



## COMPETENCIA GENERAL

COMPETENCIA GENERAL efectúa mediciones eléctricas con base en manuales de instrumentos y normas para realizar acciones de mantenimiento e instalaciones eléctricas

## COMPETENCIAS PARTICULARES

**Competencia particular 1 emplear los métodos de medición con base en los conceptos de unidades y errores con fundamento en leyes.**

RAP 1: distingue los compuestos de unidades de acuerdo a leyes y normas.

RAP 2: diferencia y métodos de medición en base a la norma

RAP 3: identificar los tipos de errores en la medición.

**Competencia particular 2 explica las características de los circuitos eléctricos e instrumentos de medición de acuerdo a la teoría y manuales de fabricante**

RAP 1: conectar circuitos eléctricos de acuerdo a la teoría

RAP 2: interpretar las características de los instrumentos de medición de acuerdo al manual del fabricante

**Competencia particular 3 mide parámetros eléctricos de acuerdo al manual de instrumentos y normas**

RAP 1: utilizar instrumentos para las diferentes mediciones

RAP 2: utilizar instrumentos para la medición de potencia eléctrica

RAP 3 : utilizar el osciloscopio para la medición de tensión , intensidad , frecuencia y desfase

RAP 4: realizar mediciones de acuerdo al manual.

## INDICE

### **Competencia 1**

[Rap 1](#)

[Rap 2](#)

[Rap 3](#)

### **Competencia 2**

[Rap 1](#)

[Rap 2](#)

### **Competencia 3**

[Rap 1](#)

[Rap 2](#)

[Rap 3](#)

[Rap 4](#)

---

UNIDAD 1 DEL PROGRAMA MEDICIONES ELECTRICAS

Competencia particular 1 emplear los métodos de medición con base en los conceptos de unidades y errores con fundamento en leyes

. RAP 1: distingue los compuestos de unidades de acuerdo a leyes y normas.  
RAP 2: diferencia y métodos de medición en base ala norma  
RAP 3: identificar los tipos de errores en la medición

### METROLOGIA

La metrología (del griego μετρον, medida y λογος, tratado) es la ciencia de la medida.

**(Pregunta de Examen: ¿Qué significa Metrológica?).**

Tiene por objetivo el estudio de los sistemas de medida en cualquier campo de la ciencia. También tiene como objetivo indirecto que se cumpla con la calidad.

**(Pregunta de Examen: ¿Cuál es el objeto de estudio de la metrología?)**

La Metrología tiene dos características muy importantes el resultado de la medición y la incertidumbre de medida.

Los físicos y la industria utilizan una gran variedad de instrumentos para llevar a cabo sus mediciones. Desde objetos sencillos como reglas y cronómetros, hasta potentes microscopios, medidores de láser e incluso aceleradores de partículas.

La metrología permite asegurar la comparabilidad internacional de las mediciones y por tanto la intercambiabilidad de los productos a nivel internacional.

Página recomendada: <http://es.wikipedia.org/wiki/Metrolog%C3%ADa>

### MEDIR

Es el acto de determinar el valor de una magnitud. Es comparar una medida determinada con otra que tomamos como unidad.

**(Pregunta de Examen: ¿Qué es medir?)**

### MAGNITUD

Atributo de un fenómeno, cuerpo o sustancia que es susceptible de ser diferenciado cualitativamente y determinado cuantitativamente.

***(Pregunta de Examen: Defina magnitud)***

El termino magnitud puede referirse a una magnitud en particular. Algunos ejemplos de magnitudes en sentido general son: longitud, tiempo, velocidad, masa y temperatura entre otras. Para las magnitudes particulares se tienen por ejemplo: presión arterial de una persona, la resistencia eléctrica de 100m de un alambre de cobre de numero 12, la energía disipada por una resistencia de  $1K\Omega$  y la densidad de flujo luminoso emitido por una lámpara de 100W.

### **UNIDAD DE MEDIDA**

Una unidad de medida es la magnitud particular, definida y adoptada por convención, con la cual se comparan otras magnitudes de la misma naturaleza para expresar cuantitativamente su relación con esta magnitud. Las unidades de medida se escriben con letras minúsculas y se representan mediante símbolos.

***(Pregunta de Examen: Defina Unidad de medida).***

### **SISTEMA DE MEDIDAS**

En cualquier rama de la ingeniería se requiere del conocimiento de las unidades manejadas así como el como cuantificarlas, he ahí la importancia de saber medir y de saber usar los instrumentos de medición. Existen varios sistemas de medidas, el que usamos en nuestro país es el Sistema Internacional.

El Sistema Internacional de Unidades (abreviado SI del francés: Le Système International d'Unités), también denominado Sistema Internacional de Medidas, es el nombre que recibe el sistema de unidades que se usa en la mayoría de los países y es la forma actual del sistema métrico decimal. El SI también es conocido como «sistema métrico», especialmente en las naciones en las que aún no se ha implantado para su uso cotidiano.

Fue creado en 1960 por la Conferencia General de Pesos y Medidas, que inicialmente definió seis unidades físicas básicas. En 1971 se añadió la séptima unidad básica, el mol.

***(Pregunta de Examen: ¿Cuántas unidades básicas hay en el Sistema Internacional?)***

Una de las principales características, que constituye la gran ventaja del Sistema Internacional, es que sus unidades están basadas en fenómenos físicos fundamentales. La única excepción es la unidad de la magnitud masa, el kilogramo, que está

definida como «la masa del prototipo internacional del kilogramo» o aquel cilindro de platino e iridio almacenado en una caja fuerte de la Oficina Internacional de Pesos y Medidas.

Las unidades del SI son la referencia internacional de las indicaciones de los instrumentos de medida y a las que están referidas a través de una cadena interrumpida de calibraciones o comparaciones. Esto permite alcanzar la equivalencia de las medidas realizadas por instrumentos similares, utilizados y calibrados en lugares apartados y por ende asegurar, sin la necesidad de ensayos y mediciones duplicadas, el cumplimiento de las características de los objetos que circulan en el comercio internacional y su intercambiabilidad. Desde el 2006 se está unificando el SI con la norma ISO 31 para formar el Sistema Internacional de Magnitudes (ISO/IEC 80000). Hasta mayo del 2008 ya se habían publicado 7 de las 14 partes de las que consta.

Página recomendada: [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Internacional\\_de\\_Unidades](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades)

### UNIDADES BASICAS

El Sistema Internacional de Unidades consta de siete unidades básicas. Son las unidades utilizadas para expresar las magnitudes físicas definidas como básicas, a partir de las cuales se definen las demás.

***(Pregunta de examen: Defina que es "unidad básica")***

### DEFINICIONES DE LAS UNIDADES BÁSICAS

Metro (m). Unidad de longitud.

Definición: un metro es la longitud de trayecto recorrido en el vacío por la luz durante un tiempo de  $1/299\,792\,458$  de segundo.

Kilogramo (Kg.). Unidad de masa.

Definición: un kilogramo es una masa igual a la almacenada en un prototipo.

Segundo (s). Unidad de tiempo.

Definición: el segundo es la duración de  $9\,192\,631\,770$  periodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles híper finos del estado fundamental del átomo de cesio 133.

Ampere o amperio (A). Unidad de intensidad de corriente eléctrica.

Definición: un amperio es la intensidad de una corriente constante que manteniéndose en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y situados a una distancia de un metro uno de otro en el vacío, produciría una fuerza igual a  $2 \cdot 10^{-7}$  newton por metro de longitud.

Kelvin (K). Unidad de temperatura termodinámica.

Definición: un kelvin es la temperatura termodinámica correspondiente a la fracción  $1/273,16$  de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.

Mol (mol). Unidad de cantidad de sustancia.

Definición: un mol es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0,012 kilogramos de carbono 12. Cuando se emplea el mol, es necesario especificar las unidades elementales, que pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones u otras partículas o grupos especificados de tales partículas.

Candela (cd). Unidad de intensidad luminosa.

Definición: una candela es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia  $540 \cdot 10^{12}$  hercios y cuya intensidad energética en dicha dirección es  $1/683$  vatios por estereorradián.

Tal vez te sea más fácil recordar los datos usando la siguiente tabla.

<b>MAGNITUD FÍSICA BÁSICA</b>	<b>SÍMBOLO DIMENSIONAL</b>	<b>UNIDAD BÁSICA</b>	<b>SÍMBOLO DE LA UNIDAD</b>
Longitud	L	Metro	m
Tiempo	T	Segundo	s
Masa	M	Kilogramo	Kg
Intensidad de Corriente eléctrica	I	Amperio	A
Temperatura	Θ	Kelvin	K
Cantidad de sustancia	N	Mol	mol



---

Intensidad luminosa	J	Candela	cd
---------------------	---	---------	----

**Pregunta de examen: Menciona las unidades básicas, así como su símbolo y magnitud.**

## UNIDADES DERIVADAS

Con esta denominación se hace referencia a las unidades utilizadas para expresar magnitudes físicas que son resultado de combinar magnitudes físicas tomadas como básicas.

El concepto no debe confundirse con los múltiplos y submúltiplos, los que son utilizados tanto en las unidades básicas como en las unidades derivadas, sino que debe relacionarse siempre a las magnitudes que se expresan. Si estas son longitud, masa, tiempo, intensidad de corriente eléctrica, temperatura, cantidad de sustancia o intensidad luminosa, se trata de una magnitud básica, y todas las demás son derivadas.

***(Pregunta de examen: Defina que es una unidad derivada).***

## EJEMPLOS DE UNIDADES DERIVADAS

Unidad de volumen o metro cúbico, resultado de combinar tres veces la longitud, una de las magnitudes básicas.

Unidad de densidad o cantidad de masa por unidad de volumen, resultado de combinar la masa (magnitud básica) con el volumen (magnitud derivada). Se expresa en kilogramos por metro cúbico y no tiene nombre especial.

Unidad de fuerza, magnitud que se define a partir de la segunda ley de Newton (fuerza=masa  $\times$  aceleración). La masa es una de las magnitudes básicas pero la aceleración es derivada. Por tanto, la unidad resultante ( $\text{Kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ) es derivada. Esta unidad derivada tiene nombre especial, newton.

Unidad de energía, que por definición es la fuerza necesaria para mover un objeto en una distancia de un metro, es decir fuerza por distancia. Su nombre es el julio (unidad) (joule en inglés) y su símbolo es J. Por tanto,  $J = \text{N} \cdot \text{m}$ .

En cualquier caso, siempre es posible establecer una relación entre las unidades derivadas y las básicas mediante las correspondientes ecuaciones dimensionales.

***(Actividad de examen: Distinguir entre las unidades básicas de las derivadas en un conjunto).***



## NOTACIÓN CIENTÍFICA

En ingeniería frecuentemente se trabaja con números muy grandes o muy pequeños. Por ejemplo:

La masa de la tierra es de alrededor de

$$m_t = 6,000,000,000,000,000,000,000 \text{ kg}$$

La masa de un electrón es

$$m_e = 0.000,000,000,000,000,000,000,000,000,911 \text{ kg}$$

La velocidad de la luz en el vacío es.

$$c = 300,000,000 \text{ m/s}$$

Imagina la distancia es que es un año luz, si es la distancia que recorre la luz en un año.

Las cantidades señaladas ocupan mucho espacio y son difíciles de utilizar en cálculos por lo que se utiliza la notación científica, expresando los lugares decimales como potencias de 10, por lo que las masas de la tierra y del electrón se expresan como:

$$m_t = 6 \times 10^{24} \text{ Kg}$$

$$m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ Kg}$$

Por lo regular en la notación científica se reduce el número en cuestión a que solo exista un número dígito diferente de cero antes del punto decimal, es decir, mayor o igual a 1 pero menor a 10.

La notación científica tiene como caso particular la notación de ingeniería, la cual especifica que todas las potencias de 10 deben ser múltiplos de tres y la mantisa debe ser mayor que o igual que uno, pero menor que mil. Por ejemplo:

-- = 0.333,333 Nivel de precisión de millonésima

-- =  $3.33333 \times 10^{-1}$  Nivel de precisión de millonésima, notación científica

-- =  $333.333 \times 10^{-3}$  Nivel de precisión de millonésima, notación de ingeniería

**(Pregunta de examen: ¿Cuál es la velocidad de la luz?)**

**(Pregunta de examen: ¿Qué es un año luz?)**

## MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS

Algunas veces, para facilitar el manejo de un numero algunas veces mayor, otras veces menor que la unidad base, se emplean los múltiplos y submúltiplos.

Un múltiplo de una unidad base es un cierto numero de veces mayor que dicha unidad.

Un submúltiplo de una unidad base es un cierto numero de veces menor que ella.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana los prefijos para formar múltiplos y submúltiplos son los siguientes.

Te será más fácil recordar esta tabla simplificada, en especial a los términos resaltados.

<b>MULTIPLoS</b>		
<b>FACTORES</b>	<b>PREFIJO</b>	<b>SIMBOLO</b>
x10	Deca	da
x10 <sup>2</sup>	Hecto	h
x10 <sup>3</sup>	Kilo	k
x10 <sup>6</sup>	Mega	M
x10 <sup>9</sup>	Giga	G
x10 <sup>12</sup>	Tera	T
x10 <sup>15</sup>	Peta	P
x10 <sup>18</sup>	Exa	E
x10 <sup>21</sup>	Zetta	Z
x10 <sup>24</sup>	Yotta	Y

**(Actividad para el examen: Recordar los múltiplos y submúltiplos resaltados en la tabla anterior).**

<b>MULTIPLoS</b>		
<b>FACTORES</b>	<b>PREFIJO</b>	<b>SIMBOLO</b>
$x10^{-1}$	Deci	d
$x10^{-2}$	Centi	c
$x10^{-3}$	Mil	m
$x10^{-6}$	Micro	$\mu$
$x10^{-9}$	Nano	n
$x10^{-12}$	Pico	p
$x10^{-15}$	Femto	f
$x10^{-18}$	Atto	a
$x10^{-21}$	Zepto	z
$x10^{-24}$	Yocto	y

## NOTACION CIENTIFICA Y NOTACION DE INGENIERIA

En notación científica se reduce el número hasta que solo tenga una sola cifra significativa y se utiliza la notación ( $\times 10^n$ ), en notación de ingeniería compacta el número recorriendo el punto decimal tres cifras a la vez y se usa el prefijo correspondiente. Como se muestra en la siguiente tabla.

<i>CANTIDAD</i>	<i>NOTACIÓN CIENTÍFICA</i>	<i>NOTACIÓN DE INGENIERÍA</i>
123,000,000,000	$1.23 \times 10^{11}$	123 giga
12,300,000,000	$1.23 \times 10^{10}$	12.3 giga
1,230,000,000	$1.23 \times 10^9$	1.23 giga
123,000,000	$1.23 \times 10^8$	123 mega
12,300,000	$1.23 \times 10^7$	12.3 mega
1,230,000	$1.23 \times 10^6$	1.23 mega
123,000	$1.23 \times 10^5$	123 kilo
12,300	$1.23 \times 10^4$	12.3 kilo
1,230	$1.23 \times 10^3$	1.23 kilo
0.123	$1.23 \times 10^{-1}$	123 mili
0.012,3	$1.23 \times 10^{-2}$	12.3 mili
0.001,23	$1.23 \times 10^{-3}$	1.23 mili
0.000,123	$1.23 \times 10^{-4}$	123 micro
0.000,012,3	$1.23 \times 10^{-5}$	12.3 micro
0.000,001,23	$1.23 \times 10^{-6}$	1.23 micro
0.000,000,123	$1.23 \times 10^{-7}$	123 nano
0.000,000,012,3	$1.23 \times 10^{-8}$	12.3 nano
0.000,000,001,23	$1.23 \times 10^{-9}$	1.23 nano
0.000,000,000,123	$1.23 \times 10^{-10}$	123 pico

***(Ejercicio para el Examen: Completa la segunda y tercer columna con la cantidad en la notación indicada)***



<i>CANTIDAD</i>	<i>NOTACIÓN CIENTÍFICA</i>	<i>NOTACIÓN DE INGENIERÍA</i>
56,800,000,000		
340,000,000		
6,280,000		
930,000,000		
0.000,230,78		
0.023,01		
0.000,000,2		
0.000,062		
0.007,3		
0.000,000,000,01		

## **RAP 2**

Diferencia los tipos y métodos de medición, en base a la norma.

### **TIPOS DE MEDICIONES**

Hay dos tipos de medición, mediciones directas e indirectas.

#### **MEDICIONES DIRECTAS**

Las mediciones directas son aquéllas en las cuales el resultado es obtenido directamente del instrumento que se está utilizando. Por ejemplo, para medir la corriente que circula por un circuito podemos utilizar un amperímetro apropiado.

***(Pregunta de examen: Defina que es una medición directa).***

#### **MEDICIONES INDIRECTAS**

Las mediciones indirectas son aquéllas en que el resultado deseado no lo obtenemos directamente de las lecturas realizadas con los instrumentos utilizados, sino que es necesario emplear los datos obtenidos para hallar la cantidad deseada mediante algunos cálculos. Por ejemplo, el valor de una resistencia lo podemos determinar de la siguiente forma: Con un amperímetro medimos la corriente que circula por ella, y con un voltímetro la caída de voltaje entre sus terminales cuando circula la corriente medida anteriormente. Con estas dos lecturas podemos calcular la resistencia aplicando la ley de Ohm.

***(Pregunta de examen: Defina que es una medición indirecta);***

## METODOS DE MEDICION

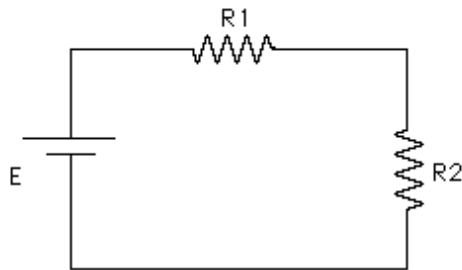
Tanto las medidas directas como las indirectas podemos realizarlas utilizando dos métodos generales: El método de deflexión y el método de detección de cero. También esta el método de Comparación, de Sustitución y el método Diferencial.

**(Pregunta de Examen: Mencione los métodos de medición)**

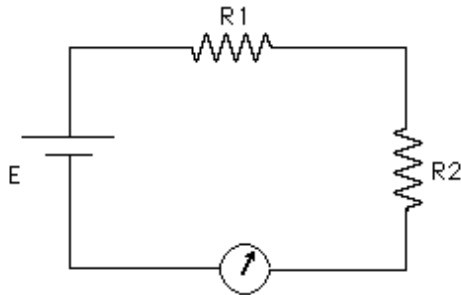
## DE DEFLEXION

En el primer método, la deflexión que sucede en la aguja del instrumento da directamente la medida. Por ejemplo: Supongamos que tenemos el circuito mostrado en la figura

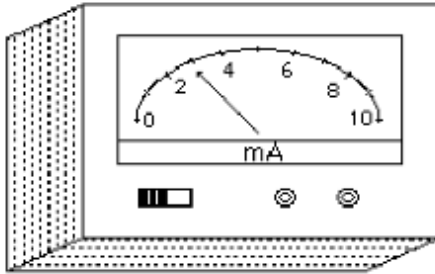
**(Pregunta de Examen: Explique en que consiste el método de Deflexión)**



Y para medir la corriente que circula por él introducimos un amperímetro, como se indica en la figura



La lectura del instrumento es la mostrada en la figura



El instrumento ha deflectado tres divisiones de las diez que tiene, y como sabemos que cada una de ellas corresponde a 1 mA, podemos concluir que la corriente que circula por el circuito es de 3 mA.

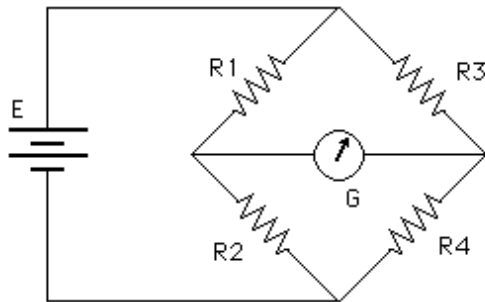


### DE DETECCION DE CERO

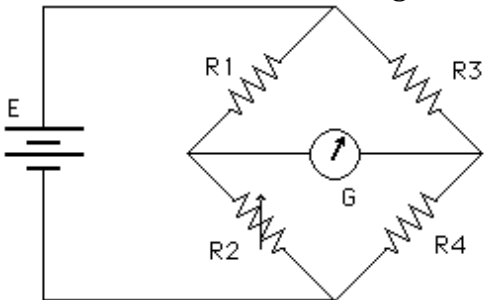
En el método de cero, la indicación nula o cero del instrumento sensor lleva a determinar la incógnita que se busca a partir de otras condiciones conocidas. Esto lo podemos ver más claro con un ejemplo:

**(Pregunta de Examen: Explique en que consiste el método de Deteccion de cero)**

Hay un circuito especial denominado puente de Wheatstone que tiene la configuración mostrada en la Figura



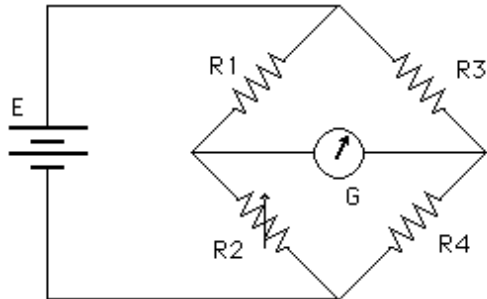
Cuando se cumple que  $R1/R2 = R3/R4$  el galvanómetro G indica cero corriente. Basándonos en esta propiedad, podemos medir resistencias utilizando el arreglo de la Figura



La resistencia incógnita vamos a ponerla en R1. En R2 vamos a poner una resistencia variable, mientras que R3 y R4 van a ser resistencias fijas.

Despejando R1 de la fórmula:  $R_1 = \frac{R_2 R_3}{R_4}$

Como R3 y R4 son constantes  $R_1 = KR_2$



Donde  $K$  es una constante conocida. Para medir una resistencia incógnita se coloca dicha resistencia en la posición  $R1$  y se varía  $R2$  hasta obtener una lectura de cero en el galvanómetro. En ese momento se cumple la ecuación indicada anteriormente, por lo que el valor de  $R1$  será el de  $R2$  (que lo conocemos) multiplicado por la constante  $K$ .

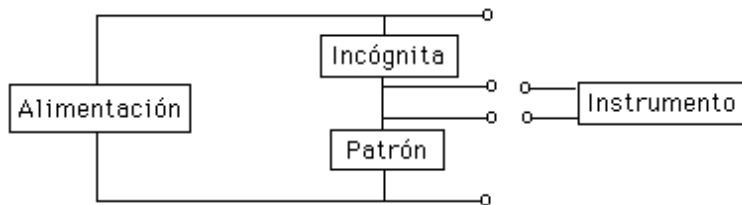
La diferencia fundamental entre el método de deflexión y el de detección de cero es que en el primero es necesario que circule una corriente por el instrumento para que se produzca la deflexión y podamos realizar la medida, por lo que la introducción del instrumento altera el circuito original, mientras que con el método de detección de cero, la cantidad a medir se determina cuando la indicación en el instrumento es nula, es decir, cuando no circula corriente por él, por lo que las condiciones del circuito no se ven alteradas en el momento de realizar la medición.

Debido a lo anterior, los métodos de detección de cero pueden ofrecer mayor exactitud que los de deflexión, pero estos últimos permiten realizar la medición mucho más rápidamente y por lo tanto son de mayor utilidad cuando la exactitud requerida no es muy alta.

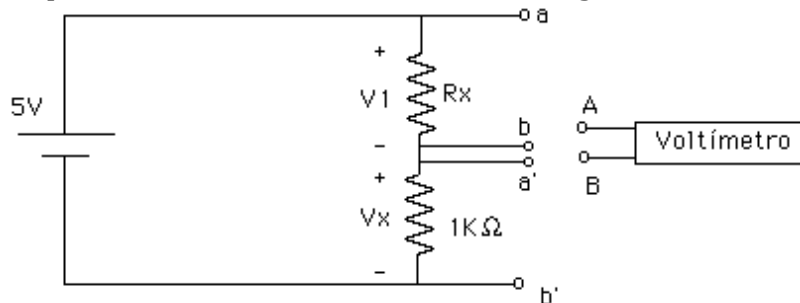
## DE COMPARACIÓN

Lo utilizamos cuando tenemos una incógnita, un parámetro conocido similar a la incógnita que se encuentra conectado al circuito simultáneamente con la anterior, y un instrumento de detección, que no tiene que estar calibrado en las mismas unidades que la incógnita.

**(Pregunta de Examen: Explique en que consiste el método de Comparación)**



Vamos a aclarar este método mediante un ejemplo. Supongamos que queremos determinar el valor de una resistencia, y disponemos del circuito mostrado en la Figura



Comparando este circuito con el esquema anterior, vemos que la alimentación es la fuente de 5V, la incógnita es  $R_x$ , el parámetro similar a la incógnita es la resistencia patrón de  $1K\Omega$  y el instrumento es un voltímetro, que como podemos observar, está calibrado en unidades diferentes a las de la incógnita. Con el voltímetro vamos a determinar la caída de voltaje entre los extremos de cada una de las resistencias, esto es,  $V_x$  y  $V_1$ .

Como ambas resistencias están en serie, la corriente que circula por ellas es la misma, y por lo tanto se cumple:

$$i = \frac{V_x}{R_x} = i = \frac{V_1}{1k\Omega}$$

$$\frac{V_x}{R_x} = \frac{V_1}{1k\Omega} \rightarrow R_x = \frac{V_x}{V_1} 1k\Omega$$

Vemos que a partir de  $V_x$  y  $V_1$ , podemos hallar el valor de  $R_x$ . Esta es una medición indirecta, realizada por un método de deflexión y de comparación.

## DE SUSTITUCIÓN

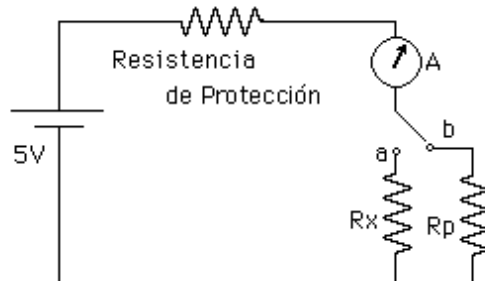
Es aquél en que la incógnita se reemplaza por el patrón, el cual se ajusta para que produzca el mismo efecto de la incógnita. El instrumento utilizado puede estar calibrado en unidades diferentes a la incógnita. Lo podemos esquematizar en la forma presentada en la Figura

**(Pregunta de Examen: Explique en que consiste el método de Sustitución)**



Veamos un ejemplo:

Queremos determinar el valor de una resistencia desconocida. Vamos a emplear el circuito mostrado en la Figura



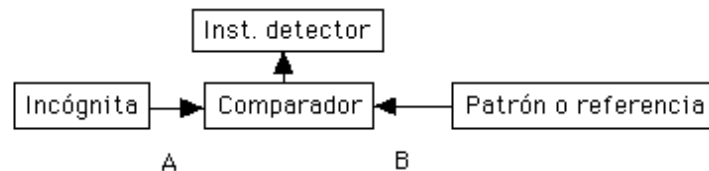
Comparando este circuito con el esquema anterior vemos que la alimentación es la fuente de 5V, el instrumento es el amperímetro A (que no está calibrado en las mismas unidades que la incógnita), la incógnita es  $R_x$  y el patrón es la resistencia variable  $R_p$ .

