la zona central, los agujeros de conexionado están unidos entre sí en columnas. Si pulsamos el signo de interrogación que aparece a la izquierda de la placa de prototipos, aparecerá una ayuda de cómo están interconectados los agujeros.
3. A la izquierda y derecha de la placa de prototipos aparecen los conectores a donde llevaremos los cables desde el circuito para conectar los instrumentos disponibles: fuente de alimentación, generador de funciones, osciloscopio y multímetro.
4. En el caso de alimentar el circuito con la salida de tensión de +20VDC, el máximo de tensión permitida, por seguridad, serán +20VDC
5. Cuando se conecta la fuente de alimentación al circuito, éste debe contar con una toma de conexión a tierra (debe haber un cable conecte el circuito con una de las tomas GND que hay alrededor de la placa de prototipos) y la fuente de alimentación también debe conectarse a una de estas tomas. Es decir, el mismo procedimiento que en la construcción manual en un laboratorio presencial.
6. Al igual que en un laboratorio tradicional, para realizar le medida de corriente en una rama, deberemos “abrir” el circuito y conectar en esa rama el multímetro en serie, seleccionando adecuadamente las puntas de pruebas que vamos a utilizar (Hi-Lo mA) y colocando la rueda de selección del multímetro en la opción adecuada.

Por tanto, sobre este laboratorio podemos modificar prácticamente todas las variables posibles: los valores de resistencia de cada rama, es decir, la topología del circuito, la tensión de alimentación, así como los puntos en los que queremos medir la tensión y la corriente para comprobar los modelos matemáticos de las leyes de Ohm y Kirchhoff.

4 Hipótesis que se pueden plantear durante el experimento

Como puedes ver, en función de la topología de resistencias que realicemos, se crearán diferentes circuitos, por lo que las tensiones y corrientes que se medirán en cada rama serán completamente diferentes.

Algunas de las preguntas básicas que pueden tratar de responderse utilizando este laboratorio son:

1. Si colocamos en serie dos resistencias de igual valor, ¿qué sucede con la corriente que circula por ellas? ¿Y con la tensión entre ellas?
2. ¿Y si colocamos ahora esas dos resistencias en paralelo? ¿Qué sucede con las tensiones y las intensidades de cada rama?
3. Si queremos reducir la corriente en el circuito ¿cómo lo hacemos? ¿y con la tensión?
4. ¿Qué sucede con la tensión y la corriente si añadimos una resistencia a una rama ya existente del circuito?
5. ¿Qué pasa si una resistencia que forma parte de un circuito se quita o se destruye? ¿qué le pasa al resto?
6. ¿Tiene esto algo que ver con las instalaciones eléctricas domésticas?

Las hipótesis a plantear:

1. Si a una resistencia R le añadimos otra en serie entonces la caída de tensión en la primera es igual/menor/mayor.
2. Si dos resistencias iguales están en serie entonces la caída de tensión en ambas es igual/mayor/menor.
3. Si hay dos resistencias en serie entonces la caída de tensión es mayor en la resistencia mayor/menor.
4. Si a una resistencia R se le añade otra u otras en serie (no importando cuántas resistencias sean) entonces la suma de todas las caídas de tensión es 12 V/menos de 12/más de 12 V.
5. Si a una resistencia R le añadimos otra en serie entonces la corriente total es igual/menor/mayor.
6. Si un circuito tiene varias resistencias en serie entonces la corriente en cada resistencia es la misma/distinta.
7. Si un circuito tiene varias resistencias en serie entonces la corriente es mayor en la resistencia mayor/menor.
8. Si a un circuito con una resistencia se le añade otra en paralelo entonces la corriente en la primera es igual/menor/mayor.
9. Si a un circuito con una resistencia R se le añade otra en paralelo entonces la caída de tensión en R se mantiene/aumenta/desciende.
10. Si a un circuito con una resistencia se le añade otra igual en paralelo entonces la caída de tensión en ambas es igual/distinta.
11. Si a un circuito con una resistencia R se le añade otra en paralelo que es mayor entonces la caída de tensión en la primera resistencia es igual/menor/mayor que en la otra.

12. Si a un circuito con varias resistencias en paralelo se le añade otra más entonces todas las corrientes se mantienen/cambian.
13. Si a un circuito que combina varias resistencias en serie y en paralelo se le añade otra resistencia en paralelo entonces.
14. ...

5 Experimentos para validar las respuestas a las hipótesis planteadas

Como has visto en la sección anterior, son múltiples las preguntas que nos podemos plantear resolver haciendo uso del laboratorio remoto de electrónica (laboratorio remoto VISIR). A continuación, te presentamos varios experimentos para que te sirvan de base para otros que puedas tú plantear.

5.1 Experimento 1. Ley de Ohm

A continuación te indicamos los pasos necesarios para que puedas experimentar con la Ley de Ohm en el laboratorio remoto:

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



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

3. Para ver un ejemplo muy sencillo de aplicación de la Ley de Ohm, vamos a construir el siguiente circuito. Recuerda que esto es solo un ejemplo y que puedes combinar hasta dos resistencias de $1k\Omega$ y otras dos de $10k\Omega$ como quieras. Además, la versatilidad de este laboratorio te permite

comprobar que sucede al añadir o eliminar resistencias en las ramas del circuito.

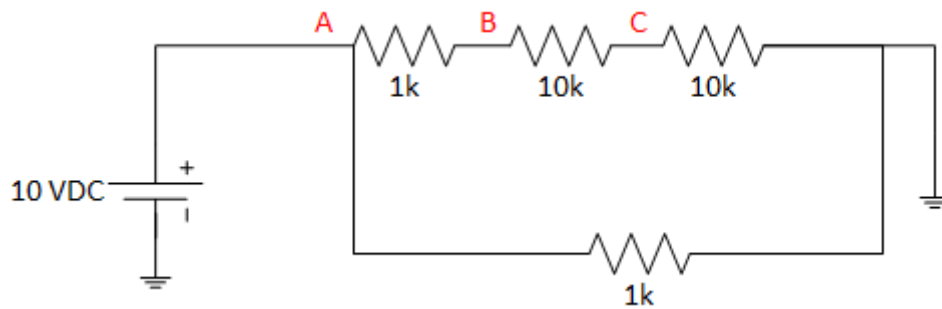


Figura 5. Esquema eléctrico del circuito a implementar

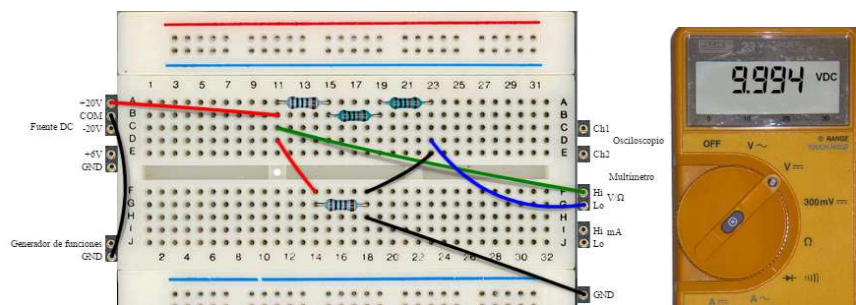


Figura 6. Medida de tensión en el punto A

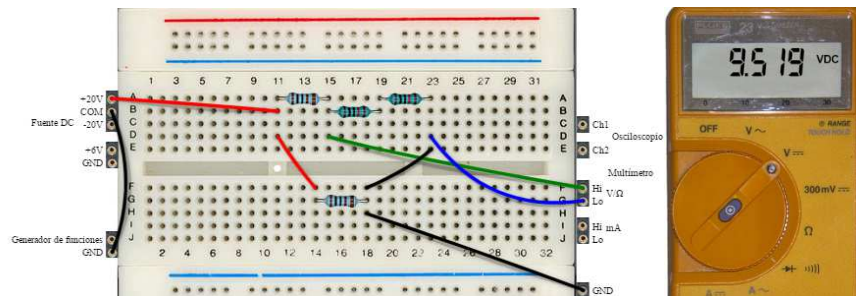


Figura 7. Medida de tensión en el punto B

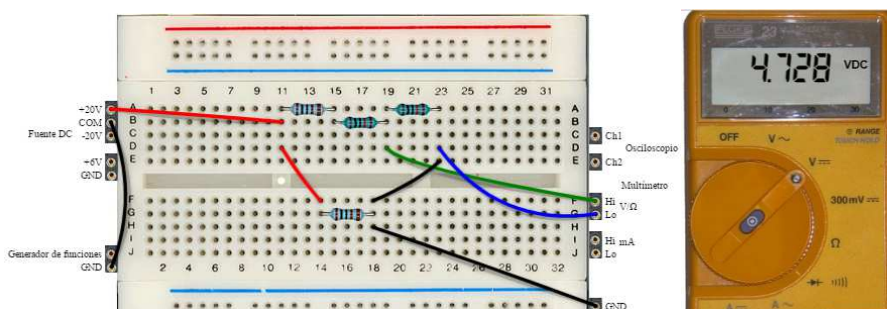


Figura 8. Medida de tensión en el punto C

4. Vemos que, una vez construido el circuito, es muy sencillo ir colocando el multímetro en los diferentes puntos A, B o C para medir la tensión correspondiente, tal y como se indica en las figuras anteriores.
5. Podemos ahora modificar el circuito para ver qué sucede si movemos la resistencia de 1k y la ponemos en serie con las otras tres, y volver a medir las tensiones en los mismos puntos del circuito. Observaremos cómo al modificar la resistencia total de la rama, la tensión en cada uno de los puntos también se verá afectada.