En primer lugar conectamos el interruptor en la posición "a", y observamos la deflexión que se produce en el amperímetro. Luego pasamos el interruptor a la posición "b" y ajustamos  $R_p$  hasta obtener la misma deflexión que en el caso anterior. Cuando esto ocurre,  $R_x$  es igual al valor de  $R_p$ . Como podemos observar, ésta es una medición directa (no hay que hacer cálculos), realizada por un método de deflexión y de sustitución.

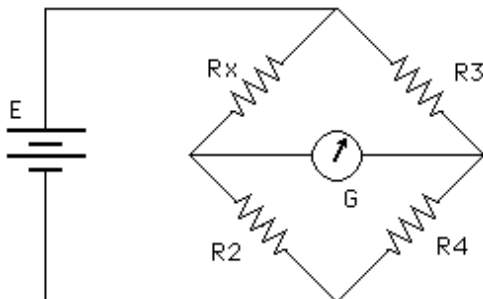
## DIFERENCIAL

Este método se utiliza cuando se quiere medir la variación de un parámetro con respecto a un valor inicial. En primer lugar este valor inicial se ajusta con respecto a una referencia estable, de forma que el instrumento sensor indique cero. Cualquier variación de la incógnita puede determinarse mediante la indicación del instrumento sensor. Podemos esquematizar este método como se indica en la Figura

**(Pregunta de Examen: Explique en que consiste el método Diferencial)**



Anteriormente vimos el funcionamiento del puente de Wheatstone para medir resistencias. Supongamos ahora que la resistencia incógnita tiene unas características muy especiales; su valor varía linealmente con la temperatura. El circuito sería el mostrado en la Figura



$R_x$  es la resistencia incógnita variable con la temperatura,  $R_2$  es la resistencia patrón y el galvanómetro  $G$  es el instrumento sensor. En primer lugar, para una cierta temperatura del local donde estamos trabajando, ajustamos  $R_2$  hasta conseguir una lectura de cero en el galvanómetro. Si posteriormente la temperatura aumenta, variará el valor de  $R_x$ , por lo que el puente se desbalanceará y la aguja del galvanómetro sufrirá una deflexión que está relacionada con la variación de temperatura que haya ocurrido. La denominación diferencial se debe precisamente a que con este método se miden variaciones, y no cantidades absolutas.

### **RAP 3**

Identifica los tipos de errores derivados de la medición, en base a la norma

#### **ERRORES SISTEMATICOS**

Error sistemático es el originado por las características del aparato o de la actitud del observador. Entre los más frecuentes se pueden destacar los siguientes:

Instrumentales  
Metodológicos  
Ambientales  
Personales

***(Pregunta de Examen: Menciona los cuatro tipos de errores en la medición)***

#### **DEL INSTRUMENTO**

- Instrumentales: son los causados por el desgaste de las piezas del aparato, o bien por el desgaste de la pila o batería que alimenta dicho aparato.

***(Pregunta de examen: Explique como el Instrumento puede provocar un error en la medición)***

#### **DEL METODO UTILIZADO**

- Metodológicos: por utilizar un método inadecuado para realizar la medida, como por ejemplo la colocación de los aparatos de medida cuando se utiliza el método indirecto, ya que éstos tienen consumo y pueden falsear el resultado obtenido.

***(Pregunta de examen: Da algunos ejemplos, de cómo el método inadecuado puede generar un error en la medición).***

#### **AMBIENTALES**

- Ambientales: son el resultado de la influencia de las condiciones físicas del entorno: temperatura, presión, humedad, campos magnéticos, etcétera.

***(Pregunta de examen: Explique la influencia del medio ambiente en la generación de errores durante la medición).***

### DE OBSERVACIÓN

• Personales: los que dependen de la pericia o habilidad del operador al realizar la medida; por ejemplo, la colocación de éste en la lectura.

Entre todos los errores que se pueden cometer al realizar una medida, se encuentran los causados por el operario que la realiza. Se suelen cometer con frecuencia, pero son fáciles de eliminar siendo metódicos.

Estos son:

- a) Errores de cero: Se dan cuando al iniciar la medida no hemos prestado la suficiente atención a la posición del índice (aguja indicadora). Antes de medir, es conveniente calibrar con el tornillo de ajuste la aguja a cero.
- b) Error de paralaje: ocurre cuando el operario no encara de forma perpendicular la escala del aparato. Se corrige haciendo coincidir la aguja con su proyección sobre la escala. Algunos aparatos suelen incorporar un espejo sobre la escala para facilitar esta tarea.

*(Pregunta de examen: Explique en que consiste el error de cero)*

*(Pregunta de examen: Explique en que consiste el error de Paralelaje)*

#### UNIDAD 2 DEL PROGRAMA MEDICIONES ELECTRICAS

Competencia particular 2 explica las características de los circuitos eléctricos e instrumentos de medición de acuerdo a la teoría y manuales de fabricante

RAP 1: conectar circuitos eléctricos de acuerdo a la teoría  
RAP 2: interpretar las características de los instrumentos de medición de acuerdo al manual del fabricante

#### CONTENIDO:

##### COMPETENCIA PARTICULAR 2

Explica las características de los circuitos eléctricos e instrumentos de medición, de acuerdo a la teoría y manuales del fabricante

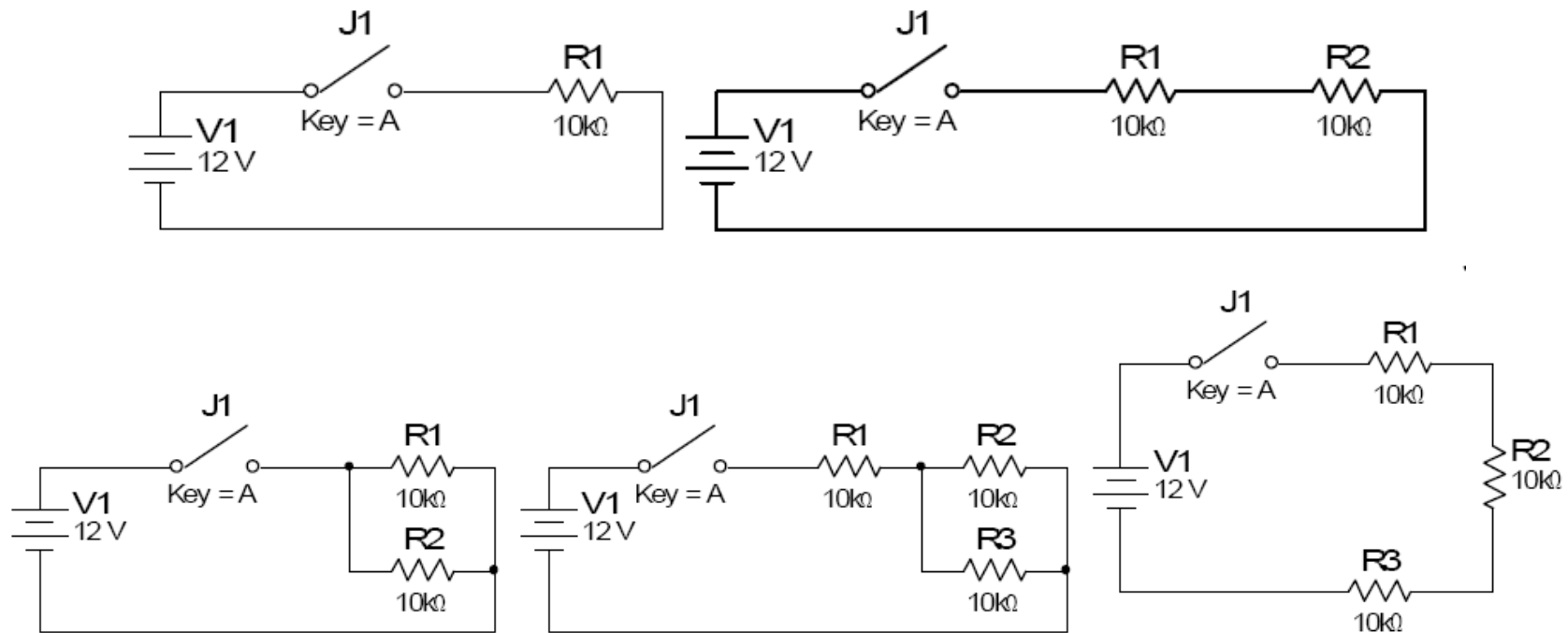
##### RAP 1

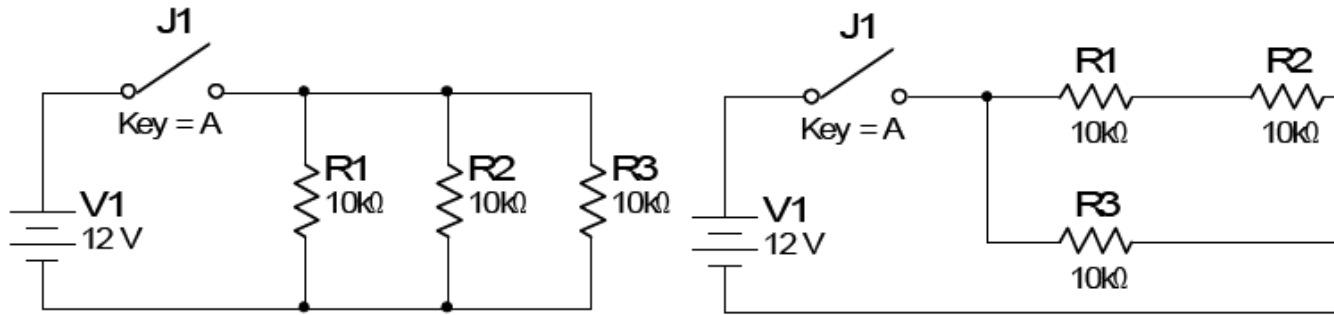
Conecta circuitos eléctricos de acuerdo a la norma



Para poder conectar los circuitos eléctricos de manera correcta hace falta practicar, pero no siempre se cuenta con el material adecuado, por eso, puede imprimir y copiar las hojas de ejercicios con el protoboard y el panel de elementos que se agregan al final de esta guía, así podrás practicar como deber armar los circuitos. Te recomiendo que busques en la red información acerca del protoboard y como se implementa para realizar circuitos eléctricos.

Estos son los circuitos que debes de armar para practicar, con forme se avanza, aumenta el numero de elementos.





## **RAP 2**

Interpreta las características de los instrumentos de medición, de acuerdo al manual del fabricante.

Básicamente tenemos dos tipos de instrumentos de medición, los analógicos y los digitales, estos últimos siendo mas modernos presentan dificultades como que seleccionemos correctamente el tipo de medición deseada y las puntas de medición en el lugar correcto, pero el resultado de la medición se aprecia en el display

### **APARATOS DE MEDICIÓN ANALÓGICOS**

Los instrumentos analógicos se basan principalmente en un galvanómetro, un resorte de alambre el cual varía de forma dependiendo de la corriente que circula a través de él, esta variación indica el parámetro medido y se muestra la variación en la carátula del instrumento.

### **APARATOS DE MEDICIÓN DIGITALES**

La mayoría de los instrumentos de medición actuales son digitales. La señal entra al instrumento de medición a través de las puntas de prueba, esta señal pasa por un amplificador el cual la adecua incrementándola o reduciéndola lo suficiente para el CAD. El Convertidor Analógico Digital (CAD) como su nombre lo indica transforma la señal de entrada en un número binario. Dicho número binario entra en el procesador, el cual analiza el número binario para transformarlo en una señal que será interpretada por el decodificador. El decodificador toma esta señal y la modifica para ser mostrada en el Display. El display muestra el valor medido por medio de arreglos de LEDs o de una pantalla de cristal líquido para que el usuario pueda leerlo.

Sin embargo, en los instrumentos analógicos, hay algunos conceptos que debemos dominar: Escala, Campo de medida, Campo de lectura y Constante de medida

## ESCALAS

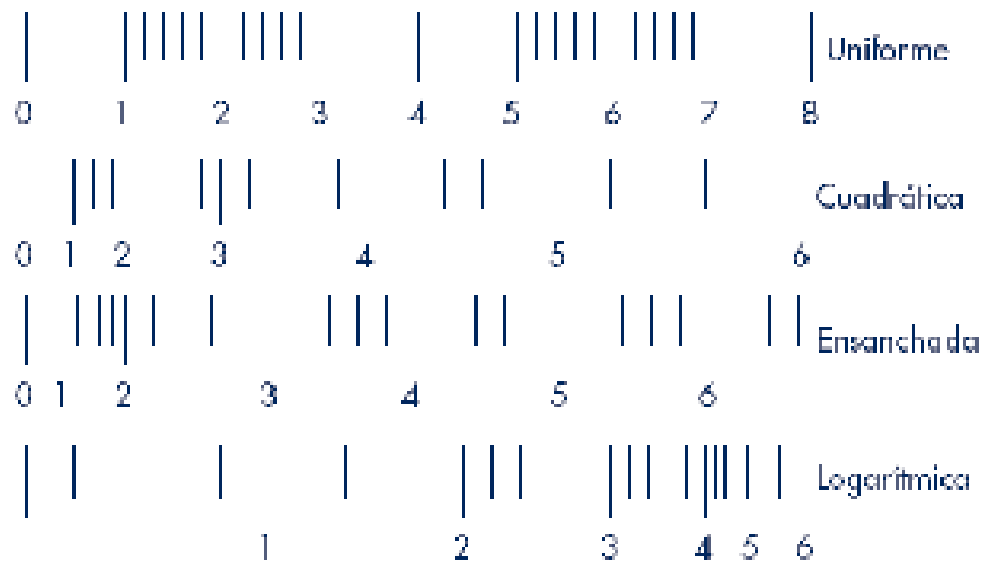
Es la zona graduada de la pantalla del aparato de medida. Sobre esta se desplaza el índice para indicarnos el valor de la medida. Debido a la constitución interna del aparato, obtenemos distintas distribuciones en las divisiones de la escala, estas pueden ser:

Uniforme: todas las divisiones son iguales a lo largo de la escala

Cuadráticas: las divisiones se ensanchan sobre el final de la escala

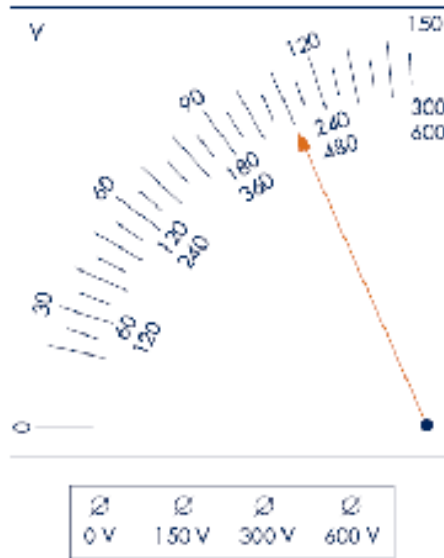
Ensanchadas: las divisiones son distintas al principio y al final de la escala.

Logarítmicas: las divisiones son menores al final de la escala.



### CAMPO DE MEDIDA

También llamado “capacidad” o “calibre” del aparato, es la máxima medida que se puede realizar con un determinado aparato. Los aparatos de medida pueden llevar diferentes campos para una misma magnitud, según las condiciones de conexión.



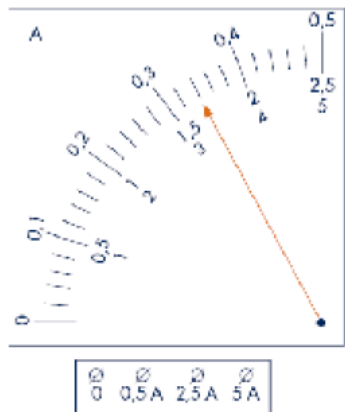
### CAMPO DE LECTURA

Existe una zona de la escala, la cual no tiene divisiones. Esto indica que ese aparato no realiza la medida con precisión en esa zona, con lo que el campo de medidas fiables es el correspondiente a la zona marcada con divisiones, es el llamado campo de lectura.

### CONSTANTE DE MEDIDA

Las escalas no suelen tener una división por cada unidad de la magnitud que se esta midiendo; por este motivo, en la mayoría de los casos, cada división representa varias unidades de medida, de manera que para obtener el valor real es necesario multiplicar el numero de divisiones por la constante correspondiente. Dicha constante debe depender del tipo de escala.

Escalas uniformemente graduadas: en el amperímetro de la figura siguiente tenemos tres constantes de medida, ya que el aparato tiene tres alcances con las mismas divisiones, que de obtienen de la forma siguiente:



$$K_{(0.5)} = \frac{V_M}{Nt} = \frac{0.5A}{25div} = 0.02 A/div$$

$$K_{(2.5)} = \frac{V_M}{Nt} = \frac{2.5A}{25div} = 0.1 A/div$$

$$K_{(5)} = \frac{V_M}{Nt} = \frac{5A}{25div} = 0.2 A/div$$

Donde:

$K$  = Constante de medida

$V_M$  = Valor máximo actual

$Nt$  = Numero total de divisiones

**UNIDAD 3 DEL PROGRAMA MEDICIONES ELECTRICAS**

Competencia particular 3 mide parámetros eléctricos de acuerdo al manual de instrumentos y normas

RAP 1: utilizar instrumentos para las diferentes mediciones  
RAP 2: utilizar instrumentos para la medición de potencia eléctrica  
RAP 3 : utilizar el osciloscopio para la medición de tensión , intensidad , frecuencia y desfase  
RAP 4: realizar mediciones de acuerdo al manual.

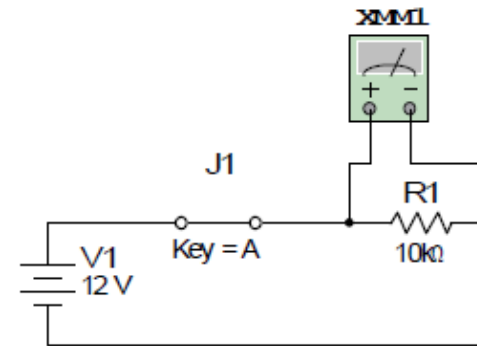
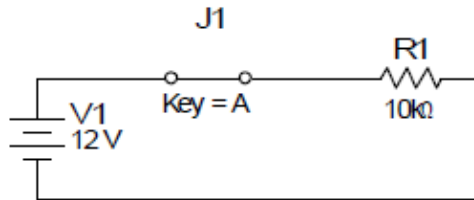
**COMPETENCIA PARTICULAR 3**

Mide parámetros eléctricos, de acuerdo al manual del instrumento y normas.

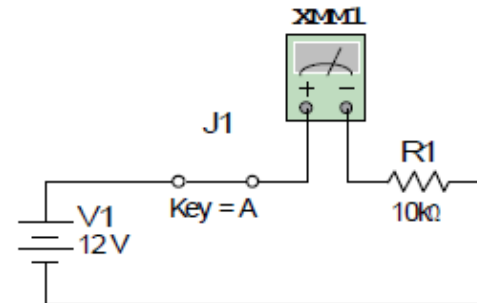
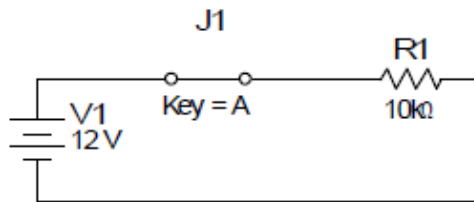
**RAP 1**

Utiliza instrumentos para la medición de intensidad de corriente, tensión, frecuencia y resistencia eléctrica, de acuerdo al manual del instrumento y normas.

Voltaje en  $R_1$

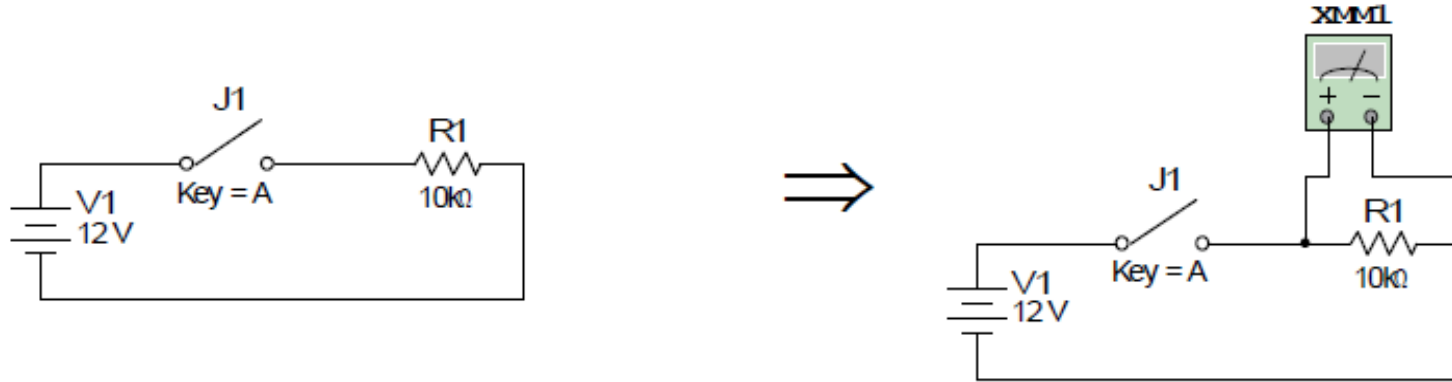


Corriente en  $R_1$ , Corriente total

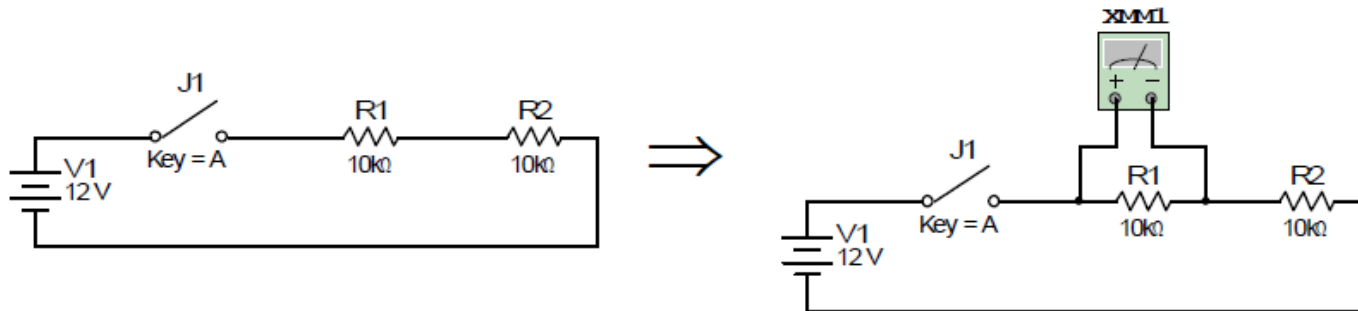




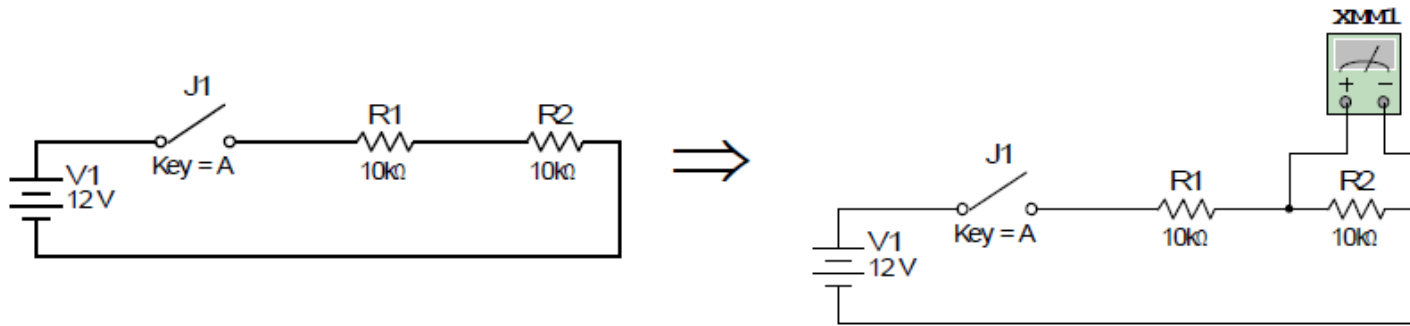
Resistencia  $R_1$



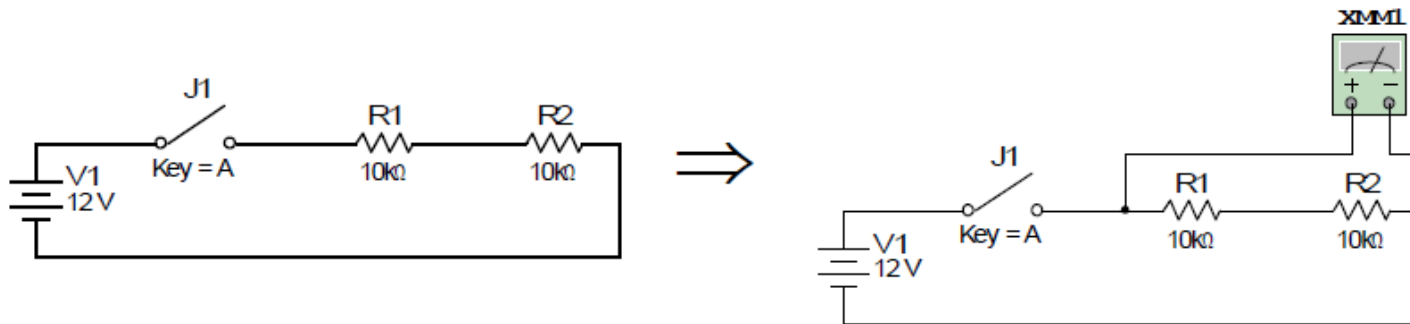
Resistencia en  $R_1$



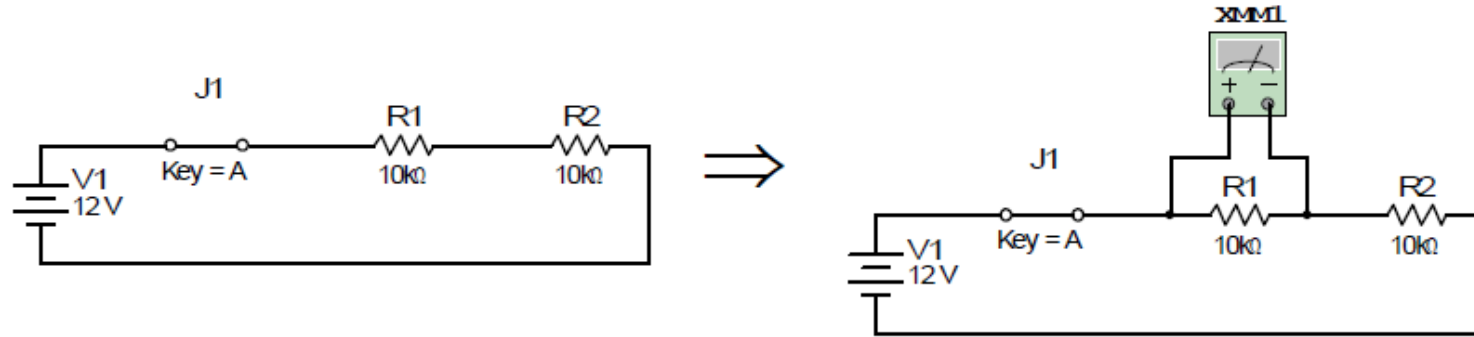
Resistencia en  $R_2$



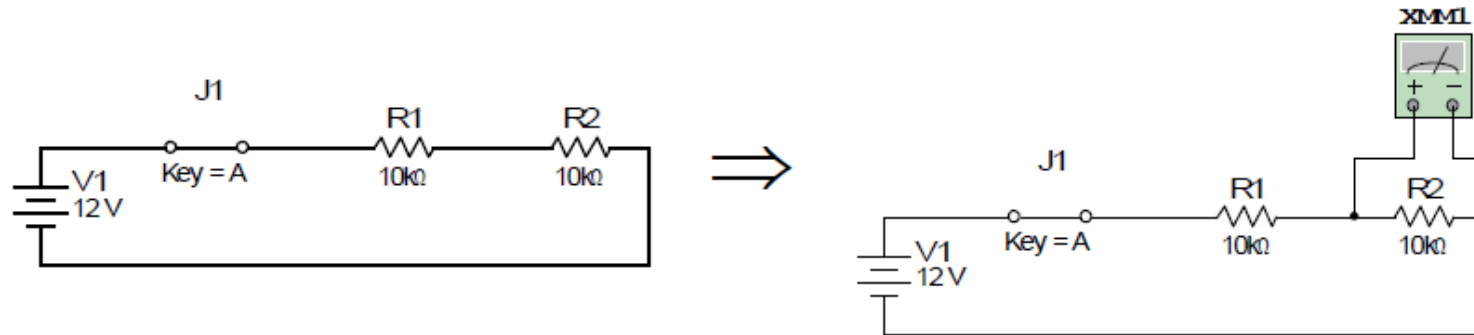
Resistencia  $R_s = R_1 + R_2$  tipo serie