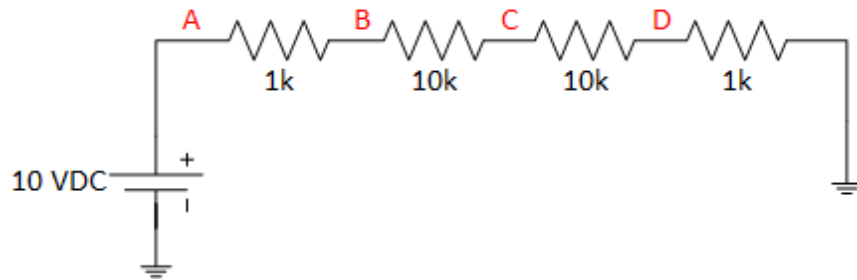


Figura 9. Esquema eléctrico del circuito modificado

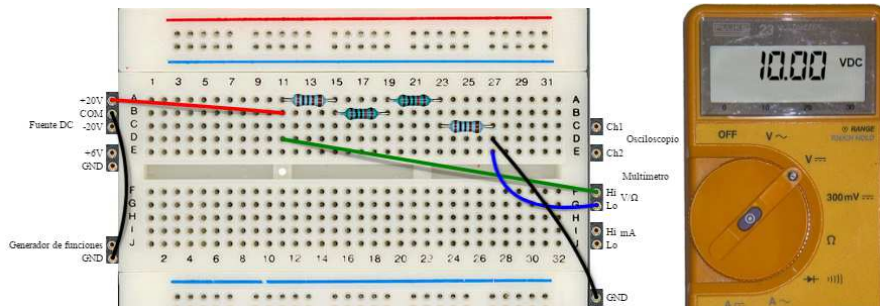


Figura 10. Medida de tensión en el punto A

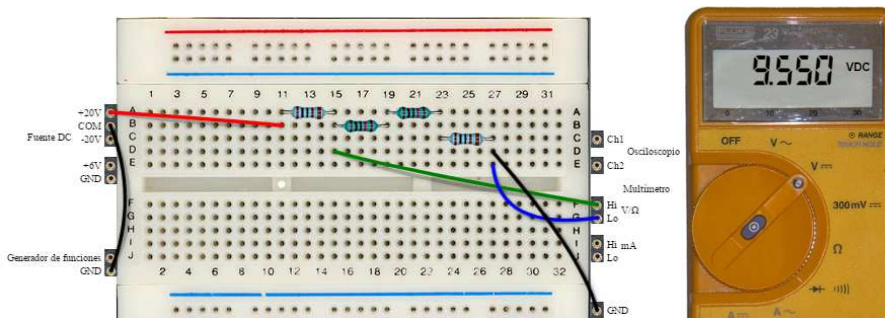


Figura 11. Medida de tensión en el punto B

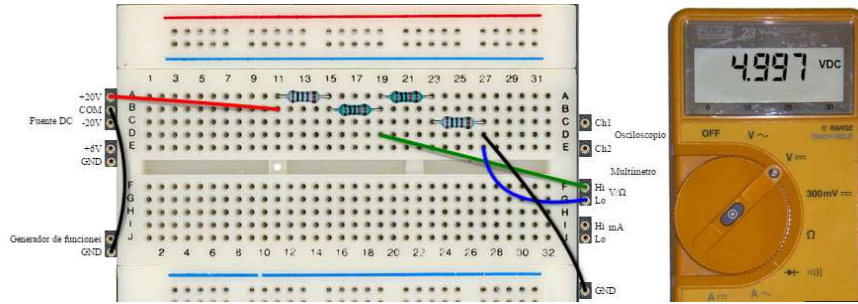


Figura 12. Medida de tensión en el punto C

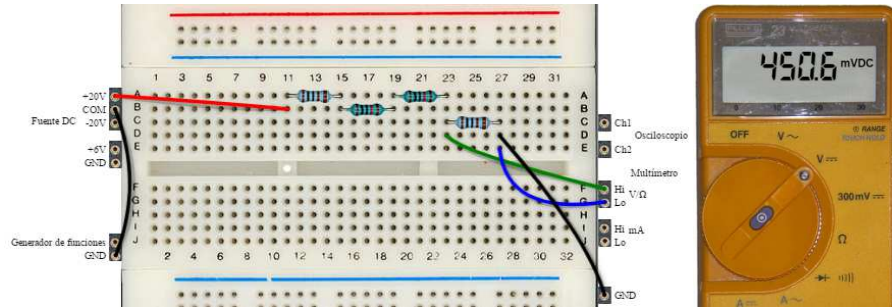


Figura 13. Medida de tensión en el punto D

De igual manera que hemos hecho esta sencilla modificación, podríamos hacer diferentes combinaciones con las resistencias y ver cómo el valor de la resistencia en cada una de las ramas de un circuito, afecta al valor de la tensión medidas. Es muy interesante hacer varios ejemplos combinando resistencias en serie con resistencias en paralelo.

5.2 Experimento 2. Ley de Kirchhoff

Una vez experimentado con la Ley de Ohm, vamos a ver un ejemplo para analizar la Ley de Kirchhoff y ver cómo afecta que haya varias ramas en un circuito. Para ello vamos a seguir los siguientes pasos:

1. Repitiendo los pasos 1 y 2 del experimento anterior, llegamos de nuevo al interfaz con el que podemos controlar el Panel DC. Para experimentar con la Ley de Kirchhoff, vamos a montar el circuito siguiente.

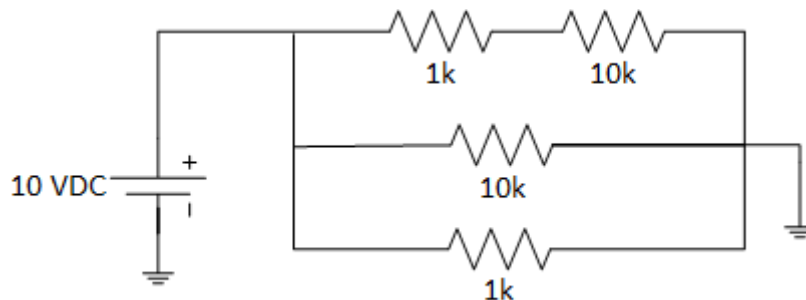


Figura 14. Esquema eléctrico del circuito ejemplo para trabajar la Ley de Kirchhoff

2. A continuación, podemos proceder a medir la corriente en cada una de las ramas. Recuerda que debes colocar el multímetro al comienzo de cada rama, elegir las puntas de prueba adecuadas en la protoboard y seleccionar la medida de corriente continua en el multímetro.