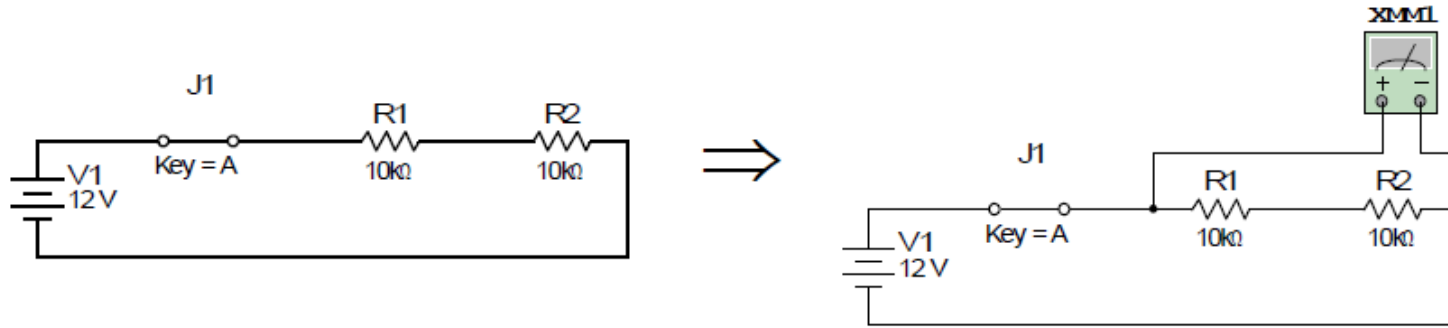
Voltaje en  $R_1$



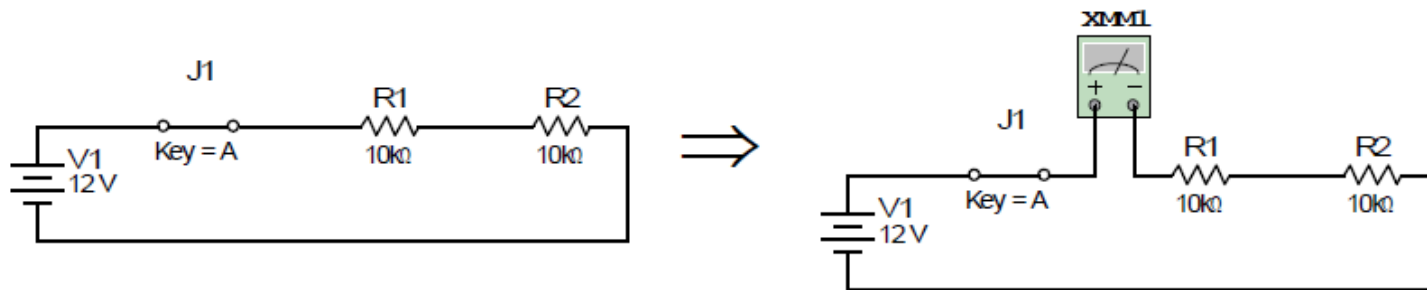
Voltaje en  $R_2$



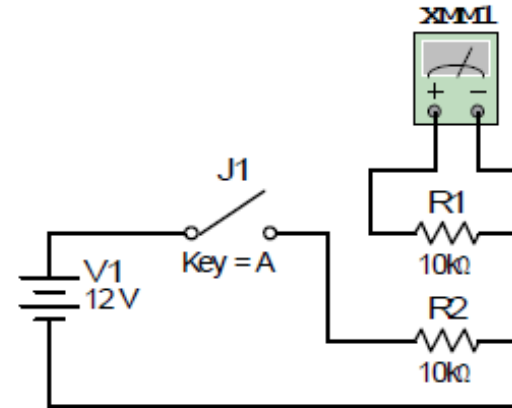
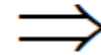
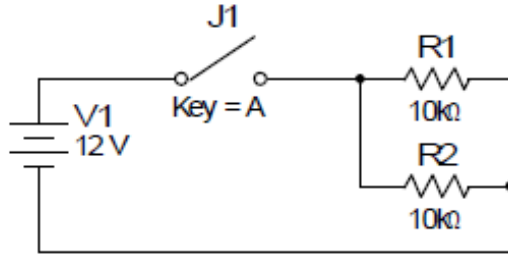
Voltaje  $R_s = R_1 + R_2$  Circuito serie



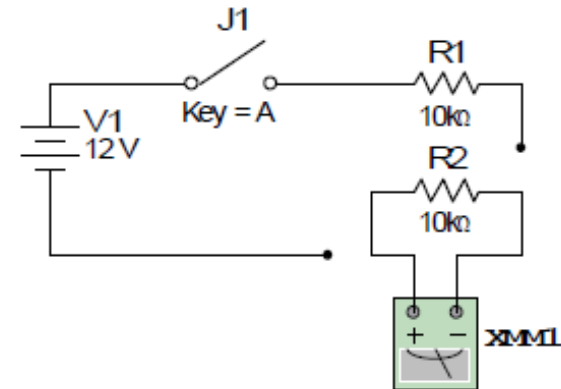
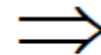
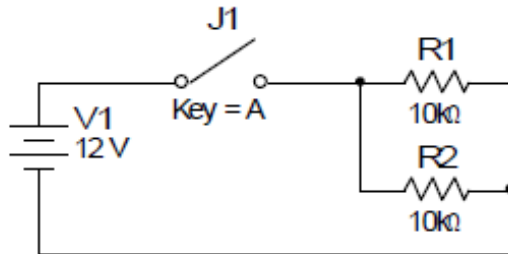
Corriente  $R_1 =$  Corriente  $R_2 =$  Corriente  $R_s = R_1 + R_2 =$  Corriente total



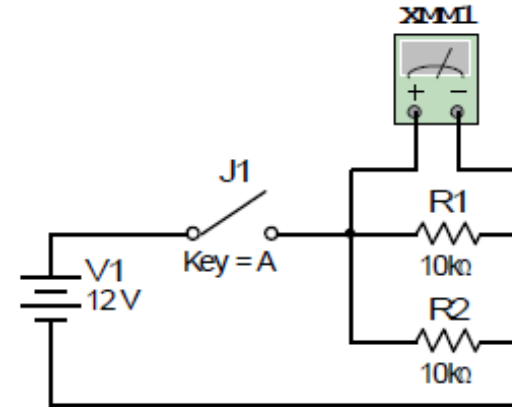
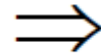
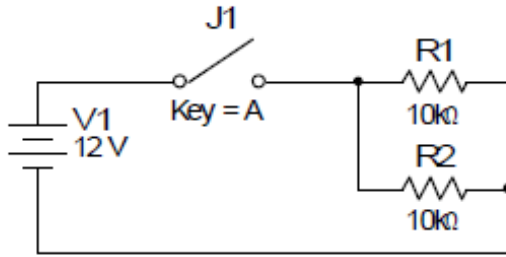
Resistencia  $R_1$



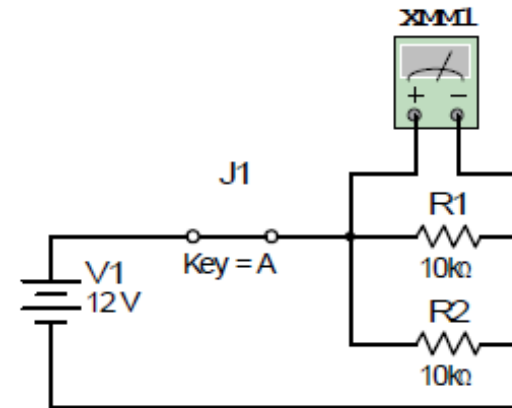
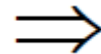
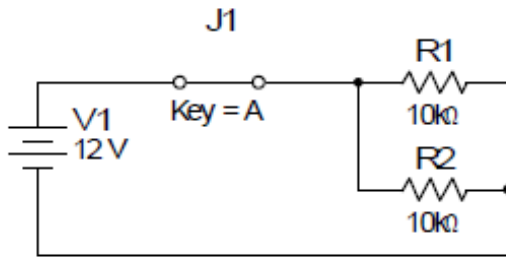
Resistencia  $R_2$



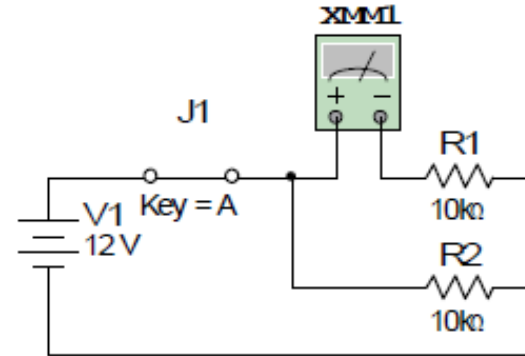
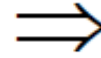
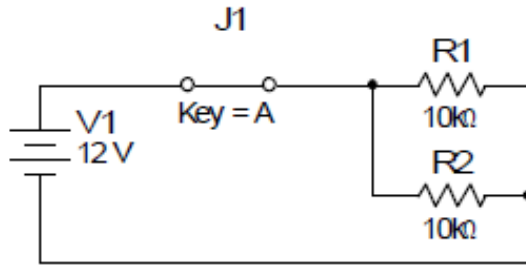
Resistencia  $R_e = R_1 \parallel R_2$  circuito paralelo



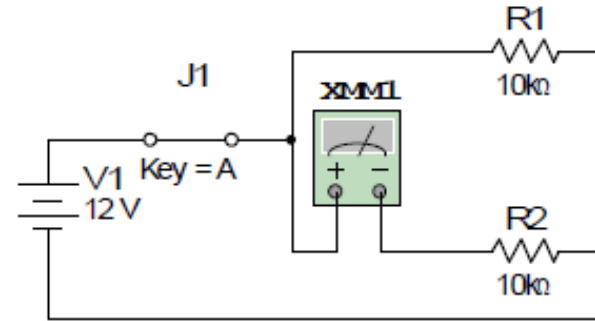
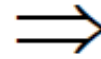
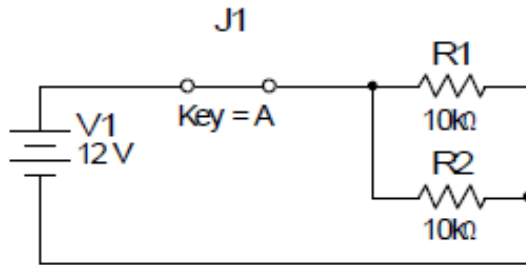
Voltaje  $R_1 = \text{Voltaje } R_2 = \text{Voltaje } R_e = R_1 \parallel R_2$  circuito paralelo



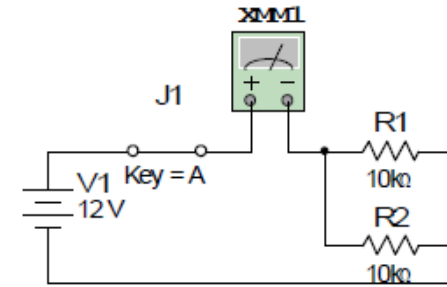
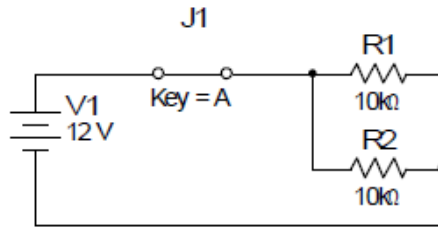
Corriente  $R_1$



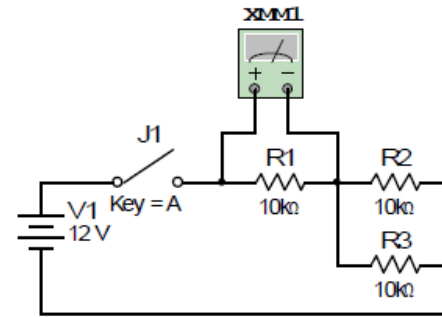
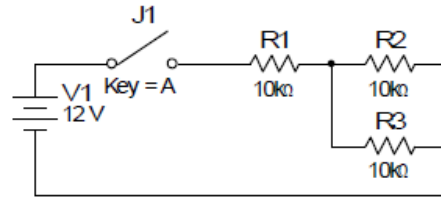
Corriente  $R_2$



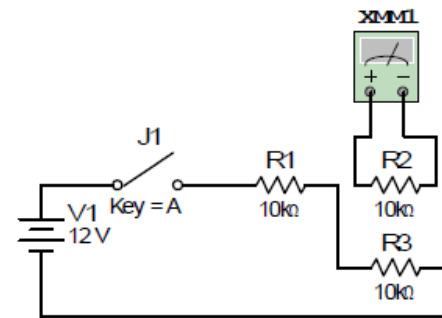
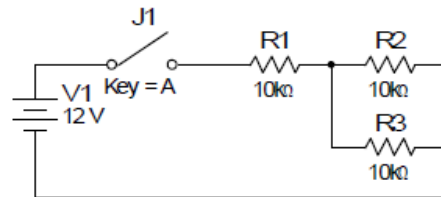
Corriente  $R_e = R_1 \parallel R_2$  circuito paralelo



Resistencia  $R_1$

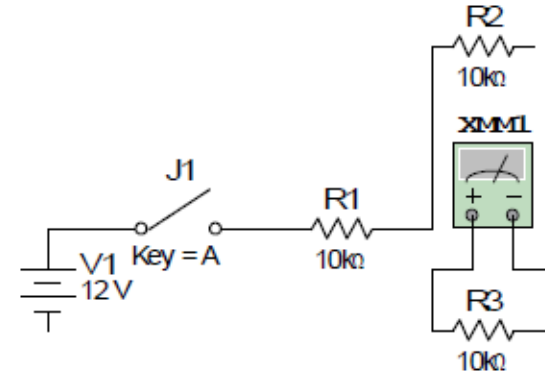
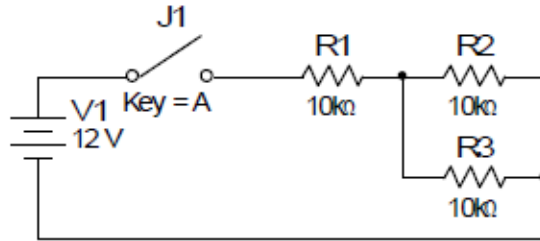


Resistencia  $R_2$

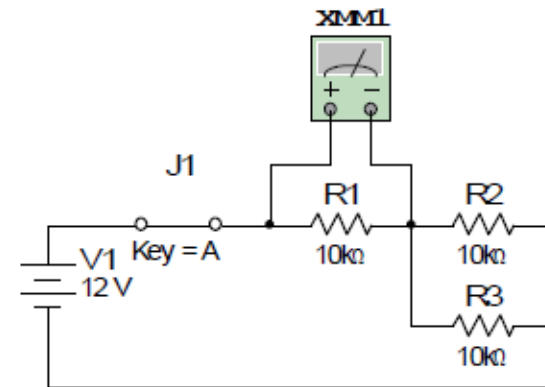
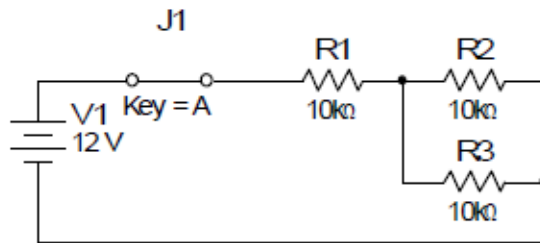




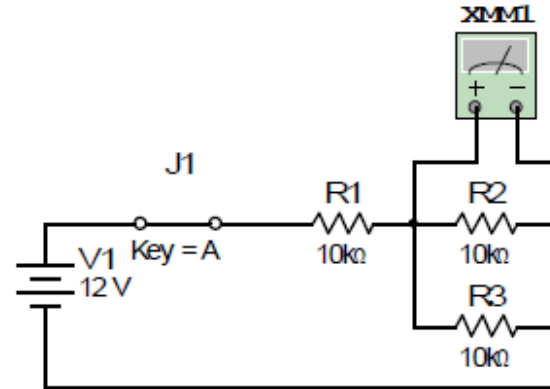
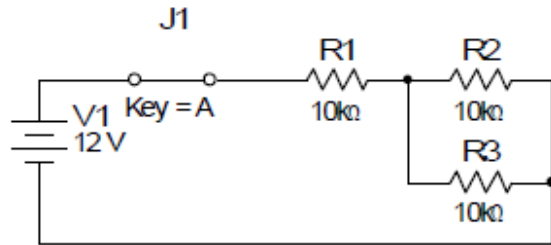
Resistencia  $R_3$



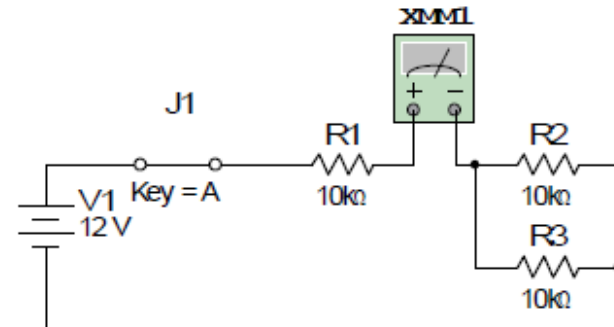
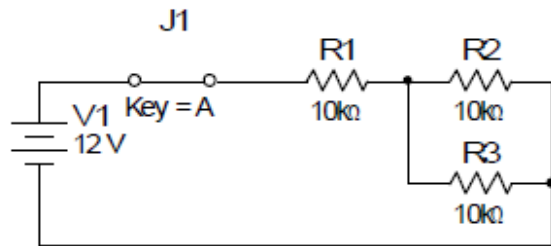
Voltaje  $R_1$



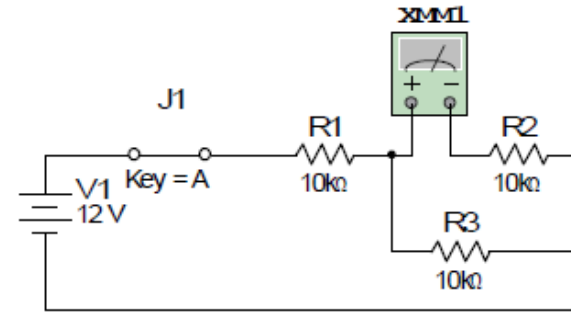
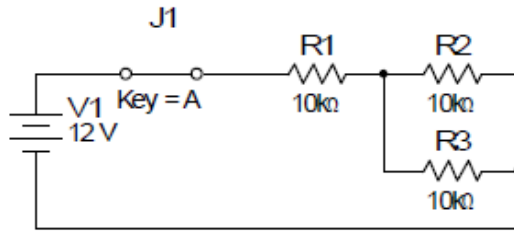
Voltaje  $R_2 = \text{Voltaje } R_3 = \text{Voltaje } R_s = R_1 \parallel R_2$



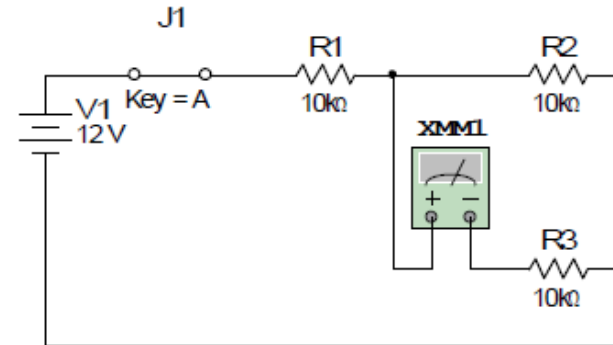
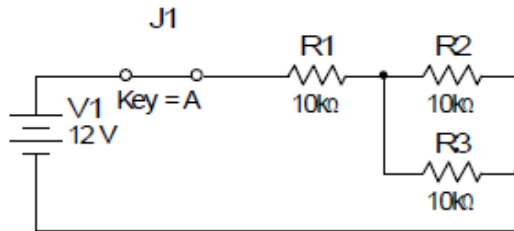
Corriente  $R_1$



Corriente  $R_2$

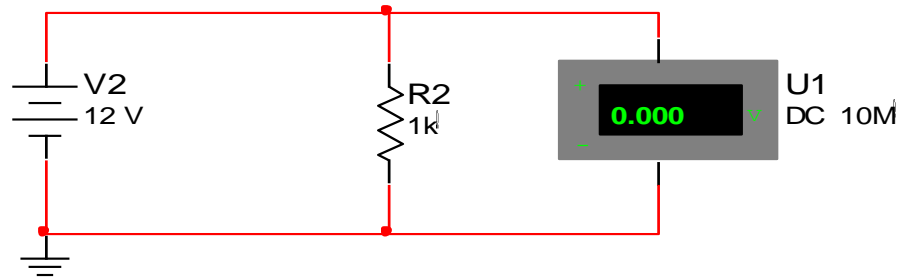
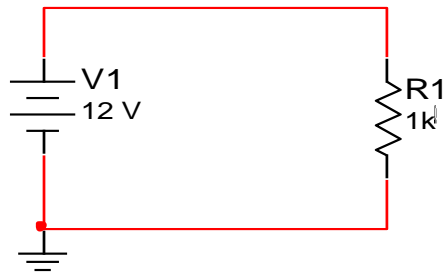