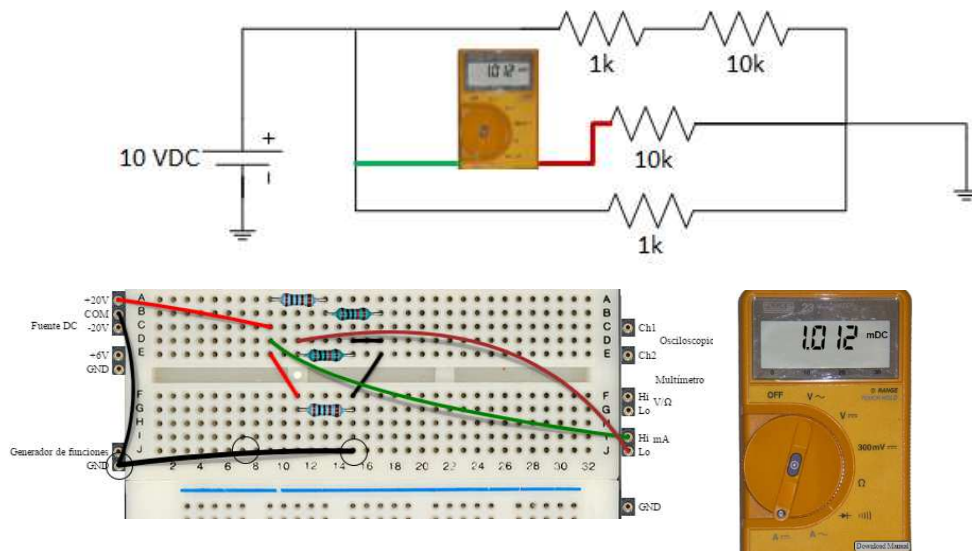


Figura 15. Ejemplo de medida de corriente en la rama intermedia del circuito

3. A modo de ejemplo, podemos ver en la figura anterior cómo proceder para medir la corriente en la rama intermedia del circuito bajo prueba. De manera análoga, podremos medir la corriente en las otras dos ramas. Obviamente, como la resistencia es diferente en cada rama, la corriente también será distinta.
4. Lo que podemos hacer ahora, es mover la resistencia de 1k de la rama inferior y colocarla en la rama intermedia, para ver así como se ve modificada la corriente por esta rama.

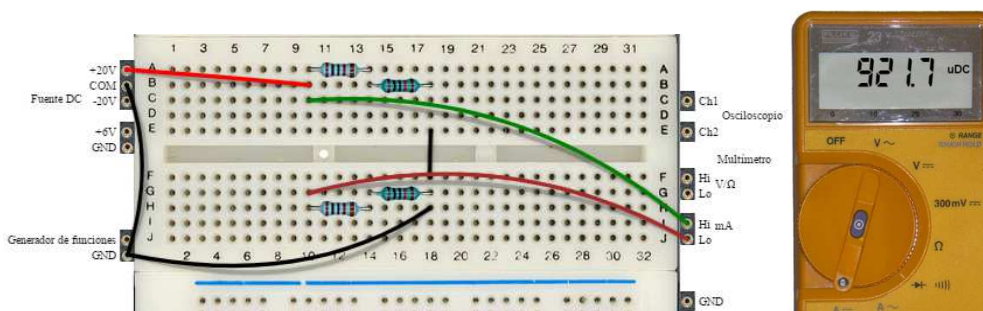


Figura 16. Medida de corriente en la nueva rama

5. Sobre el mismo esquema de la Figura 16, podemos medir la corriente en la rama superior del circuito. Como la resistencia equivalente de esa rama es igual que en la rama inferior ($10k + 1k = 11k$), la corriente será la misma.

- Lo que también podemos comprobar es si realmente se cumple la Ley de Kirchhoff. Para ello, si la corriente en cada rama es de aproximadamente $921\mu\text{A}$, la corriente a la entrada del circuito debería ser $921\mu\text{A}+921\mu\text{A}=1,842\text{mA}$