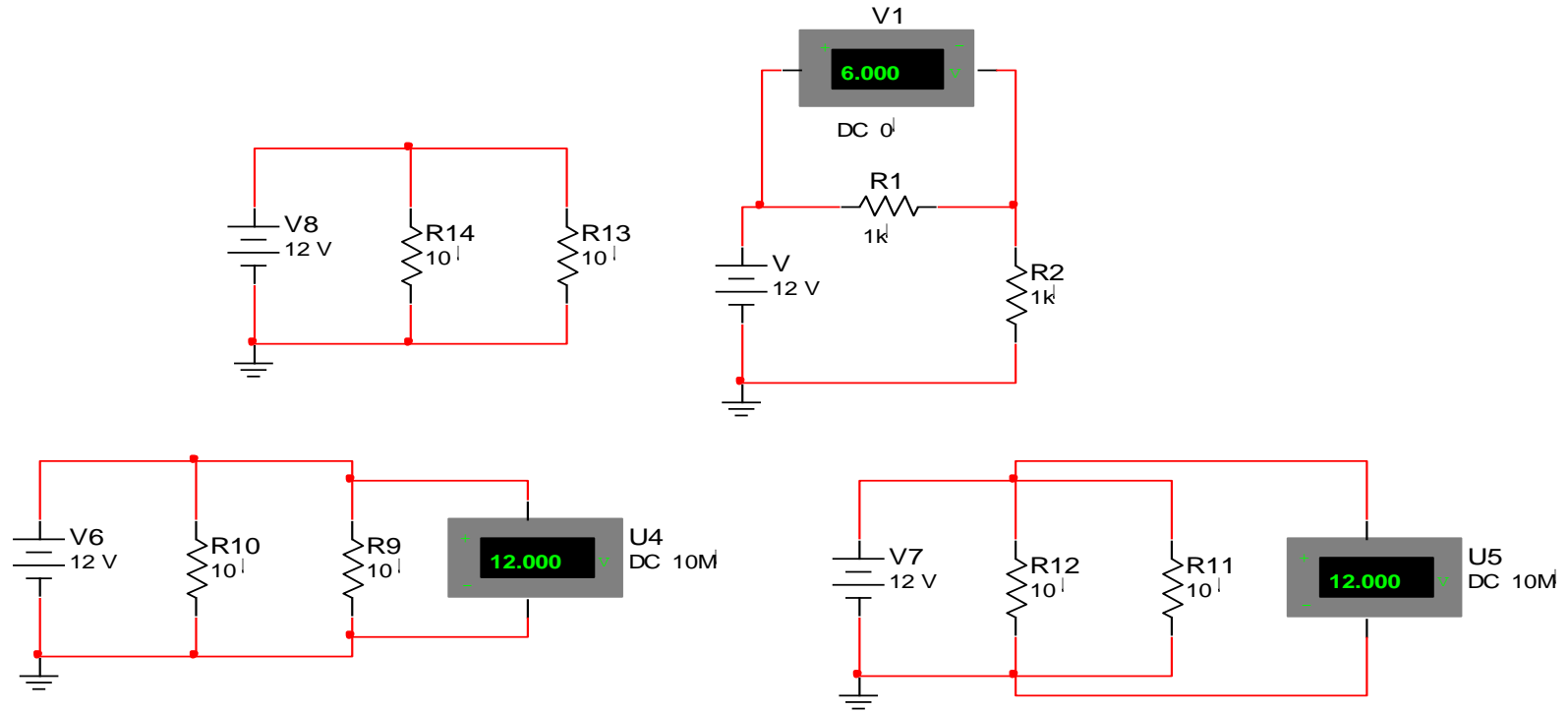
Corriente  $R_3$

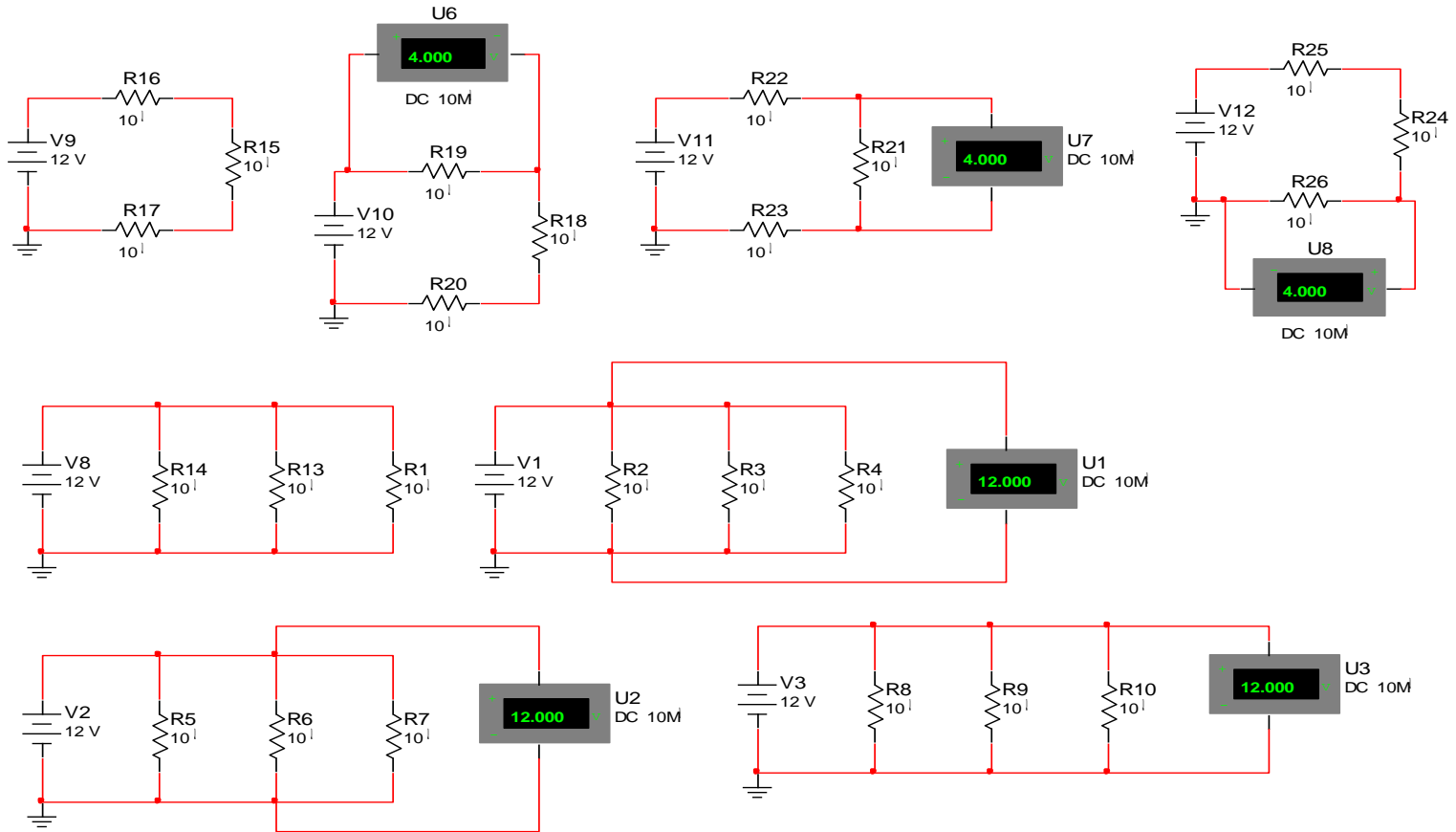


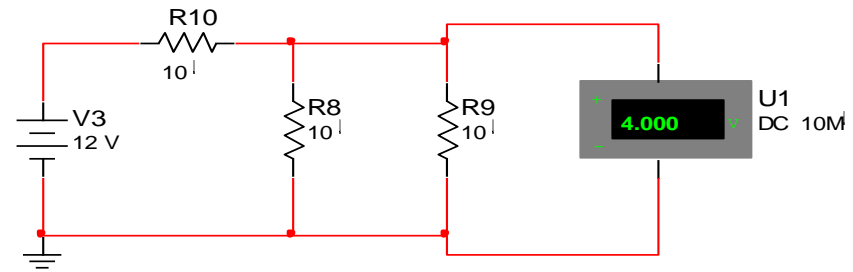
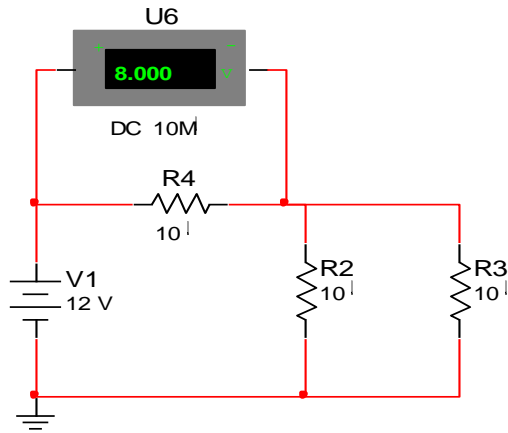
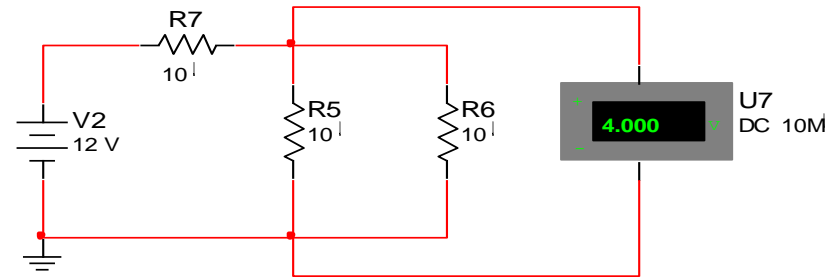
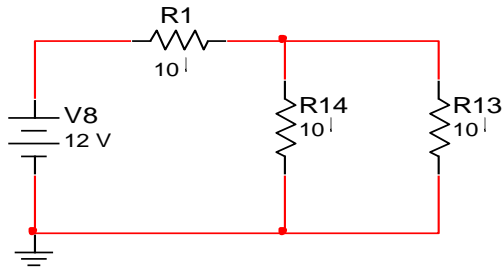
Si ya has armado los circuitos de los ejercicios anteriores, ahora deberás armar los que se muestran a continuación.

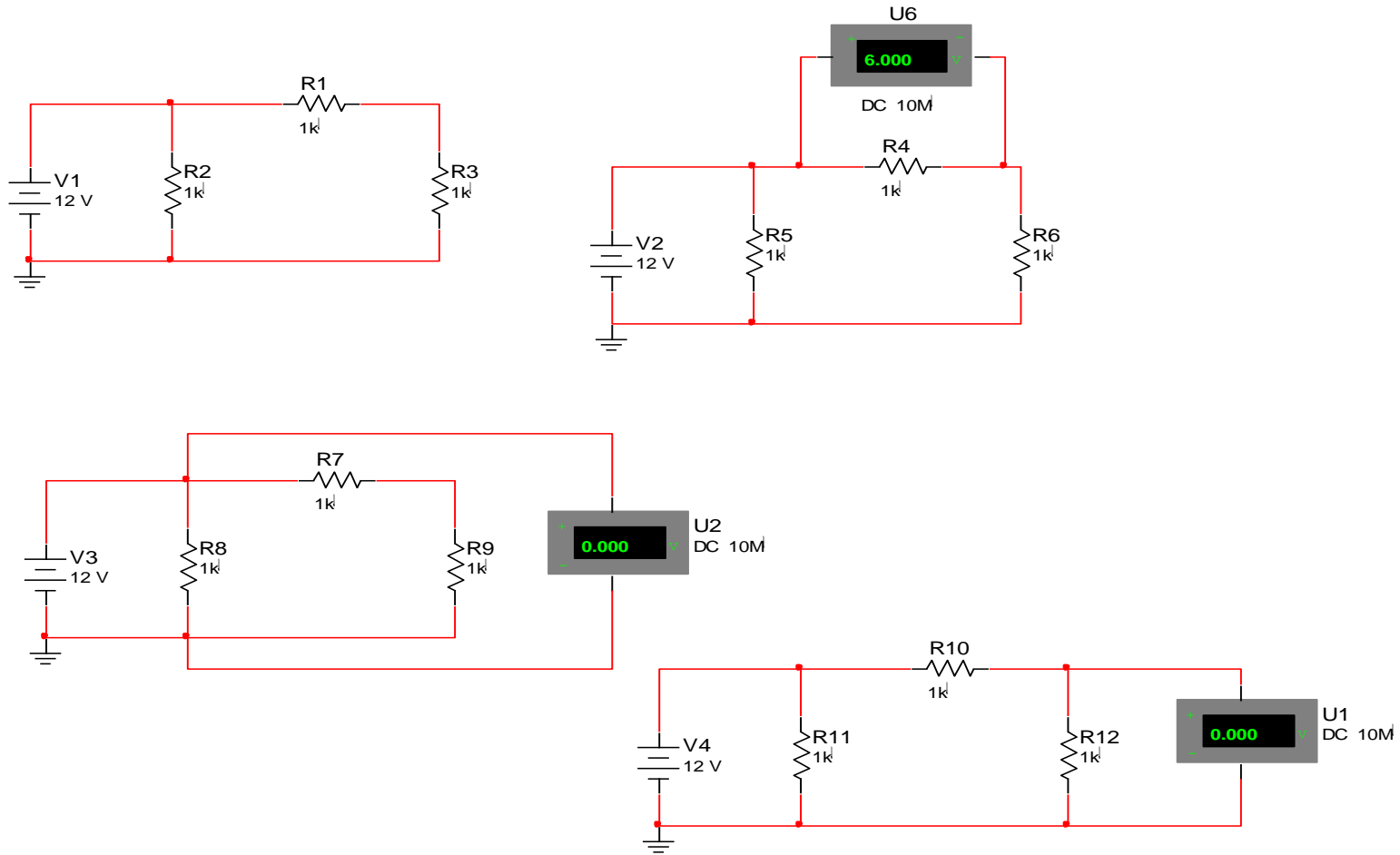
Se muestra el circuito original y el circuito realizando la medición voltaje.



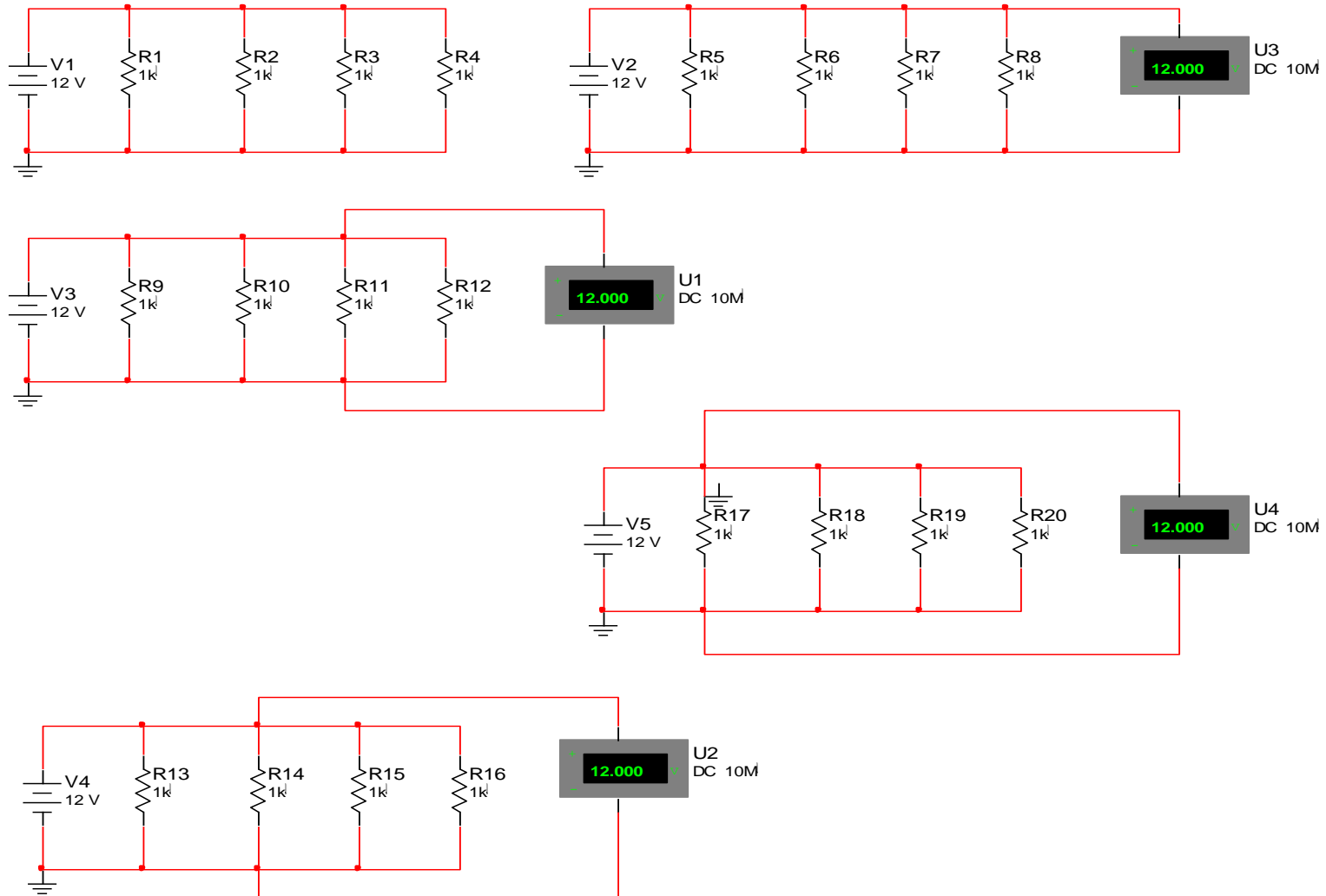


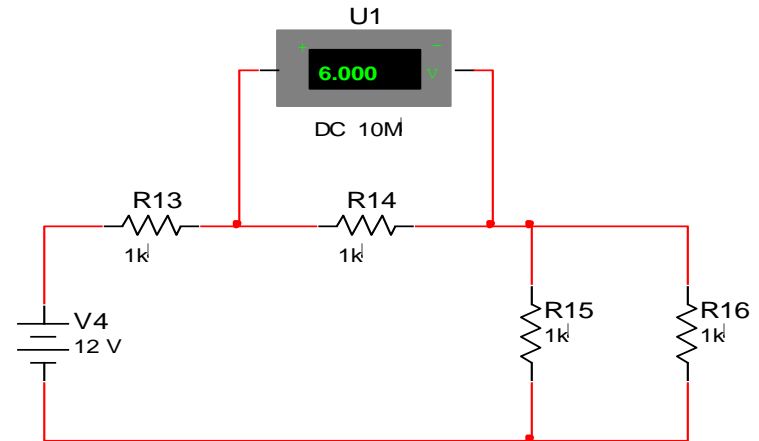
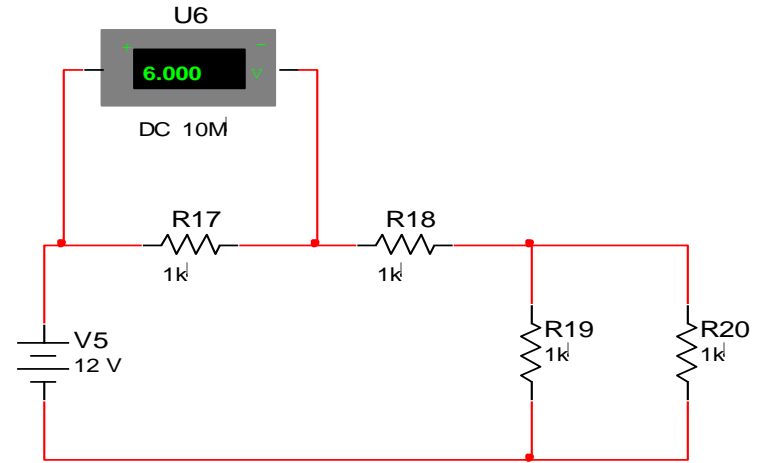
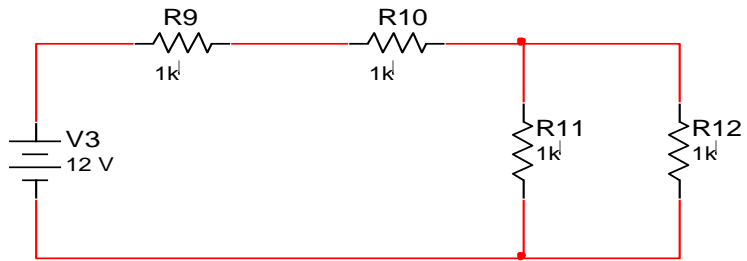
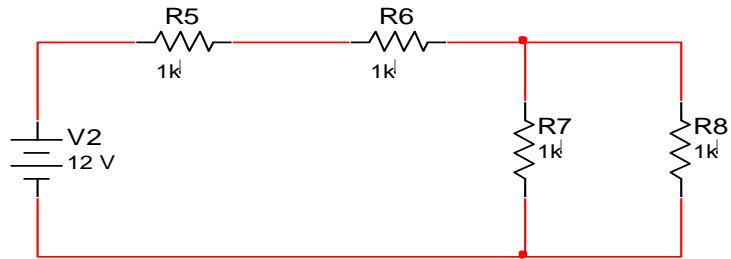
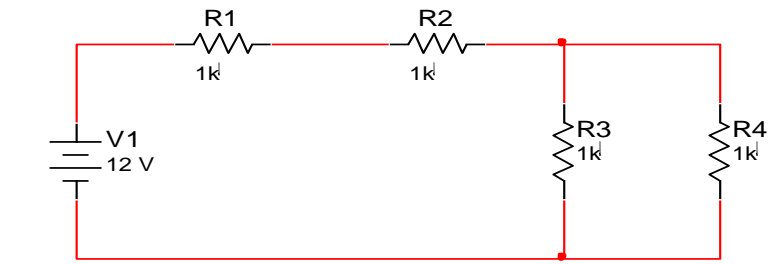


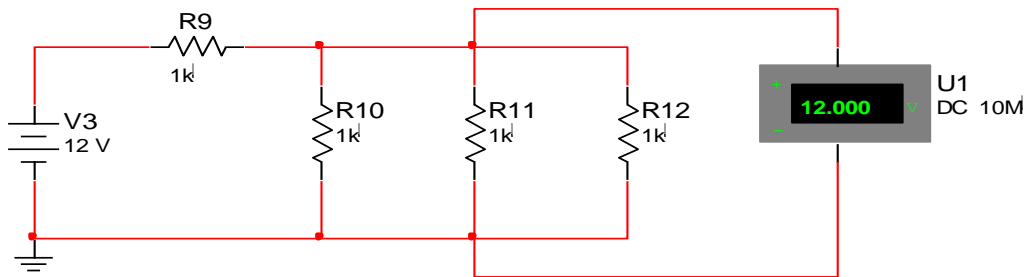
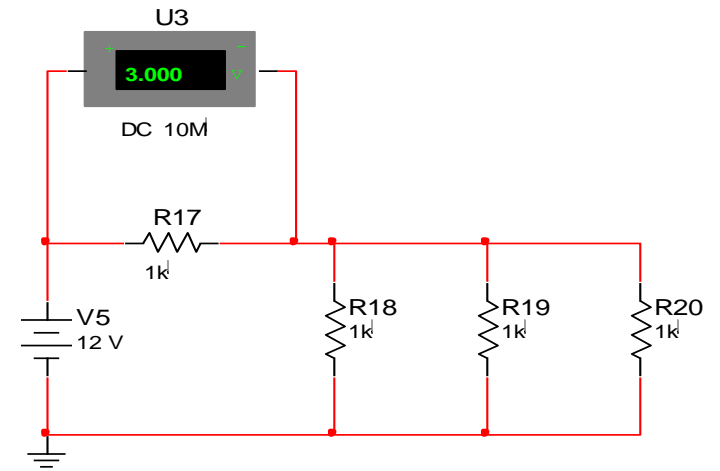
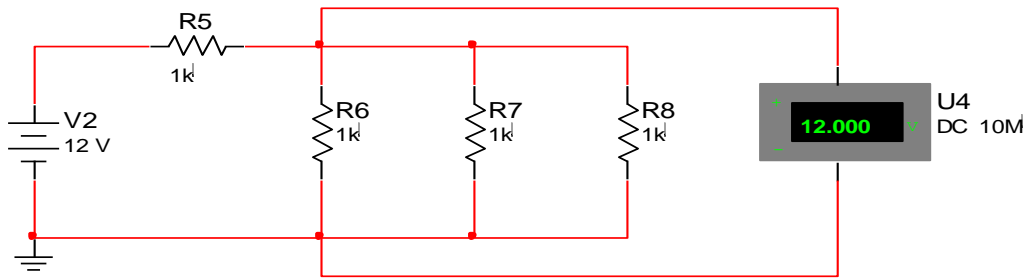
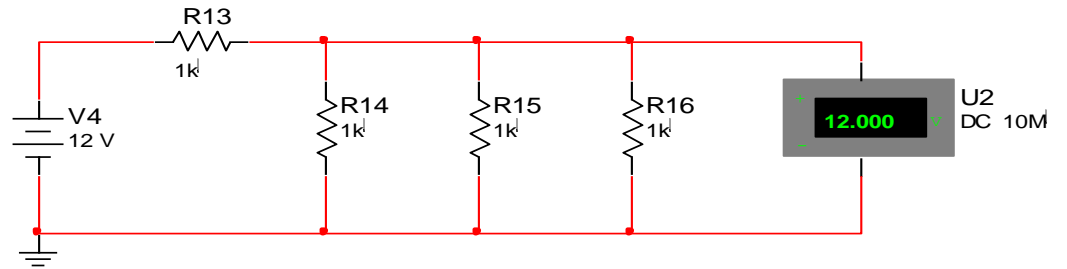
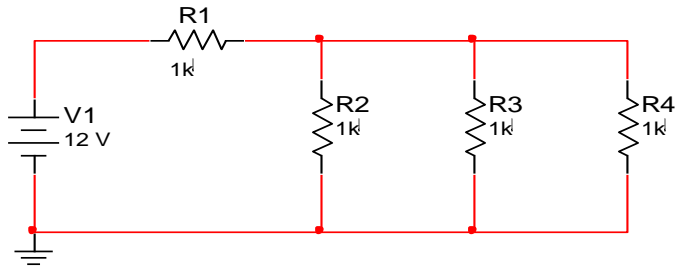


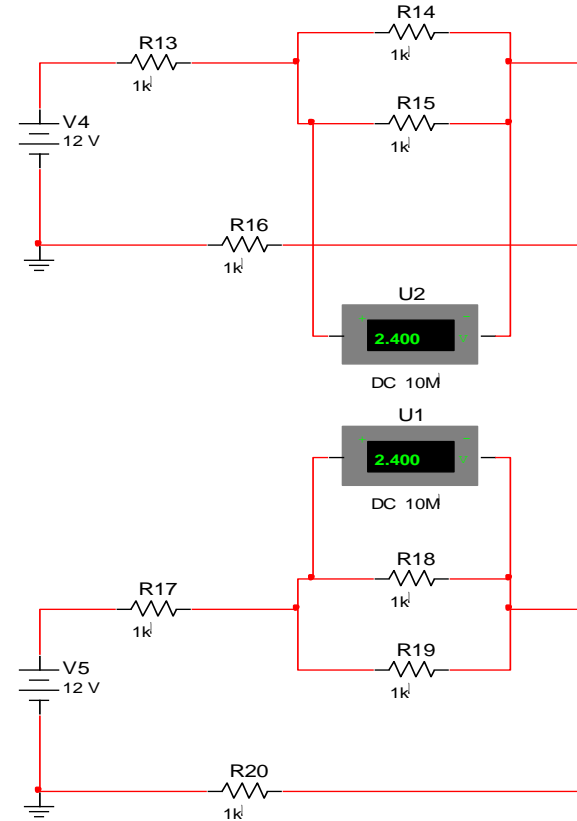
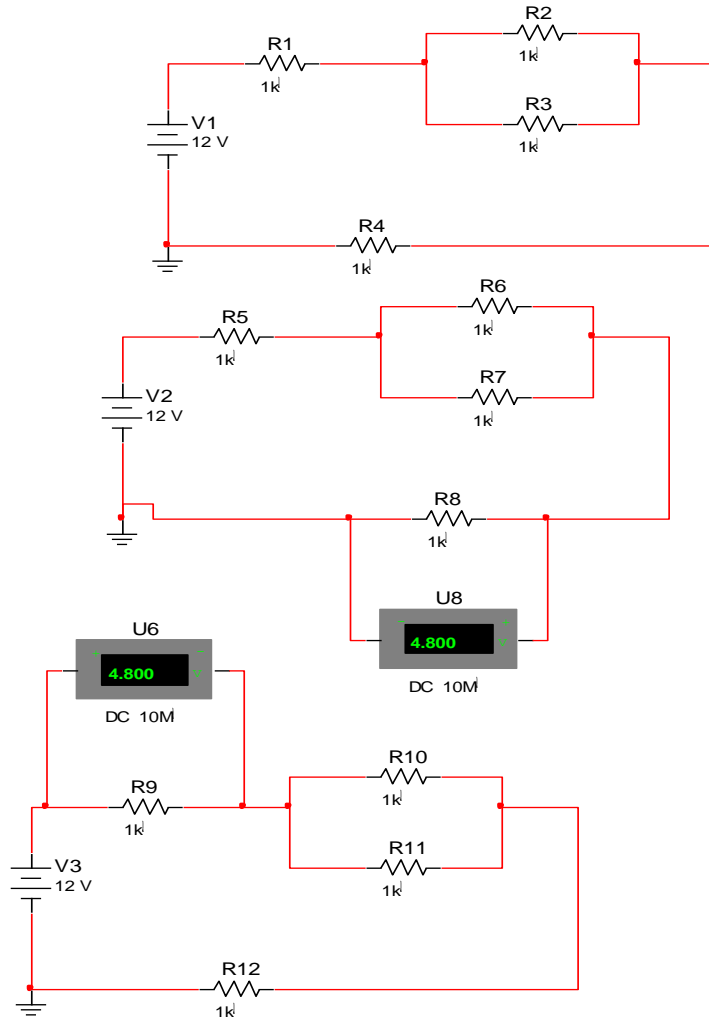


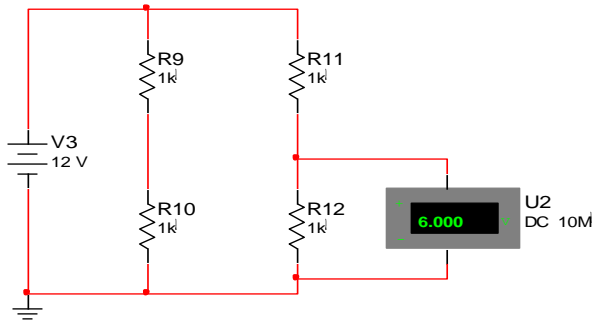
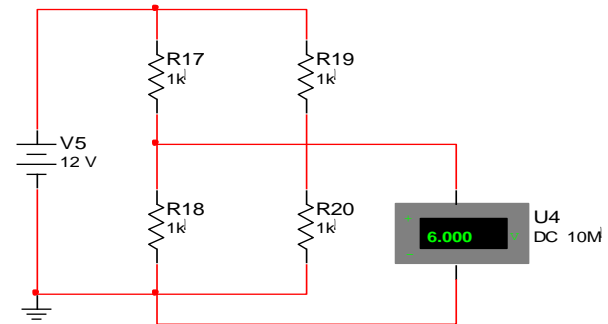
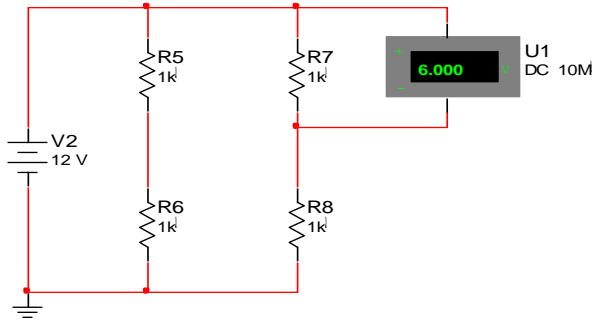
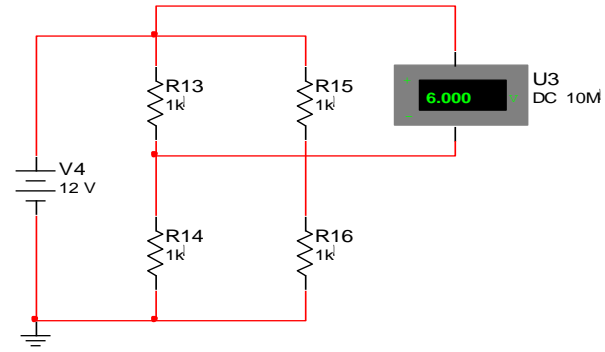
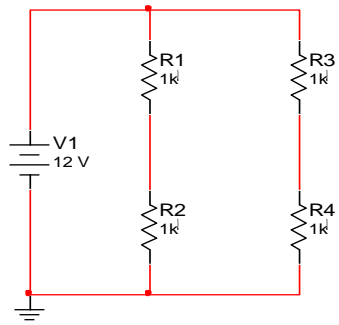


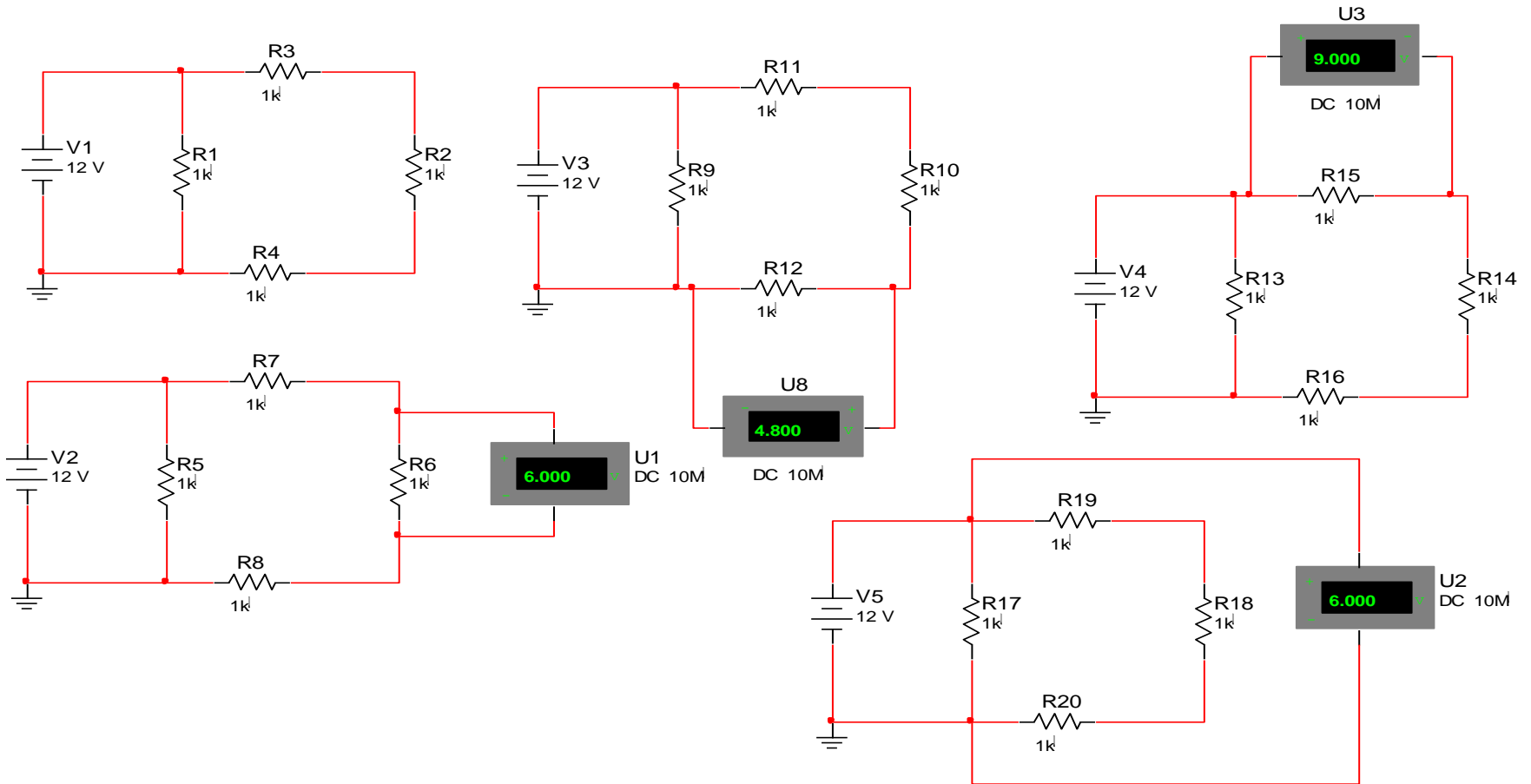


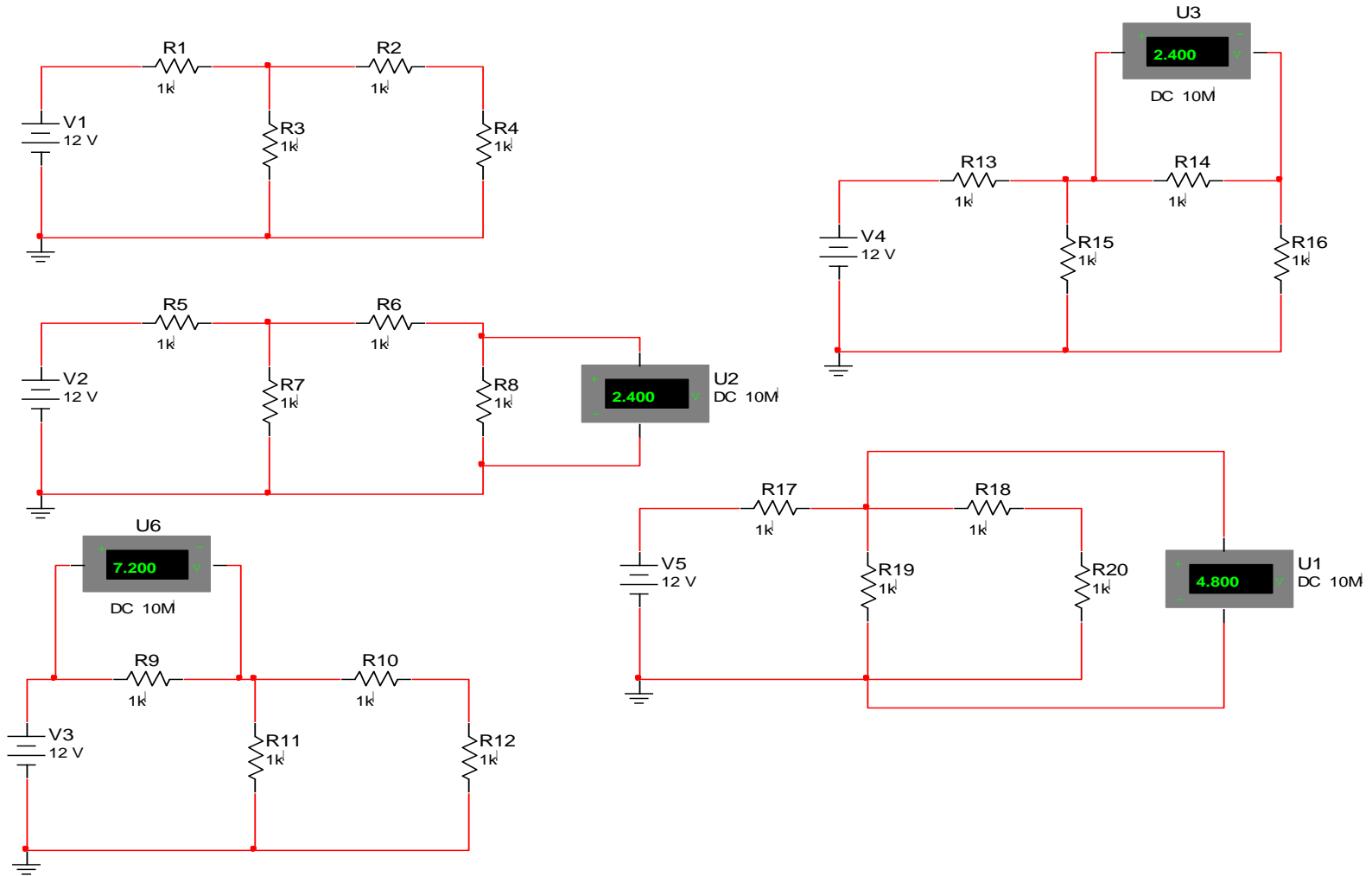


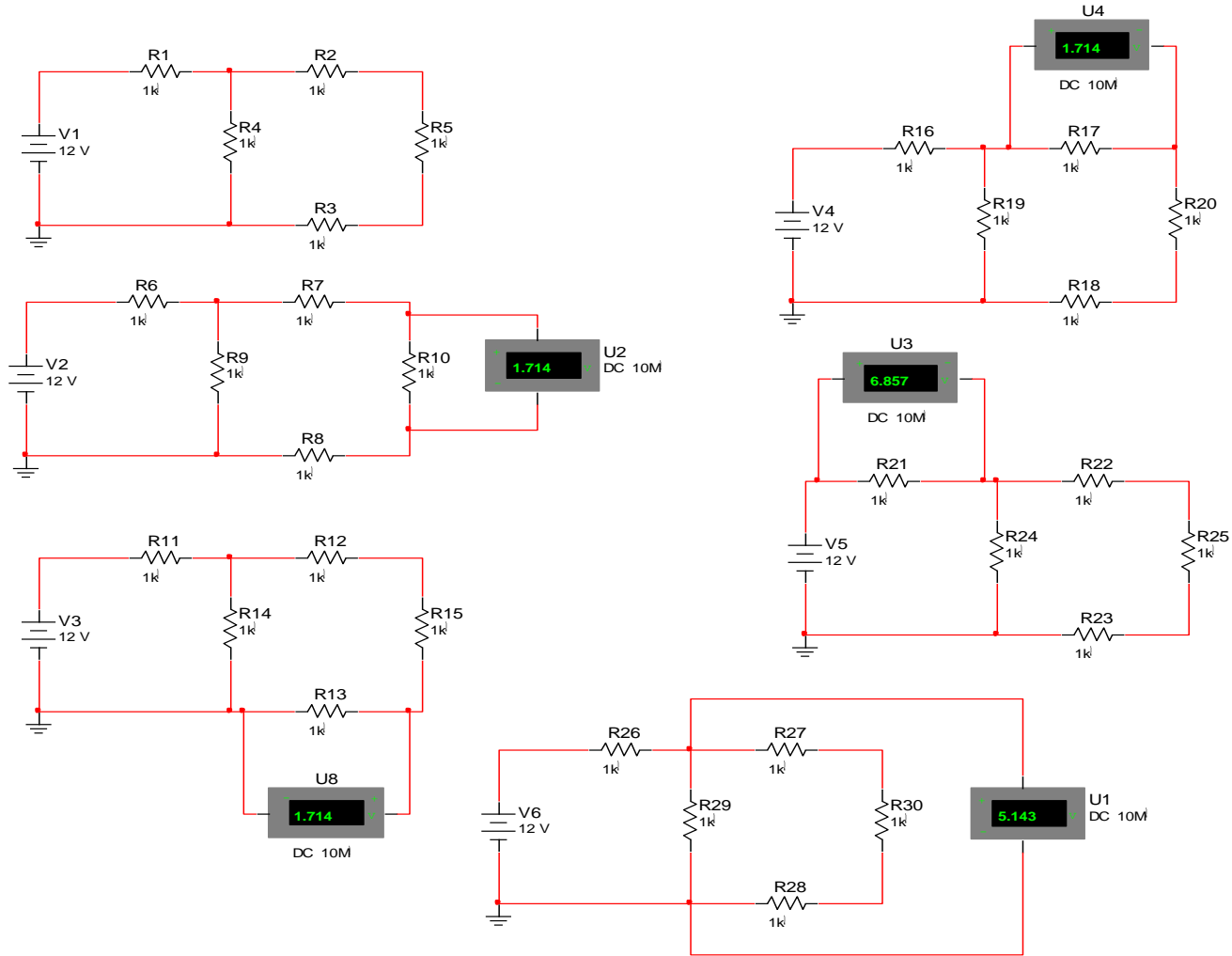




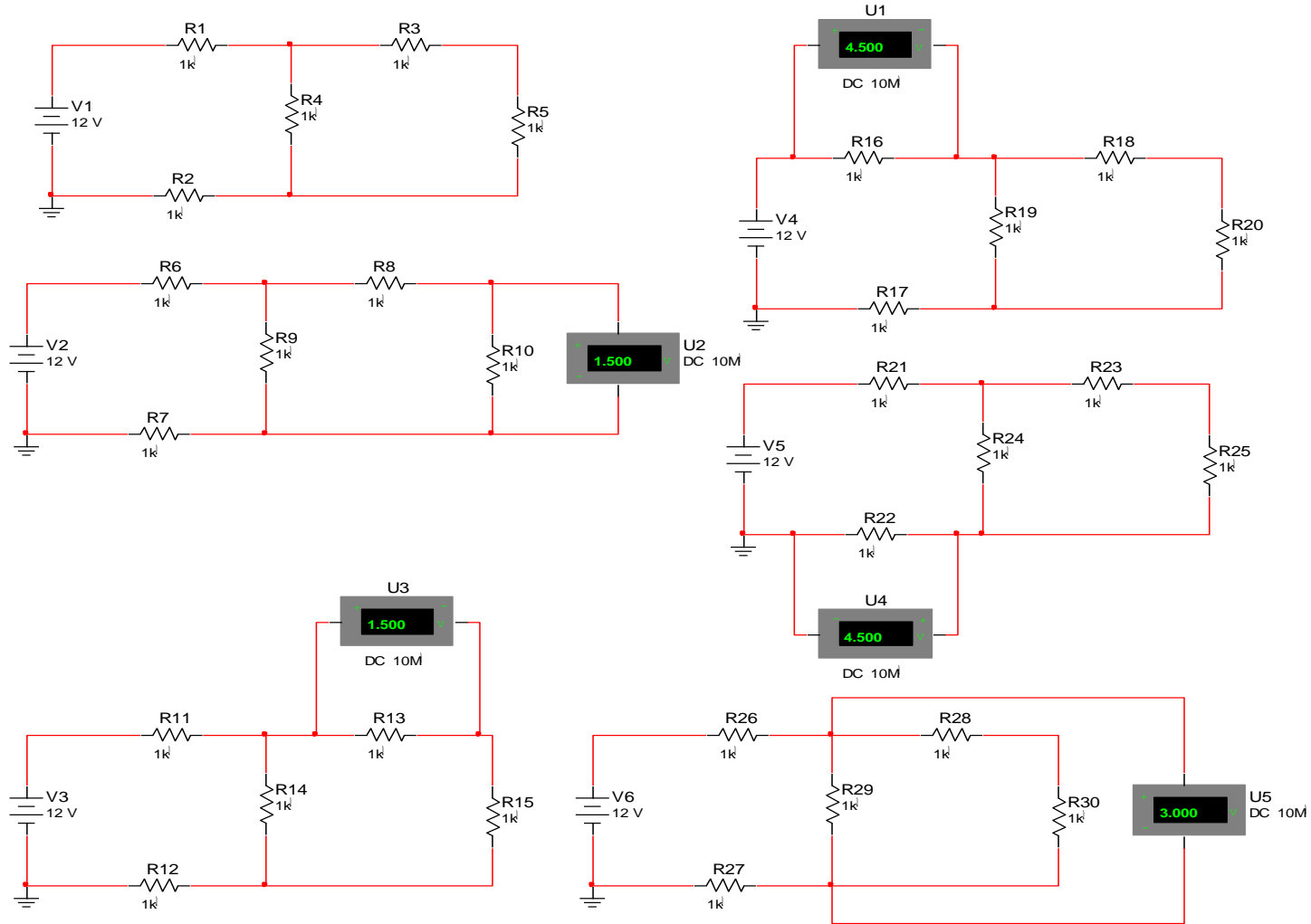


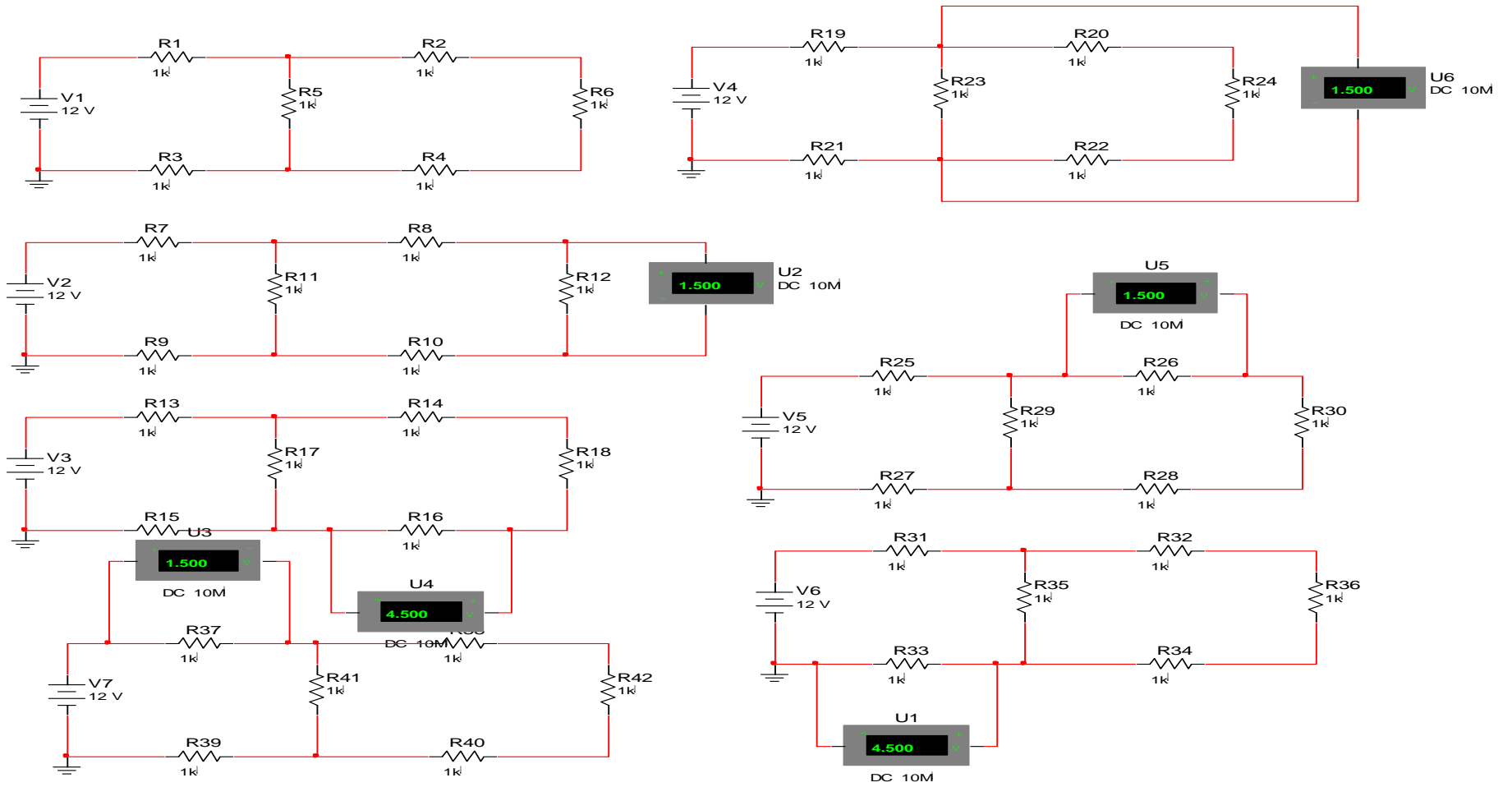


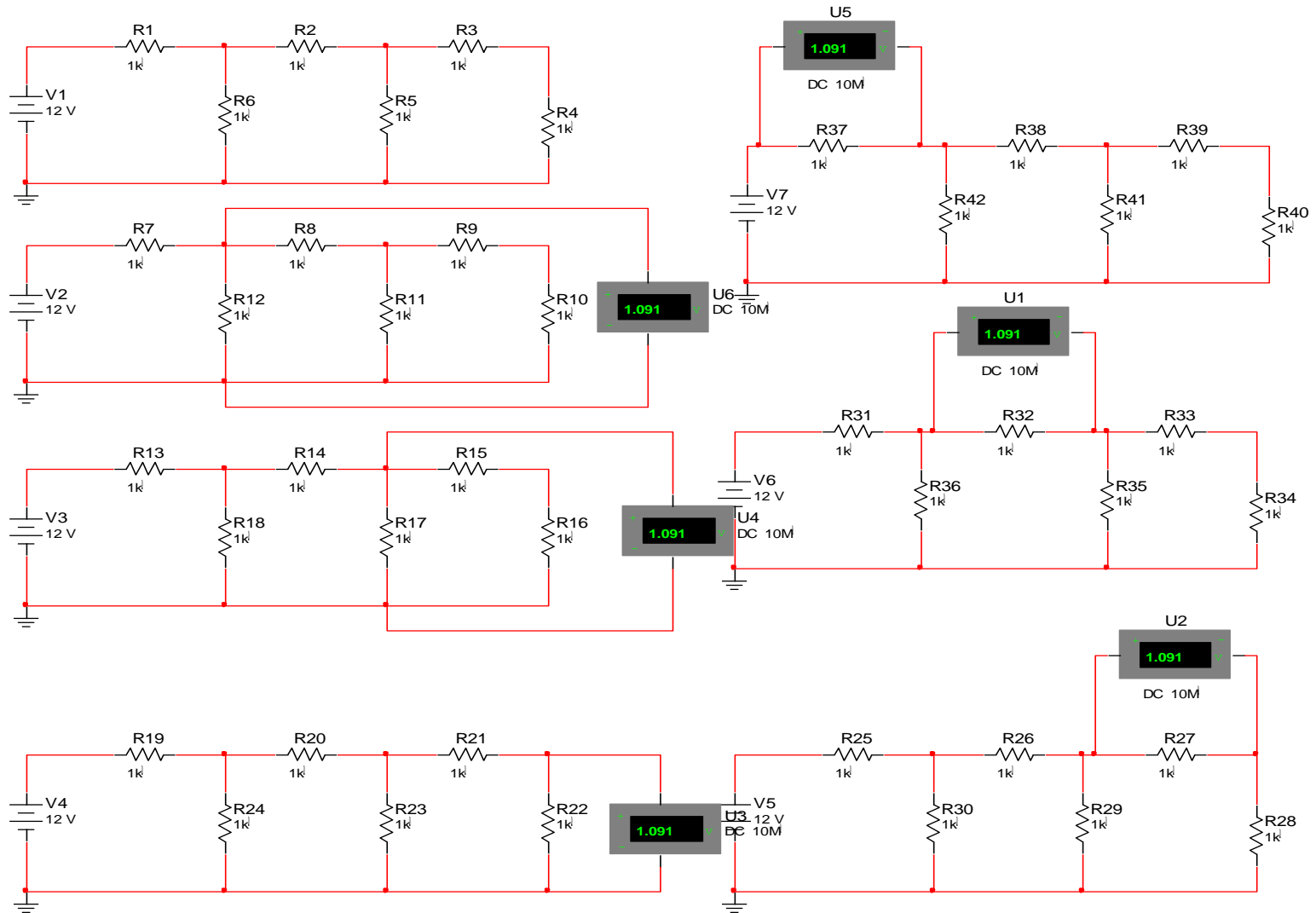




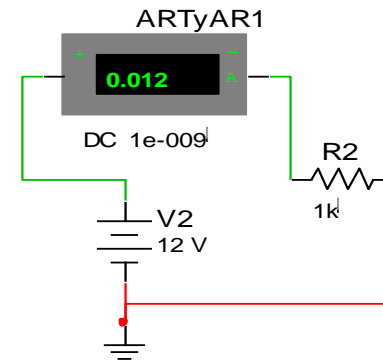
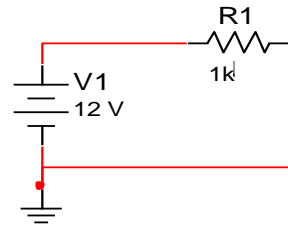




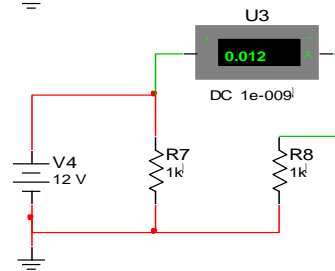
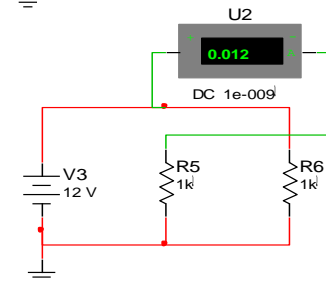
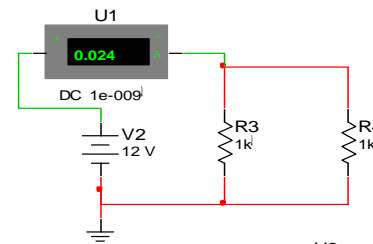
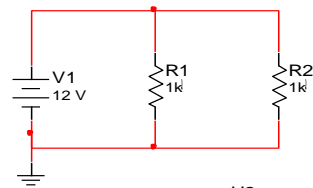


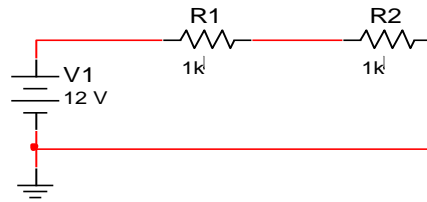


Se muestra el circuito original y el circuito realizando la medición corriente.