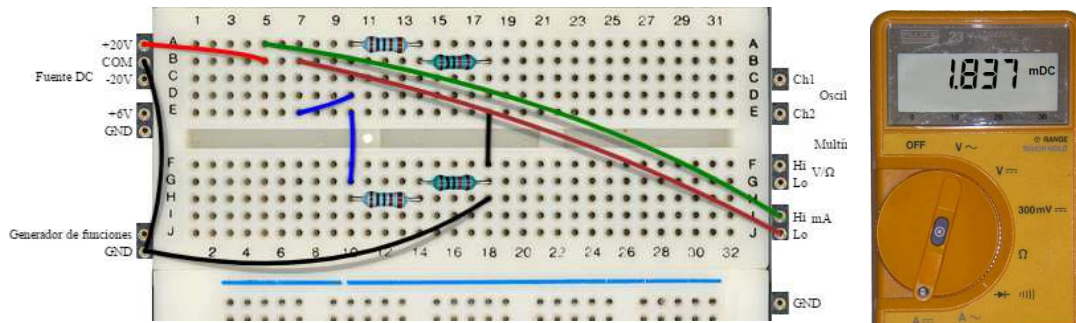


Figura 17. Medida de la corriente a la entrada del circuito

- Con la configuración de la Figura 17 podemos comprobar perfectamente como la intensidad de entrada es igual a la suma de la corriente que circula por cada una de las otras dos ramas del circuito.

Este mismo ejemplo podemos repetirlo con cualquier circuito que quieras crear usando como máximo dos resistencias de 1k y dos de 10k.

6 Conclusiones

En los pasos anteriores se ha planteado cuáles son las Leyes de Ohm y Kirchhoff y cómo experimentar con ellas con un laboratorio remoto. Es momento de plantear una situación más práctica.

A cada casa llega una cantidad de corriente eléctrica a una determinada tensión. Esta tensión es alterna con un valor eficaz de 220 V, pero pensemos que es continua y de 12 V para acercarla a la experiencia anterior. Una vez que la casa está alimentada con 12 V se puede decir que cada electrodoméstico o bombilla es una resistencia: cuanto más consume la bombilla mayor es la resistencia que la representa. O sea, tenemos por ejemplo cuatro electrodomésticos distintos y dos cables con 12 V y en esta situación surge una pregunta: ¿Cómo deben estar los electrodomésticos conectados? ¿en serie o en paralelo? La respuesta es en paralelo por varias razones:

- Vista la experiencia anterior añadir un electrodoméstico (resistencia) en paralelo no afecta al consumo del resto. Así si la televisión consume 500 W y la bombilla 100 W, ambos consumos no interfieren. La caída de tensión en cada electrodoméstico es la misma

- Además, si estuvieran en serie la intensidad total dependería de los electrodomésticos conectados, de manera que la caída en cada electrodoméstico sería distinta, lo que afectaría al normal funcionamiento.
- Por otra parte, cada electrodoméstico puede estar o no conectado, de manera que si la conexión fuera en serie, entonces al apagar un electrodoméstico el circuito quedaría interrumpido (circuito abierto), no circularía corriente y por tanto ningún electrodoméstico funcionaría.
- Abundando en lo anterior si un electrodoméstico se rompiera (la bombilla), entonces dejaría de funcionar toda la instalación y no habría televisión, ni lavadora, ni...

Queda en tu mano el dibujar en un papel, incluyendo enchufes, el circuito de una casa o habitación con distintos equipos.

Por último, es interesante hablar de la potencia. Cada casa tiene asignada una potencia máxima, de hecho, una parte del recibo depende de la cantidad contratada de potencia. Cada vez que conectamos en paralelo un electrodoméstico entonces la demanda de corriente aumenta y por tanto también lo hace la potencia ($P=V \cdot I$) hasta el punto de que si superamos dicha potencia (o intensidad de corriente máxima), entonces la casa se desconecta; salta el fusible o el diferencial. Aquí surgen algunas preguntas:

- ¿Crees que esto se hace por fastidiar al cliente o también tiene por objeto asegurar no solo la instalación sino también el piso y la casa?
- ¿Qué ocurre si en un tostador de pan cae agua y hace un cortocircuito o si se mete un cable en un secador de pelo? ¿Crees que la pregunta anterior nos ayuda? ¿Es lícito manipular los fusibles o diferenciales de una casa?
- Una cuestión más básica ¿por qué en las casas hay varios diferenciales o fusibles: uno para la cocina, otro para las bombillas, otro para...? ¿Cómo podrían repartirse?
- Una cuestión importante ¿Cómo se conectan los fusibles o diferenciales? ¿en serie o en paralelo?
- Hace años los fusibles se hacían con plomo o con hilos muy finos de cobre ¿por qué? ¿cómo crees que funcionaban los llamados “plomos”?