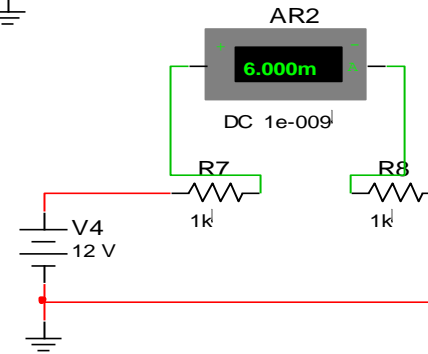
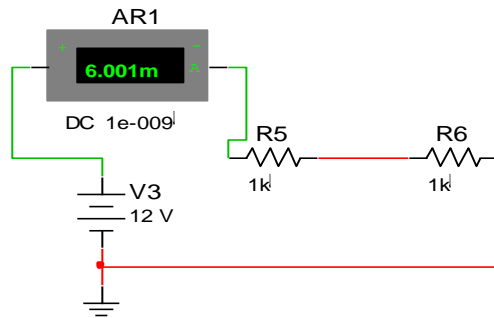
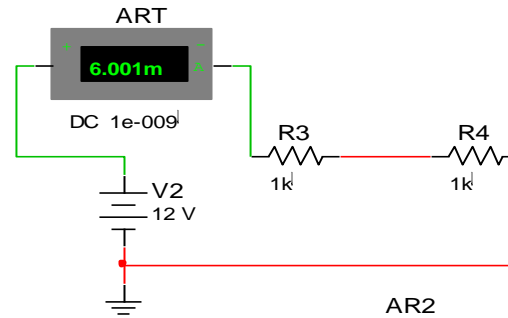


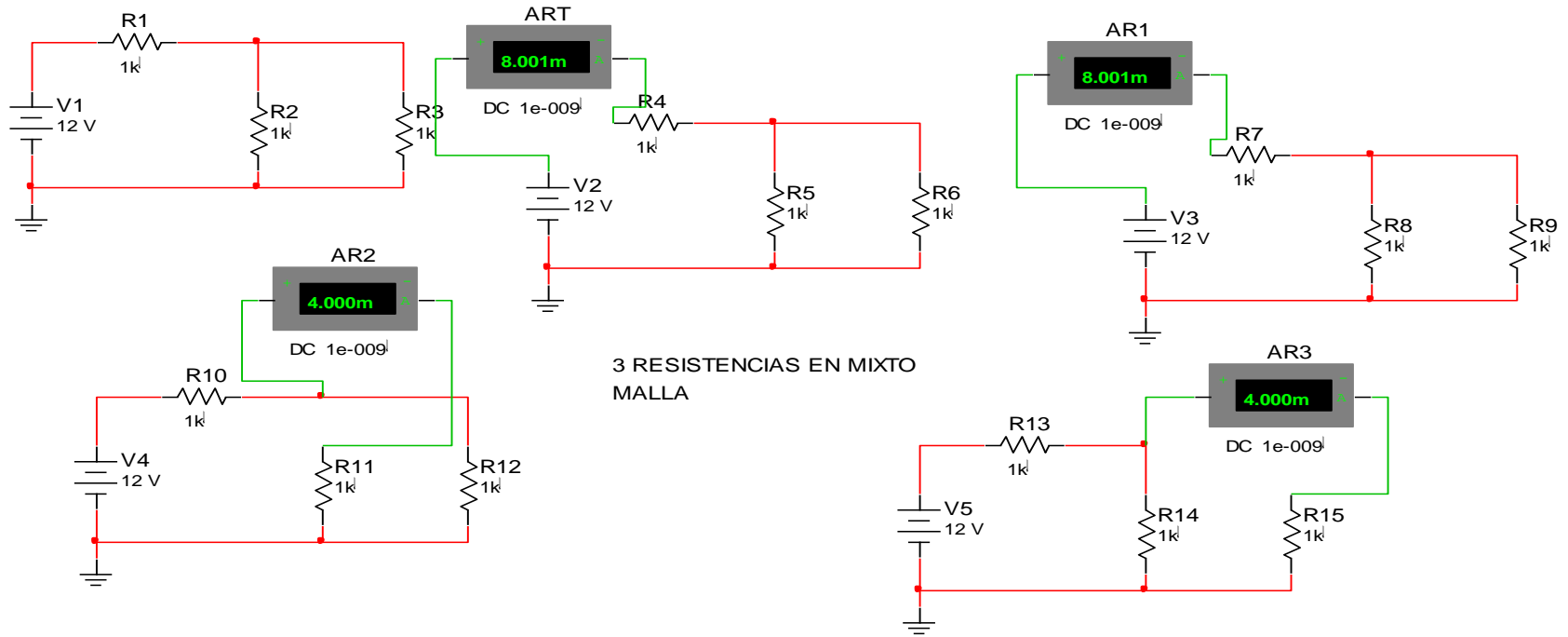
2 RESISTENCIAS EN PARALELO  
MALLA



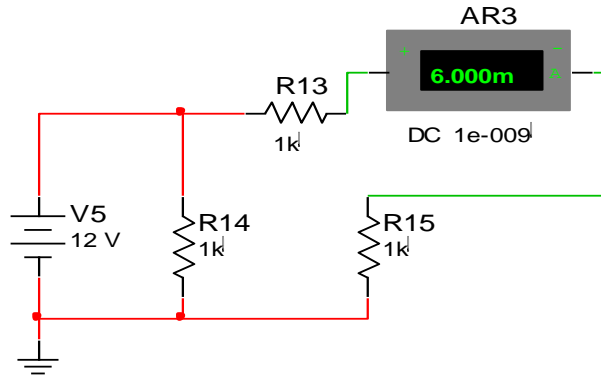
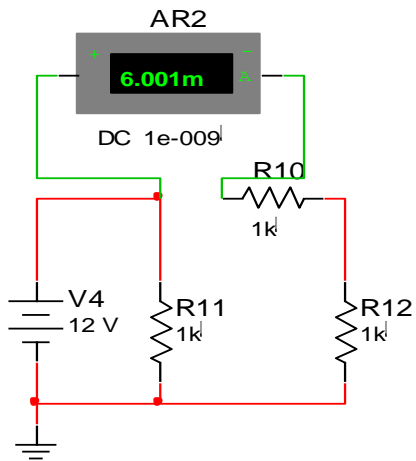
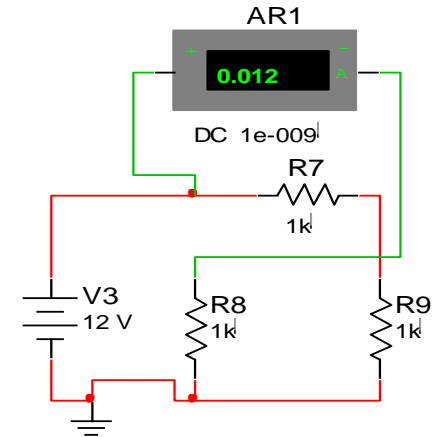
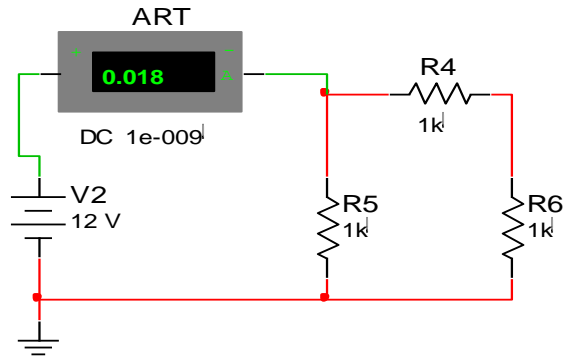
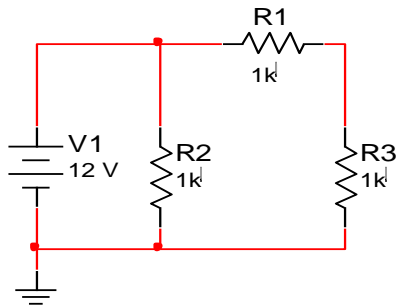


2 RESISTENCIAS EN SERIE  
MALLAS

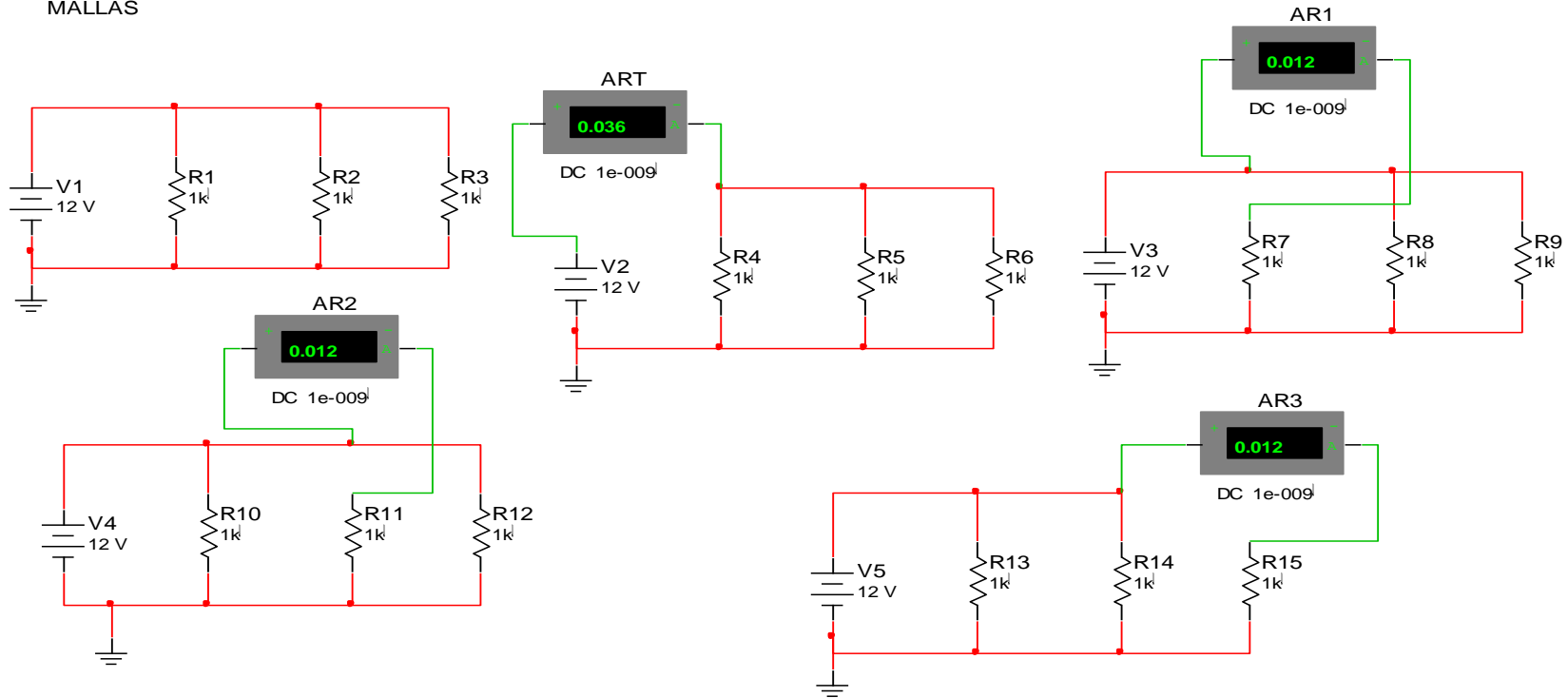




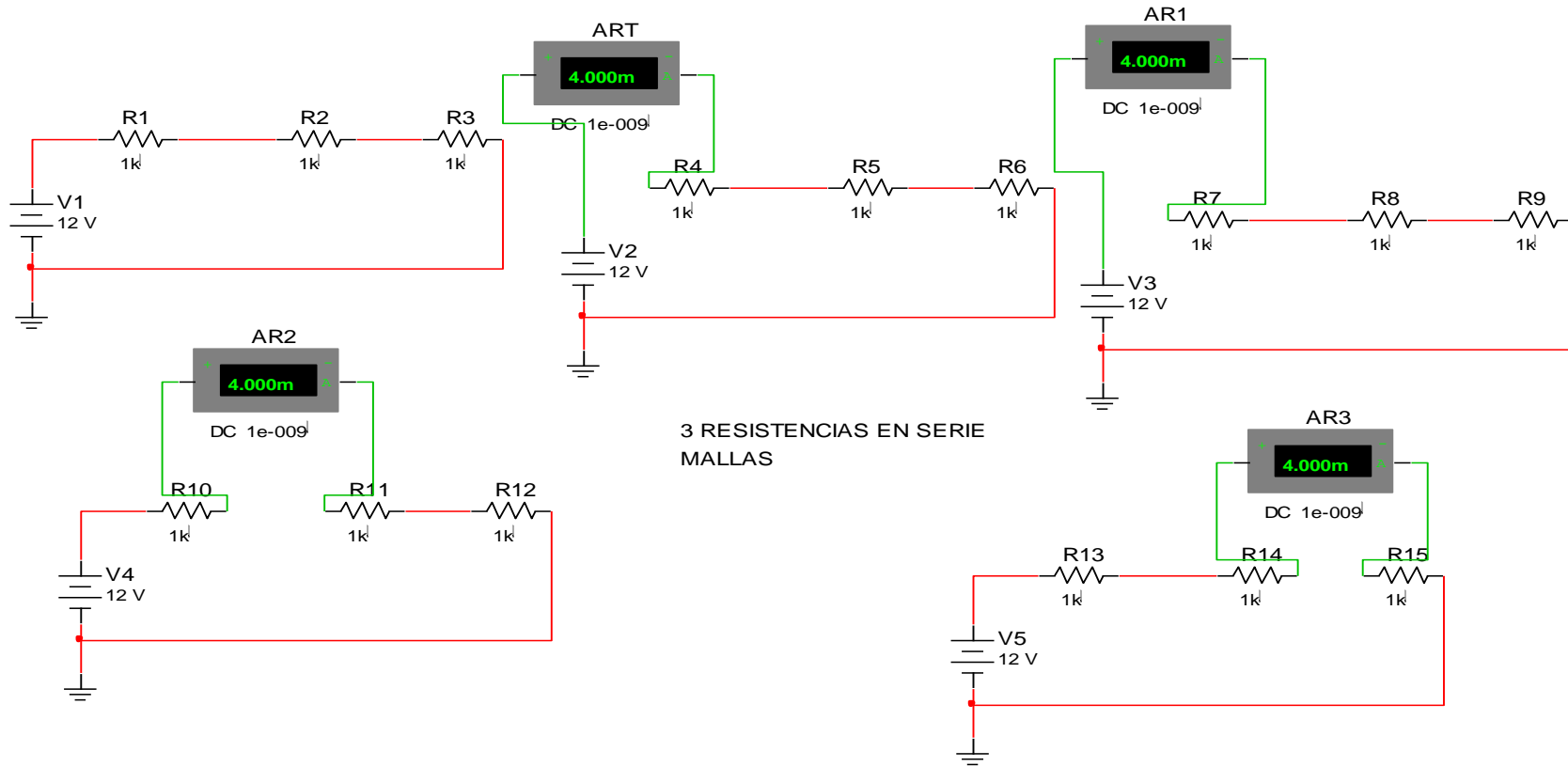
3 RESISTENCIAS EN MIXTO  
MALLAS



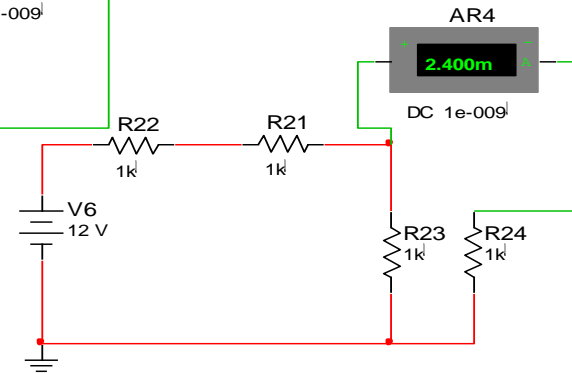
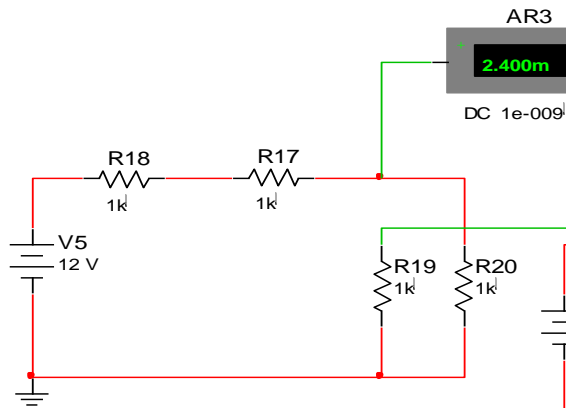
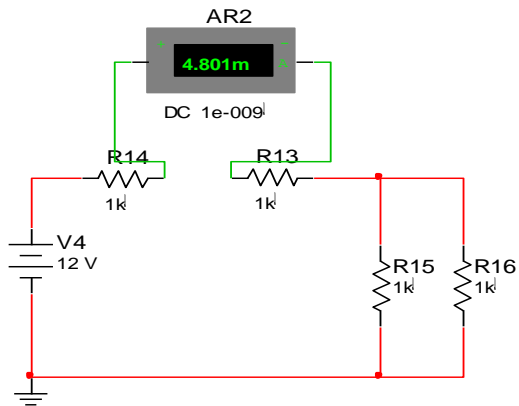
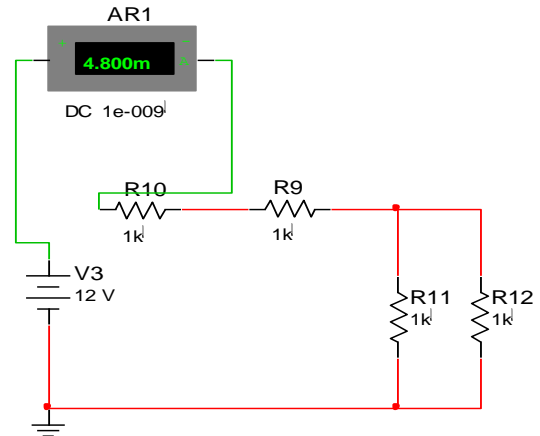
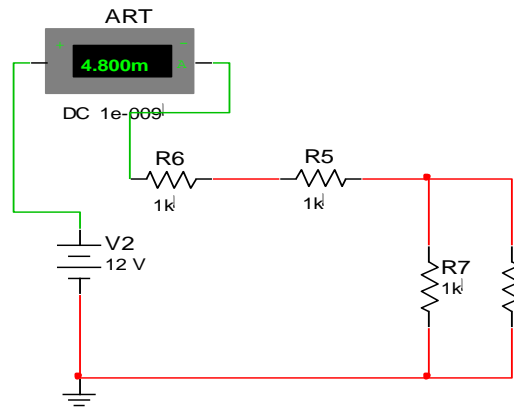
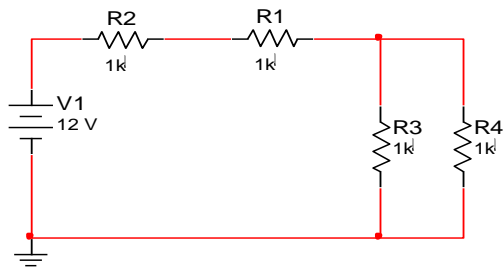
3 RESISTENCIAS EN PARALELO  
MALLAS



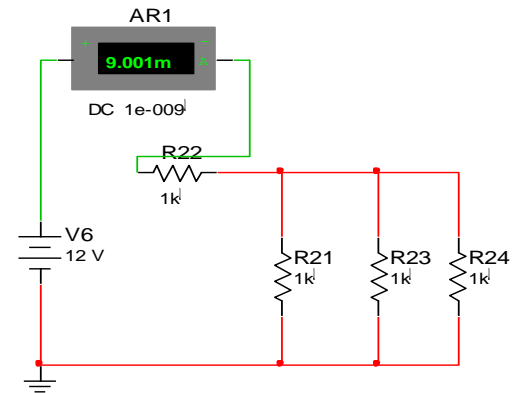
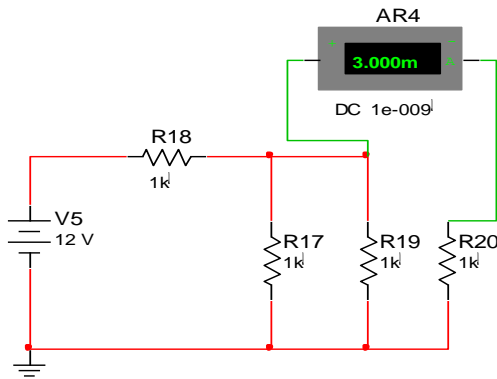
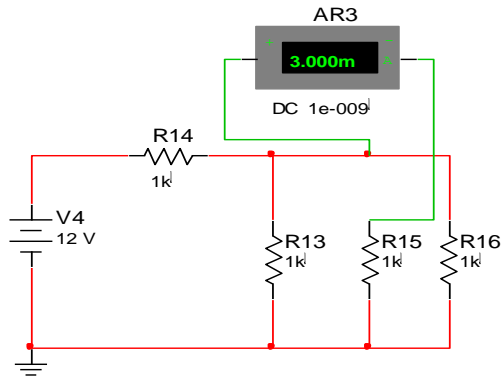
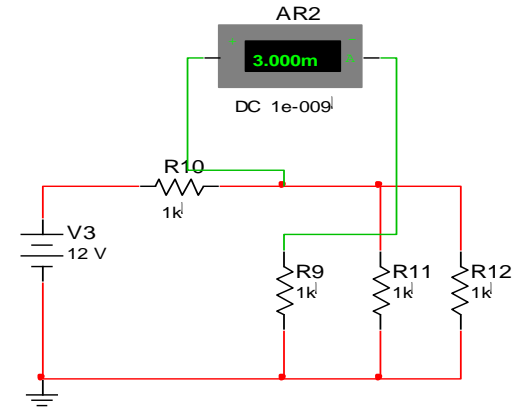
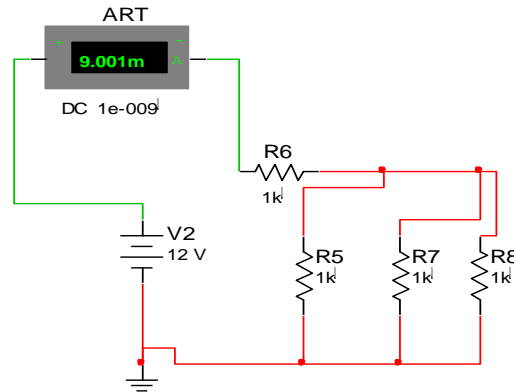
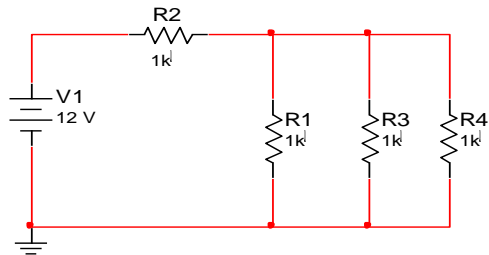




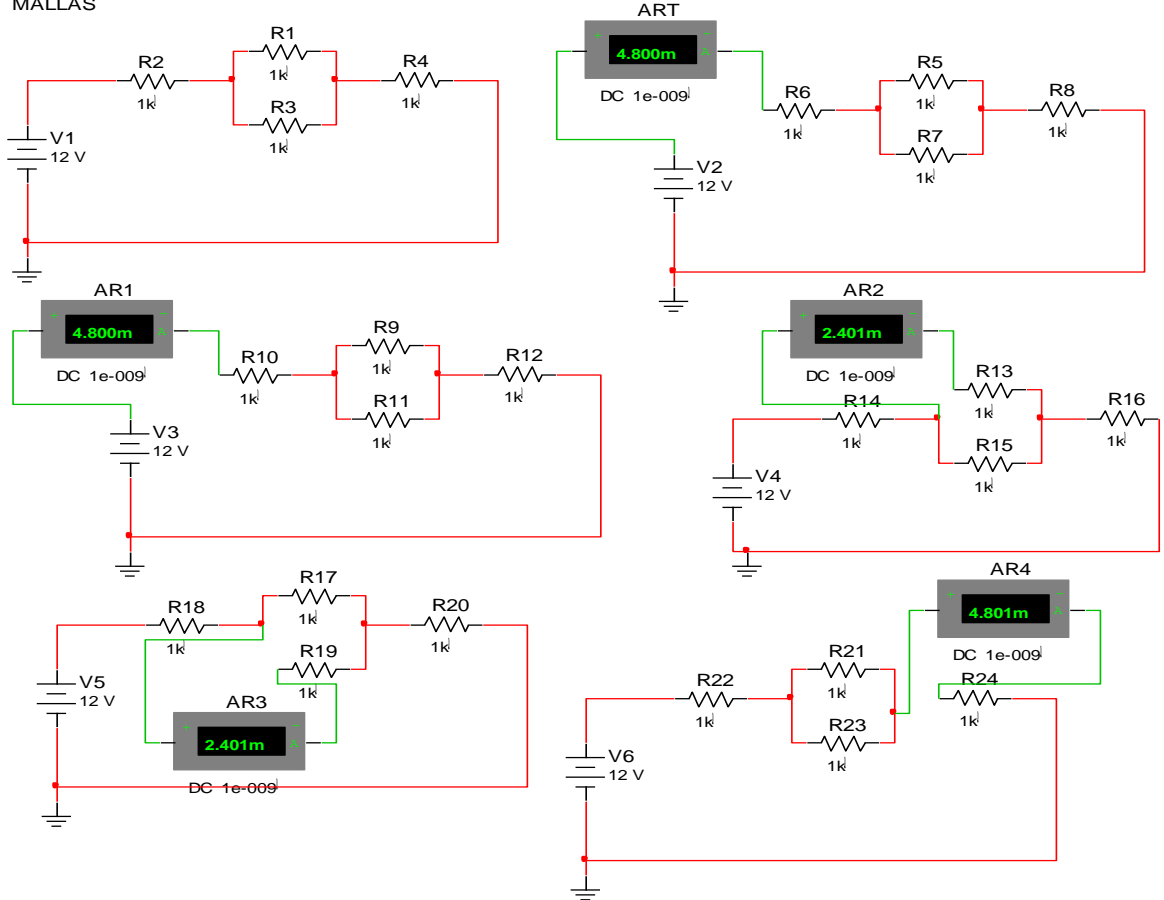
4 RESISTENCIAS EN MIXTO  
MALLA



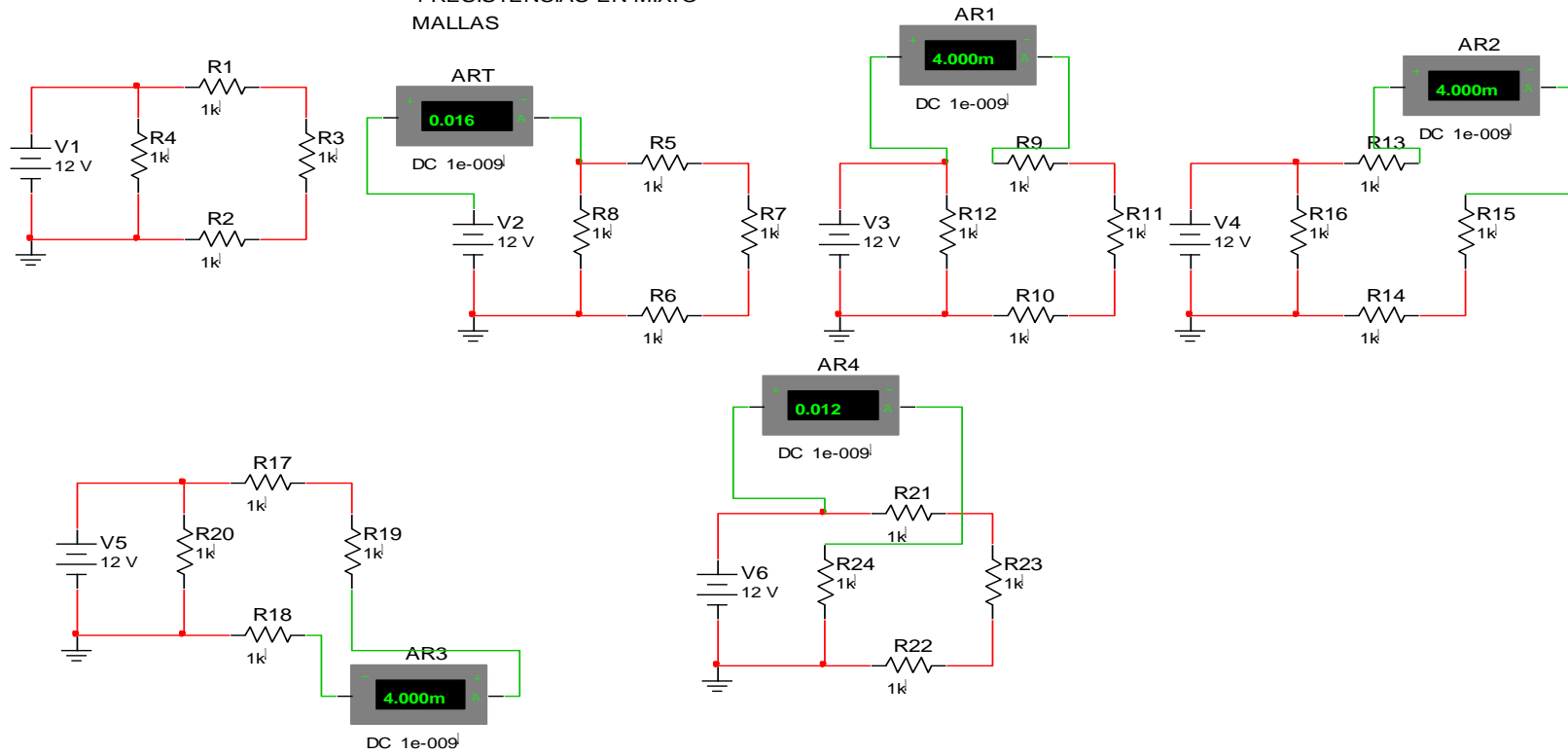
4 RESISTENCIAS EN MIXTO MALLA



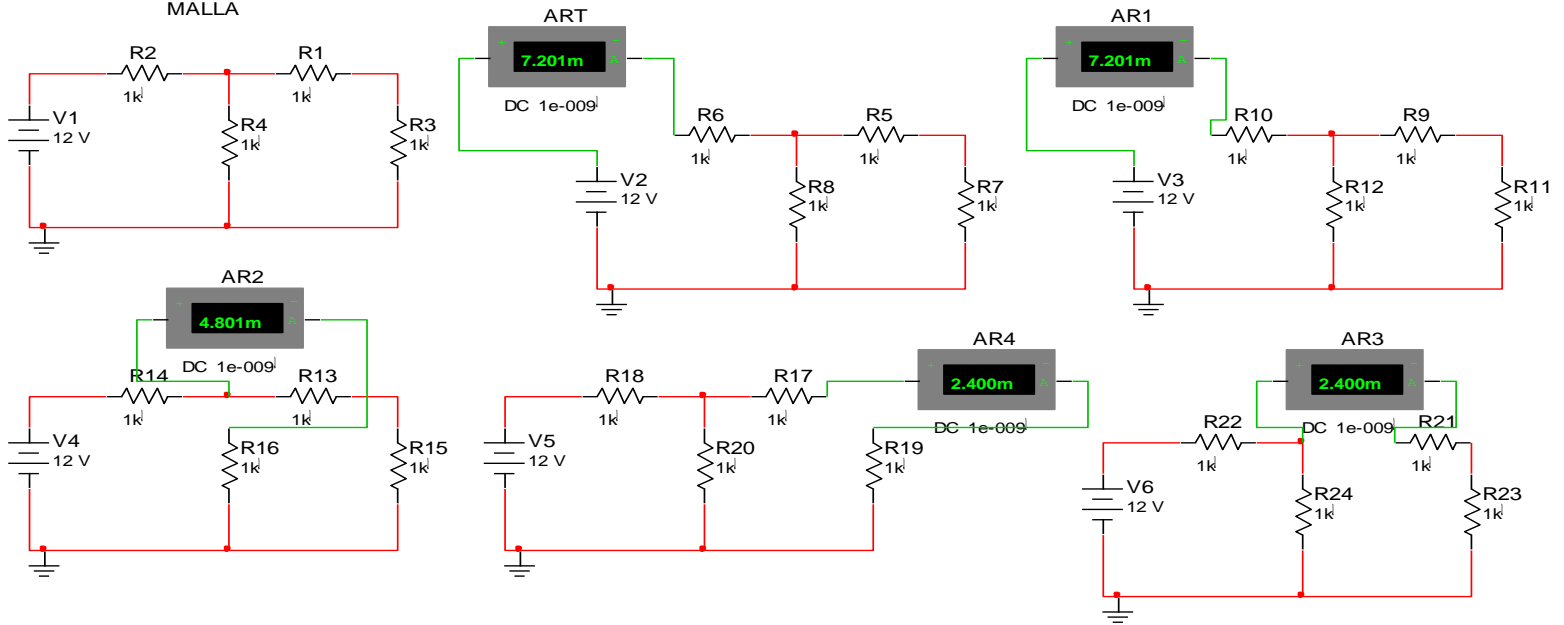
4 RESISTENCIAS EN MIXTO  
MALLAS

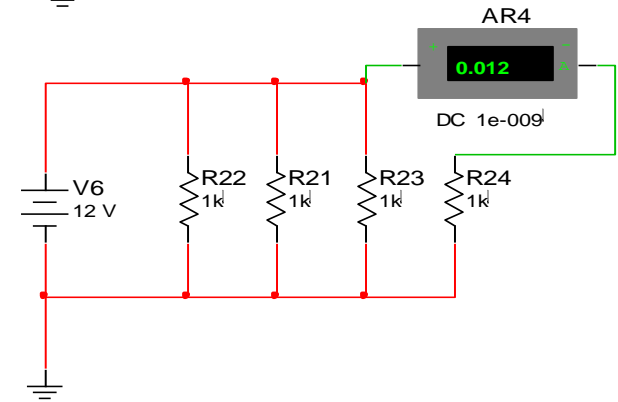
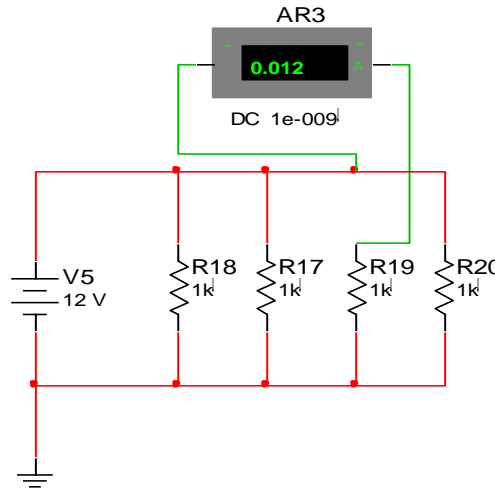
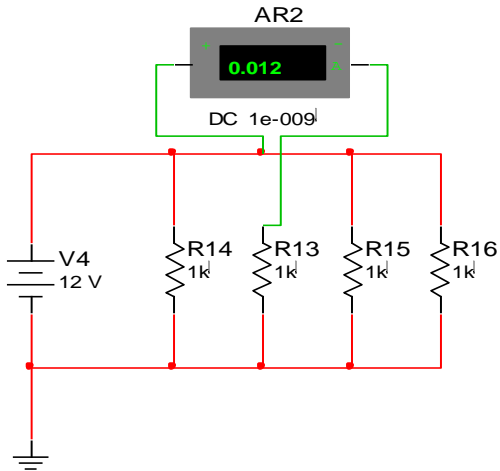
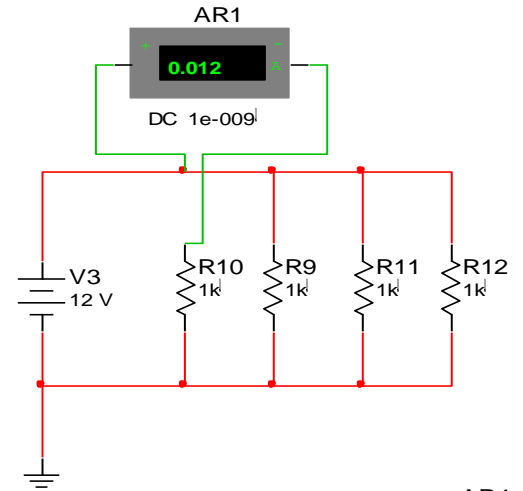
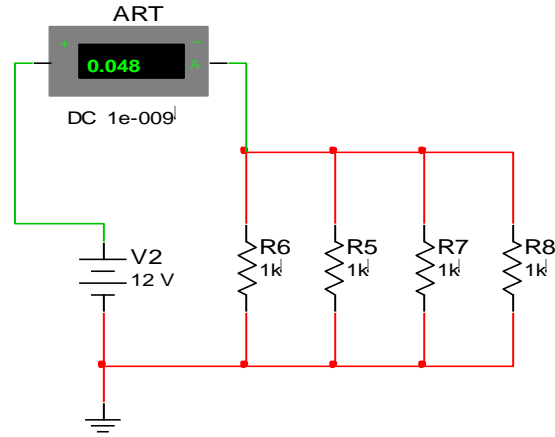
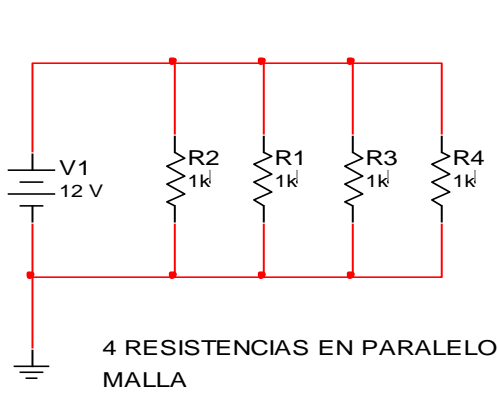


4 RESISTENCIAS EN MIXTO MALLAS

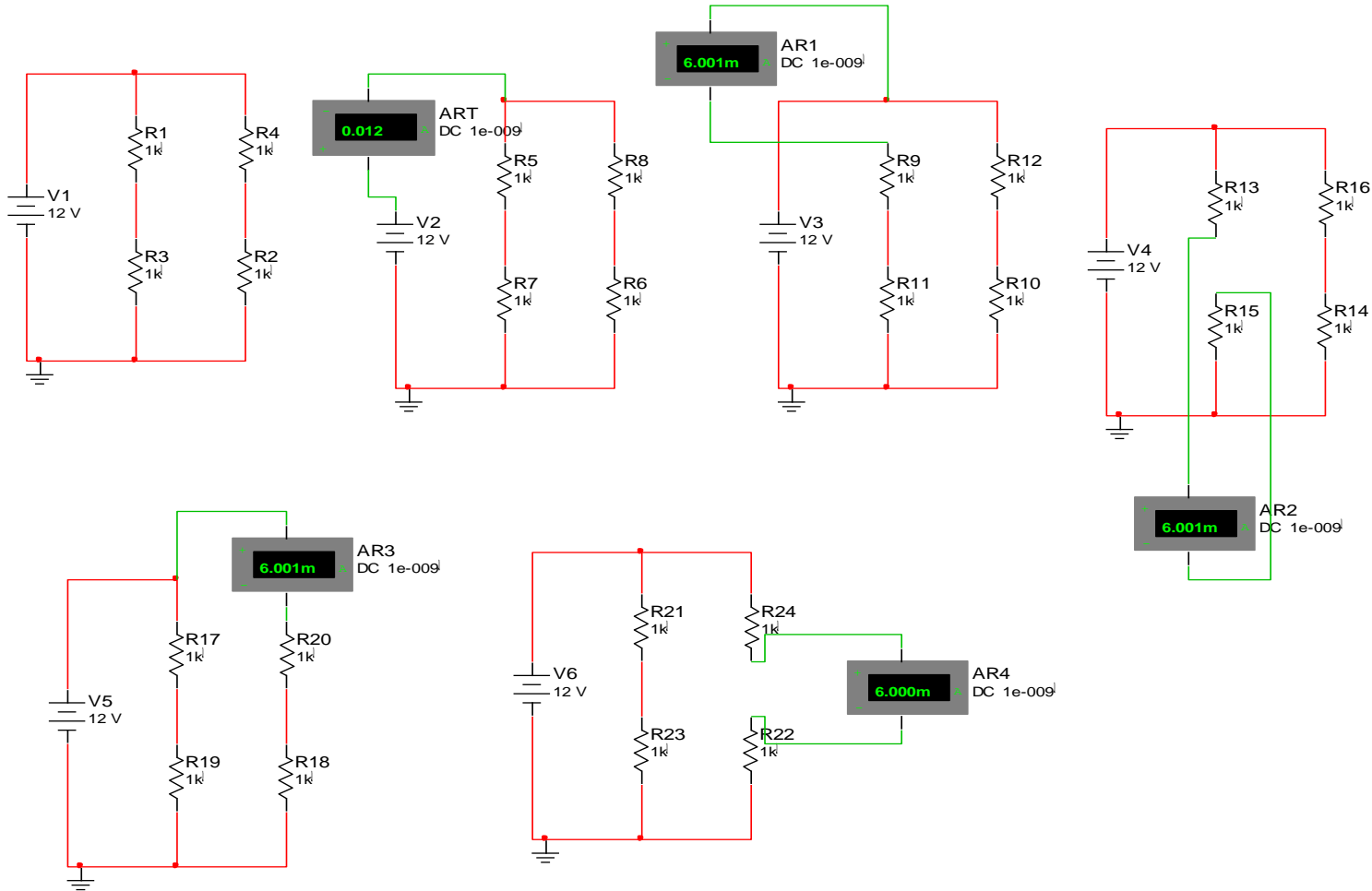


4 RESISTENCIAS EN MIXTO  
MALLA

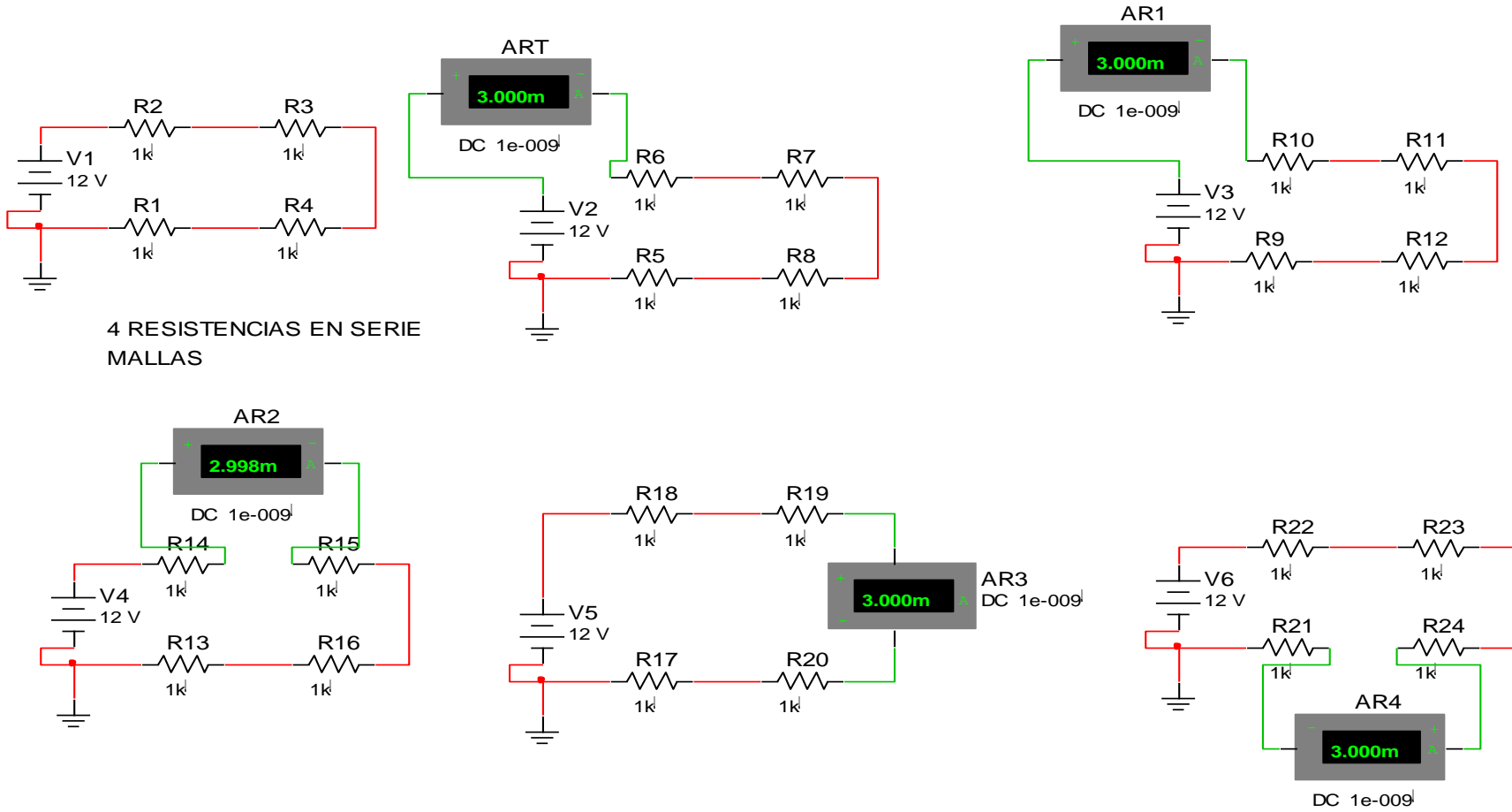




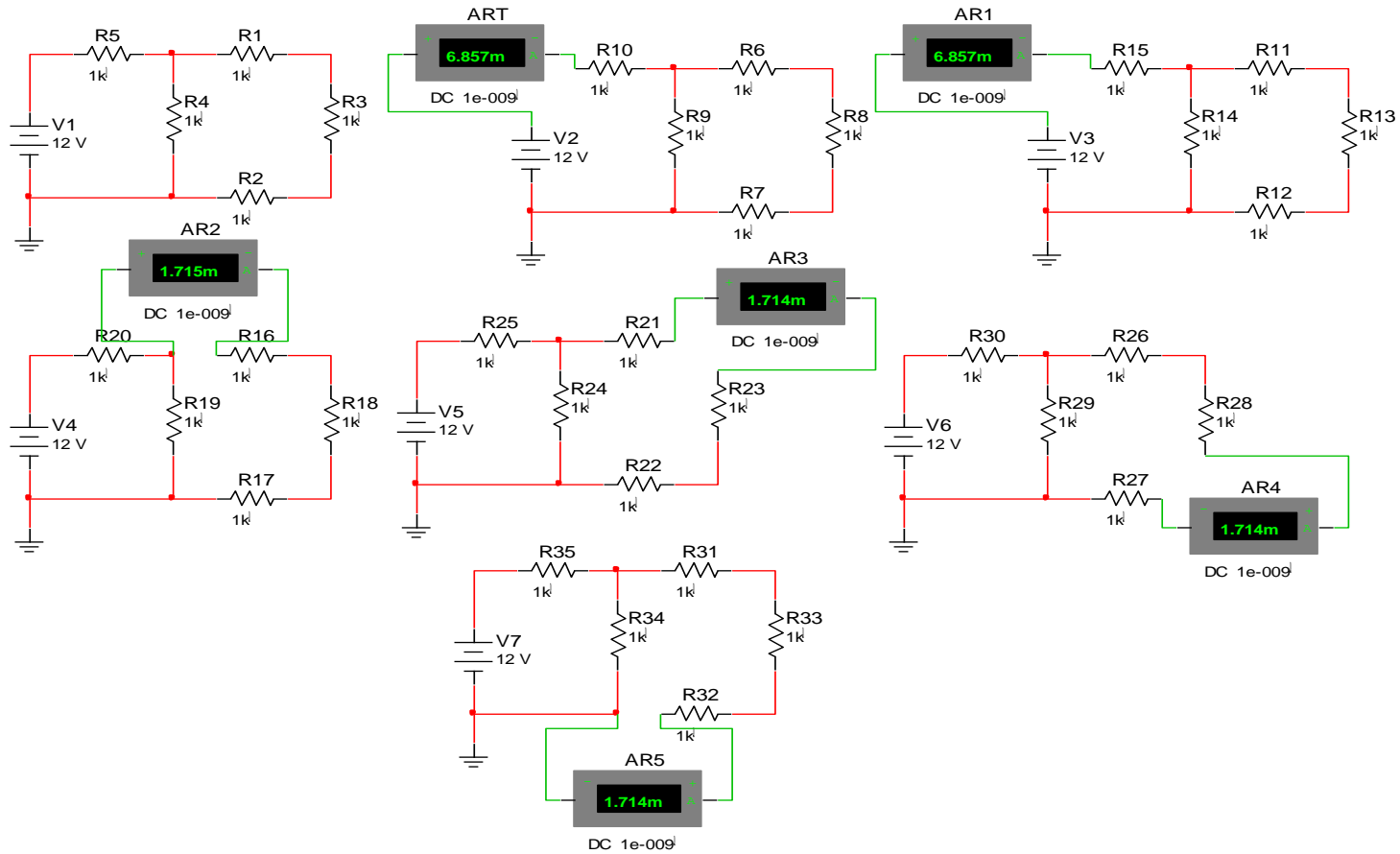
4 RESISTENCIAS EN PARALELO-SERIE  
 MALLA



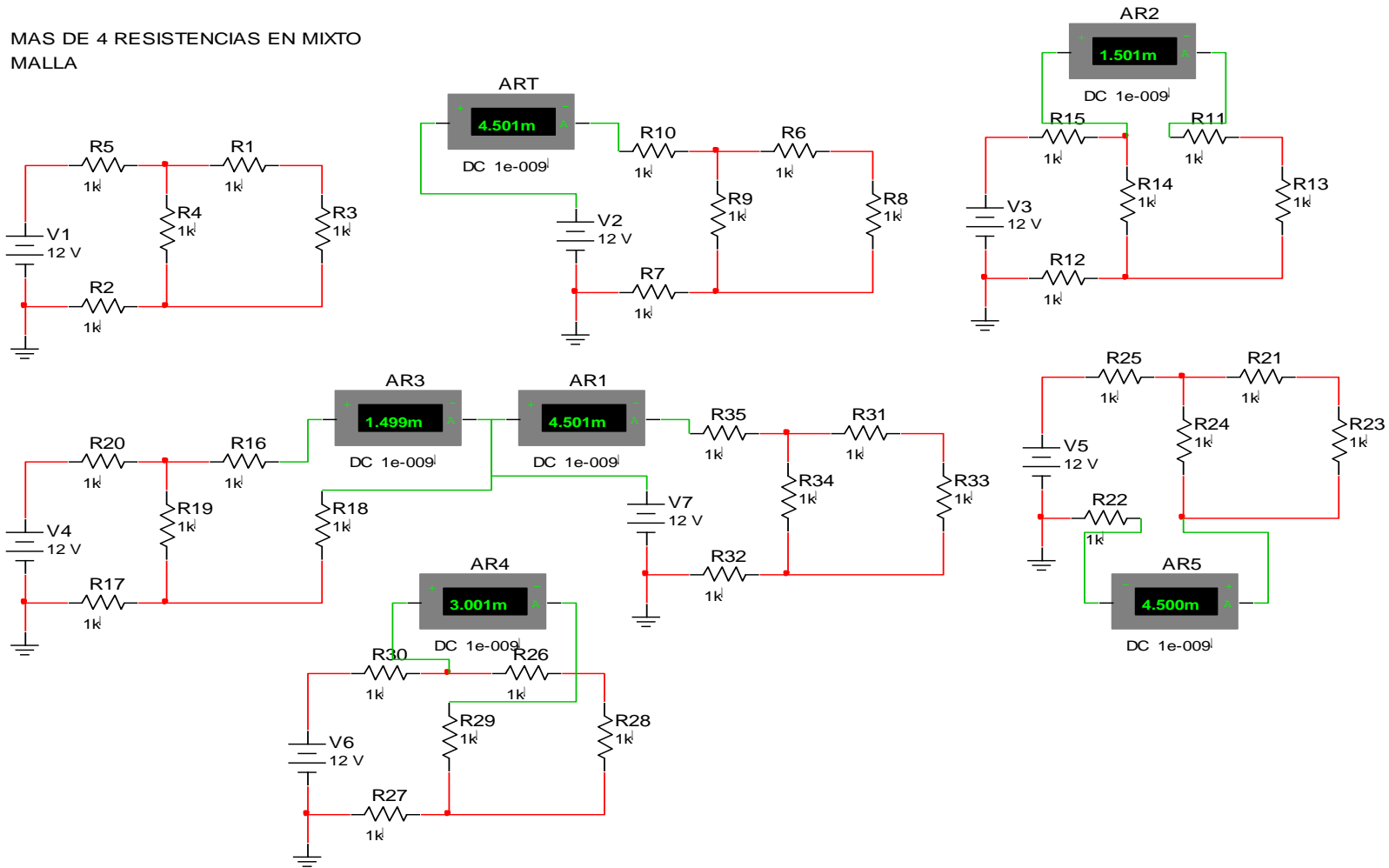




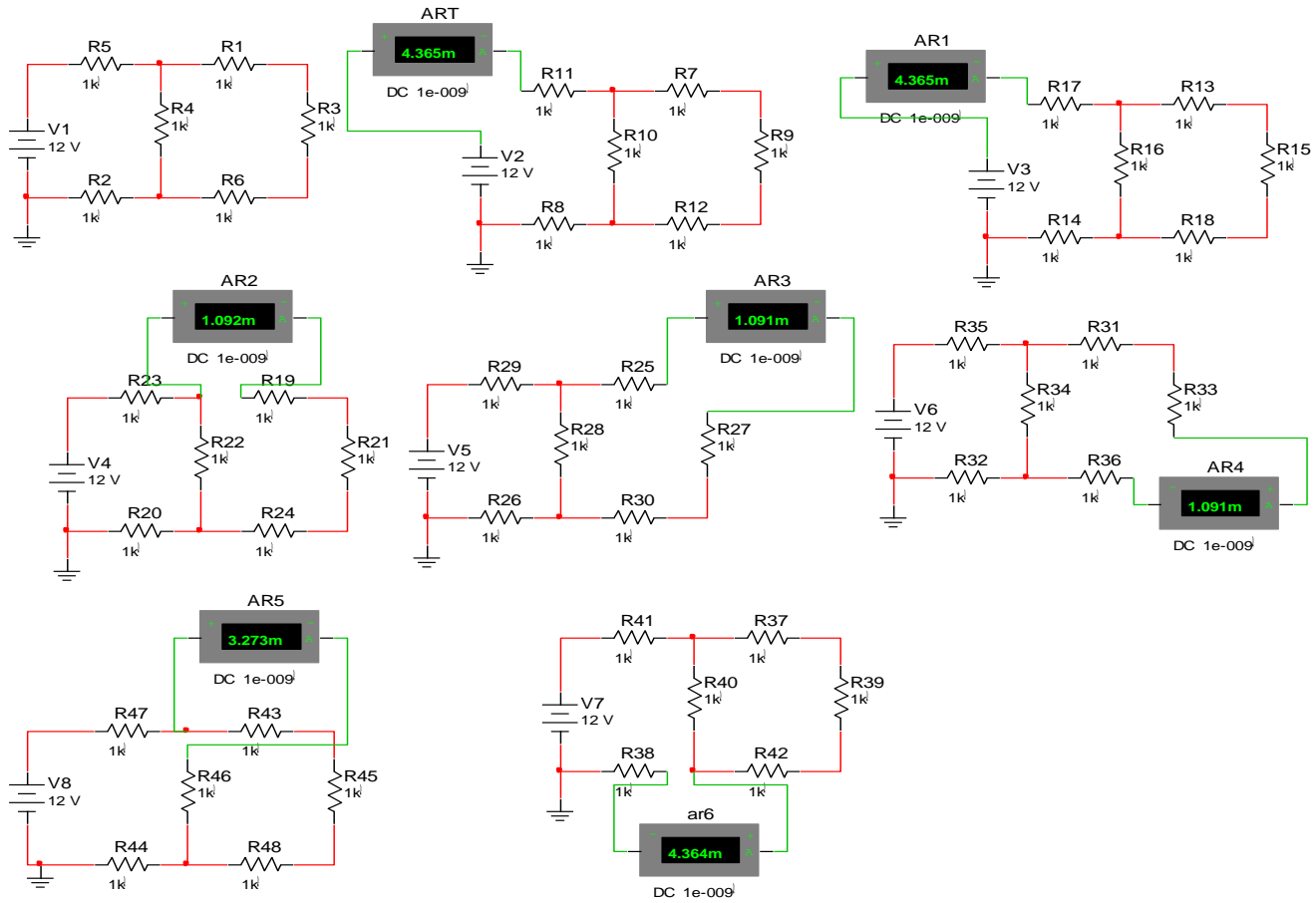
MAS DE 4 RESISTENCIAS EN MIXTO MALLAS



MAS DE 4 RESISTENCIAS EN MIXTO MALLA



MAS DE 4 RESISTENCIAS EN MIXTO MALLAS

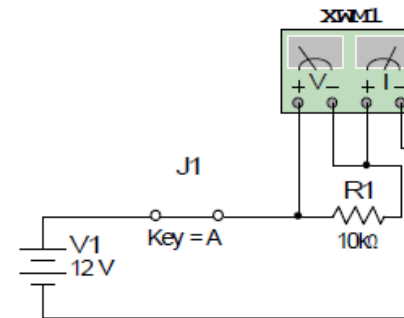
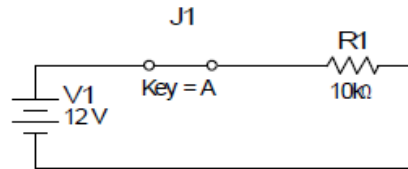


**RAP 2**

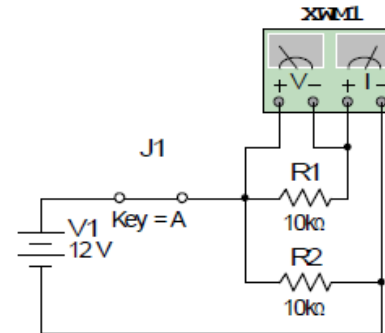
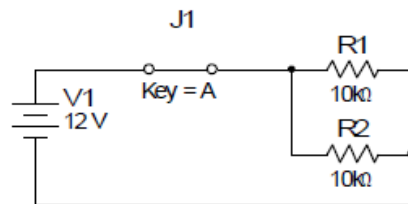
Utiliza instrumentos para la medición de potencia eléctrica, de acuerdo al manual del instrumento y normas.

Para medir la potencia eléctrica de un elemento se requiere de un Wattmetro, y su uso es muy sencillo, pues es igual a conectar un voltmetro y un amperímetro al mismo tiempo para medir el voltaje y la corriente eléctrica del mismo elemento. Estos ejemplos te ayudaran.

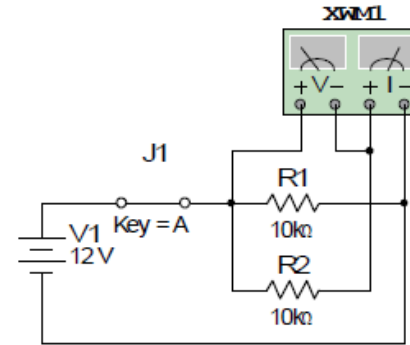
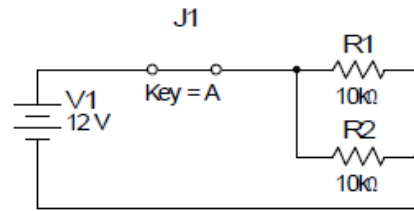
Potencia en  $R_1$



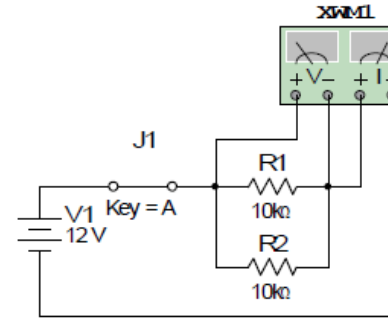
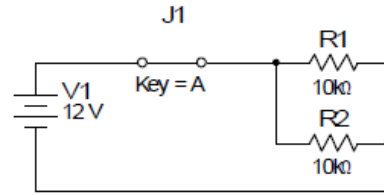
Potencia  $R_1$



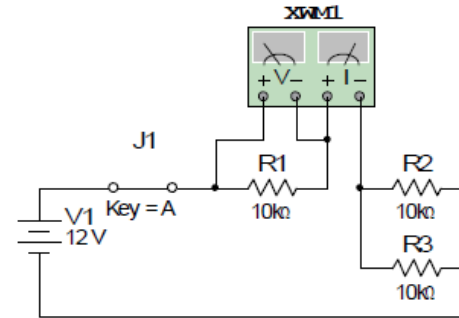
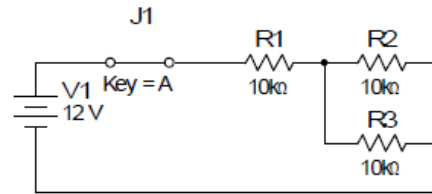
Potencia  $R_2$



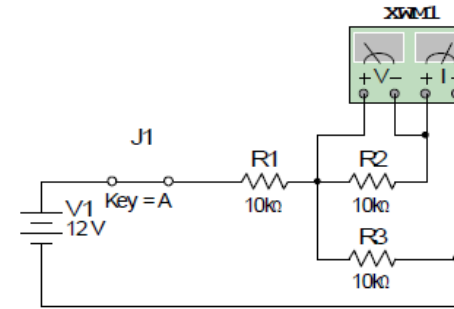
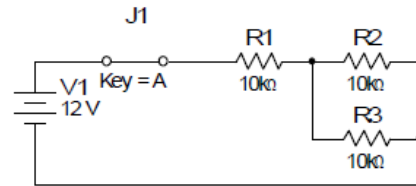
Potencia  $R_e = R_1 \parallel R_2$  circuito paralelo



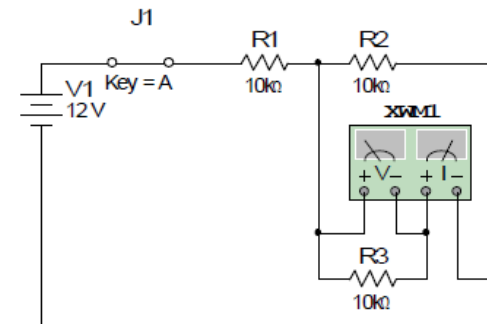
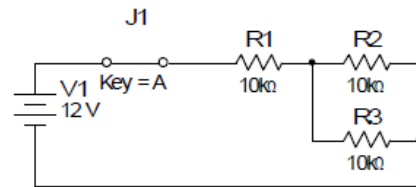
Potencia  $R_1$



Potencia  $R_2$



Potencia  $R_3$





### RAP 3

Utiliza el osciloscopio para la medición de tensión, intensidad de corriente, frecuencia y desfase eléctrico de acuerdo con el manual del instrumento.

#### Frecuencia y longitud de onda

Frecuencia es una medida para indicar el número de repeticiones de cualquier fenómeno o suceso periódico en la unidad de tiempo. Para calcular la frecuencia de un evento, se contabilizan un número de ocurrencias de este teniendo en cuenta un intervalo temporal, luego estas repeticiones se dividen por el tiempo transcurrido. Según el Sistema Internacional, el resultado se mide en Hertz (Hz), en honor a Heinrich Rudolf Hertz. Un Hertz es aquel suceso o fenómeno repetido una vez por segundo, 2 Hz son dos sucesos (períodos) por segundo, 3 Hz son tres sucesos (períodos) por segundo, 4 Hz son cuatro sucesos (períodos) por segundo, 5 Hz son cinco sucesos (períodos) por segundo, con esto demostramos teóricamente que casi siempre hay una relación en el número de Hertz con las ocurrencias. Esta unidad se llamó originariamente como ciclo por segundo (cps) y aún se sigue también utilizando. Otras unidades para indicar la frecuencia son revoluciones por minuto (rpm) y radianes por segundo (rad/s). Las pulsaciones del corazón o el tempo musical se mide como golpes por minuto (bpm, del inglés beats per minute).

—

Un método alternativo para calcular la frecuencia es medir el tiempo entre dos repeticiones (periodo) y luego calcular la frecuencia ( $f$ ) recíproca de esta manera:

—

Donde  $T$  es el periodo de la señal.

La longitud de una onda es la distancia entre dos crestas consecutivas, en otras palabras describe cuán larga es la onda. La distancia existente entre dos crestas o valles consecutivos es lo que llamamos longitud de onda. Las ondas de agua en el océano, las ondas de aire, y las ondas de radiación electromagnética tienen longitudes de onda.

La letra griega " $\lambda$ " (lambda) se utiliza para representar la longitud de onda en ecuaciones. La longitud de onda es inversamente proporcional a la frecuencia de la onda. Una longitud de onda larga corresponde a una frecuencia baja, mientras que una longitud de onda corta corresponde a una frecuencia alta.

La longitud de onda de las ondas de sonido, en el rango que los seres humanos pueden escuchar, oscila entre menos de 2 cm (una pulgada), hasta aproximadamente 17 metros (56 pies). Las ondas de radiación electromagnética que forman la luz visible tienen longitudes de onda entre 400 nanómetros (luz violeta) y 700 nanómetros (luz roja).

En el Sistema Internacional, la unidad de medida de la longitud de onda es el metro, como la de cualquier otra distancia. Dado los órdenes de magnitud de las longitudes de ondas más comunes, por comodidad se suele recurrir a submúltiplos como el milímetro (mm), el micrómetro ( $\mu\text{m}$ ) y el nanómetro (nm).

¿Qué es un osciloscopio?

El osciloscopio es básicamente un dispositivo de visualización gráfica que muestra señales eléctricas variables en el tiempo. El eje vertical, a partir de ahora denominado Y, representa el voltaje; mientras que el eje horizontal, denominado X, representa el tiempo.

¿Qué podemos hacer con un osciloscopio?

Básicamente esto:

Determinar directamente el periodo y el voltaje de una señal.

Determinar indirectamente la frecuencia de una señal.

Determinar que parte de la señal es DC y cual AC.

Localizar averías en un circuito.

Medir la fase entre dos señales.

Determinar que parte de la señal es ruido y como varia este en el tiempo.

Los osciloscopios son de los instrumentos más versátiles que existen y lo utilizan desde técnicos de reparación de televisores a médicos. Un osciloscopio puede medir un gran número de fenómenos, provisto del transductor adecuado (un elemento que convierte una magnitud física en señal eléctrica) será capaz de darnos el valor de una presión, ritmo cardiaco, potencia de sonido, nivel de vibraciones en un coche, etc.

¿Qué tipos de osciloscopios existen?

Los equipos electrónicos se dividen en dos tipos: Analógicos y Digitales. Los primeros trabajan con variables continuas mientras que los segundos lo hacen con variables discretas. Por ejemplo un tocadiscos es un equipo analógico y un Compact Disc es un equipo digital.

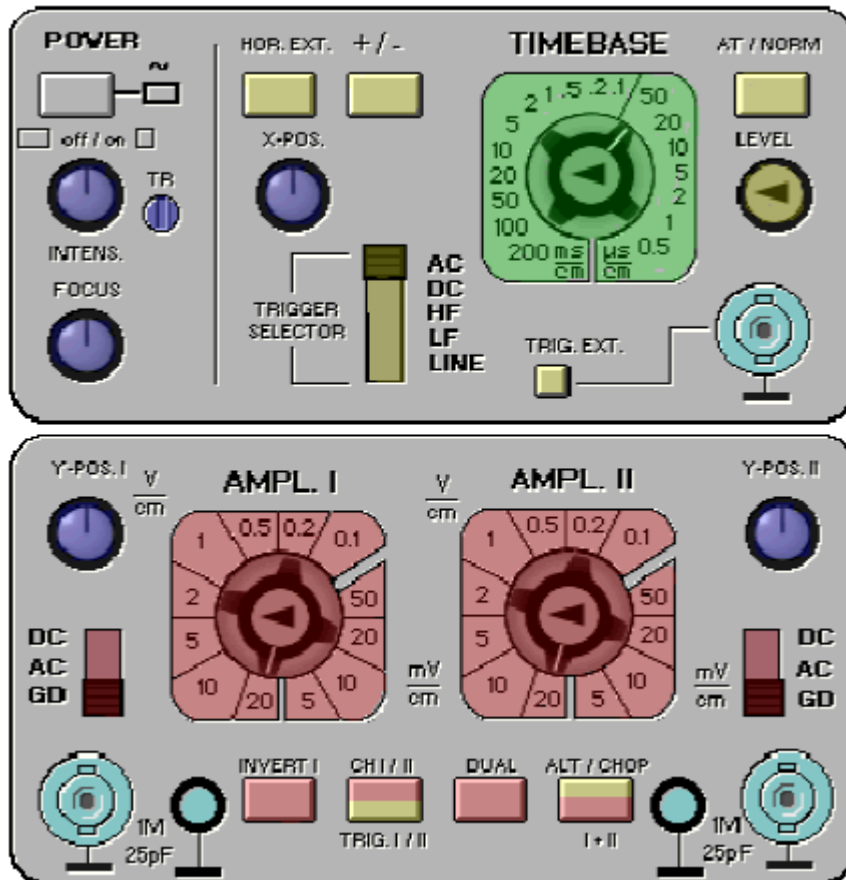
Los Osciloscopios también pueden ser analógicos ó digitales. Los primeros trabajan directamente con la señal aplicada, está una vez amplificada desvía un haz de electrones en sentido vertical proporcionalmente a su valor. En contraste los osciloscopios digitales utilizan previamente un conversor analógico-digital (A/D) para almacenar digitalmente la señal de entrada, reconstruyendo posteriormente esta información en la pantalla.

Ambos tipos tienen sus ventajas e inconvenientes. Los analógicos son preferibles cuando es prioritario visualizar variaciones rápidas de la señal de entrada en tiempo real. Los osciloscopios digitales se utilizan cuando se desea visualizar y estudiar eventos no repetitivos (picos de tensión que se producen aleatoriamente).

¿Qué controles posee un osciloscopio típico?

A primera vista un osciloscopio se parece a una pequeña televisión portátil, salvo una rejilla que ocupa la pantalla y el mayor número de controles que posee.

En la siguiente figura se representan estos controles distribuidos en cinco secciones:

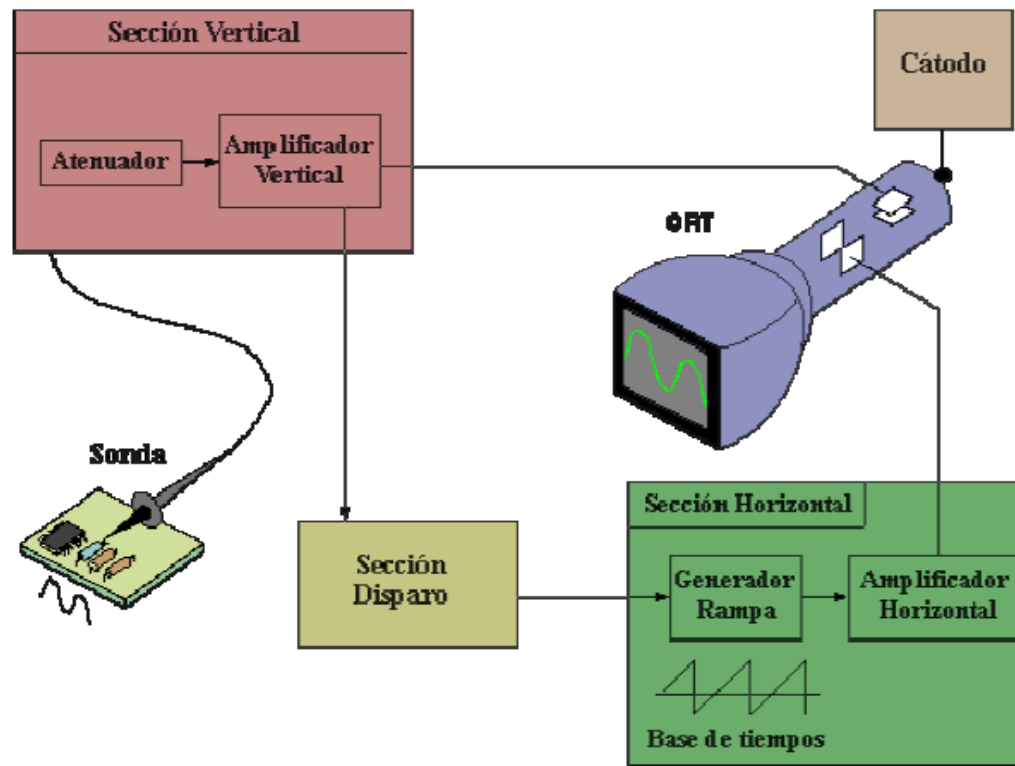


\*\* Vertical. \*\* Horizontal. \*\* Disparo. \*\* Control de la visualización \*\* Conectores.

¿Como funciona un osciloscopio?

Para entender el funcionamiento de los controles que posee un osciloscopio es necesario detenerse un poco en los procesos internos llevados a cabo por este aparato. Empezaremos por el tipo analógico ya que es el más sencillo.

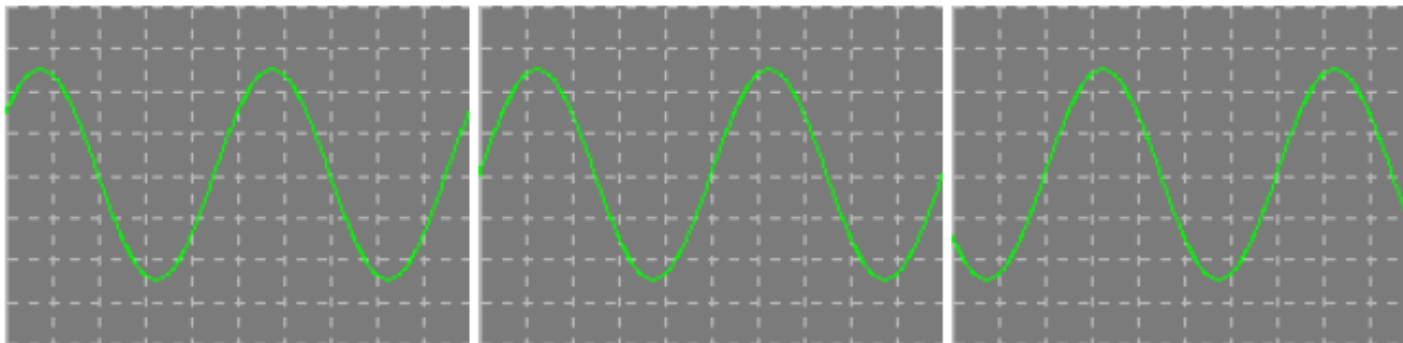
Osciloscopios analógicos



Cuando se conecta la sonda a un circuito, la señal atraviesa esta última y se dirige a la sección vertical. Dependiendo de donde situemos el mando del amplificador vertical atenuaremos la señal ó la amplificaremos. En la salida de este bloque ya se dispone de la suficiente señal para atacar las placas de deflexión verticales (que naturalmente están en posición horizontal) y que son las encargadas de desviar el haz de electrones, que surge del cátodo e impacta en la capa fluorescente del interior de la pantalla, en sentido vertical. Hacia arriba si la tensión es positiva con respecto al punto de referencia (GND) ó hacia abajo si es negativa.

La señal también atraviesa la sección de disparo para de esta forma iniciar el barrido horizontal (este es el encargado de mover el haz de electrones desde la parte izquierda de la pantalla a la parte derecha en un determinado tiempo). El trazado (recorrido de izquierda a derecha) se consigue aplicando la parte ascendente de un diente de sierra a las placas de deflexión horizontal (las que están en posición vertical), y puede ser regulable en tiempo actuando sobre el mando TIME-BASE. El retrasado (recorrido de derecha a izquierda) se realiza de forma mucho más rápida con la parte descendente del mismo diente de sierra. De esta forma la acción combinada del trazado horizontal y de la deflexión vertical traza la gráfica de la señal en la pantalla. La sección de disparo es necesaria para estabilizar las señales repetitivas (se asegura que el trazado comience en el mismo punto de la señal repetitiva).

En la siguiente figura puede observarse la misma señal en tres ajustes de disparo diferentes: en el primero disparada en flanco ascendente, en el segundo sin disparo y en el tercero disparada en flanco descendente.



Como conclusión para utilizar de forma correcta un osciloscopio analógico necesitamos realizar tres ajuste básicos:

La atenuación ó amplificación que necesita la señal. Utilizar el mando AMPL para ajustar la amplitud de la señal antes de que sea aplicada a las placas de deflexión vertical. Conviene que la señal ocupe una parte importante de la pantalla sin llegar a sobrepasar los límites.

La base de tiempos. Utilizar el mando TIMEBASE para ajustar lo que representa en tiempo una división en horizontal de la pantalla. Para señales repetitivas es conveniente que en la pantalla se puedan observar aproximadamente un par de ciclos.

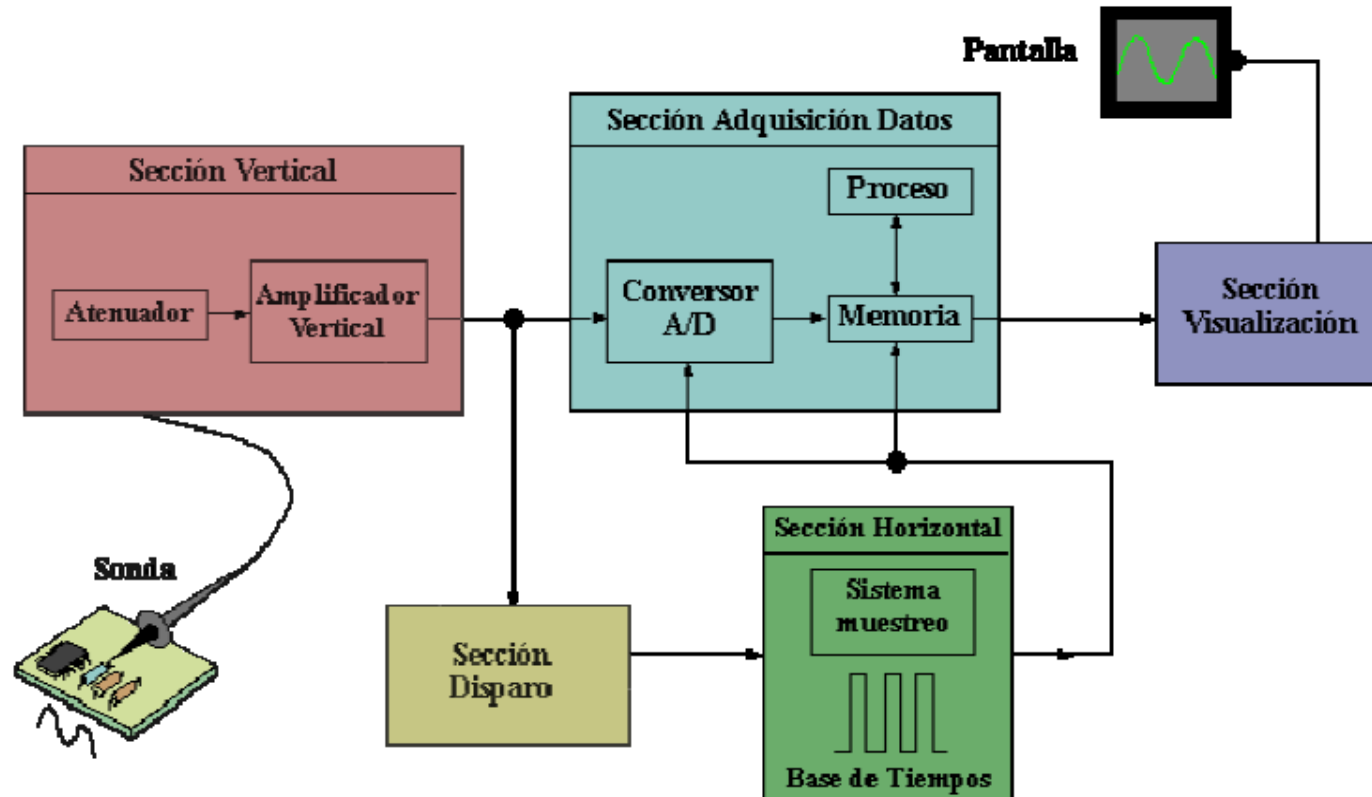
Disparo de la señal. Utilizar los mandos TRIGGER LEVEL (nivel de disparo) y TRIGGER SELECTOR (tipo de disparo) para estabilizar lo mejor posible señales repetitivas.

Por supuesto, también deben ajustarse los controles que afectan a la visualización: FOCUS (enfoque), INTENS (intensidad) nunca excesiva, Y-POS (posición vertical del haz) y X-POS (posición horizontal del haz).



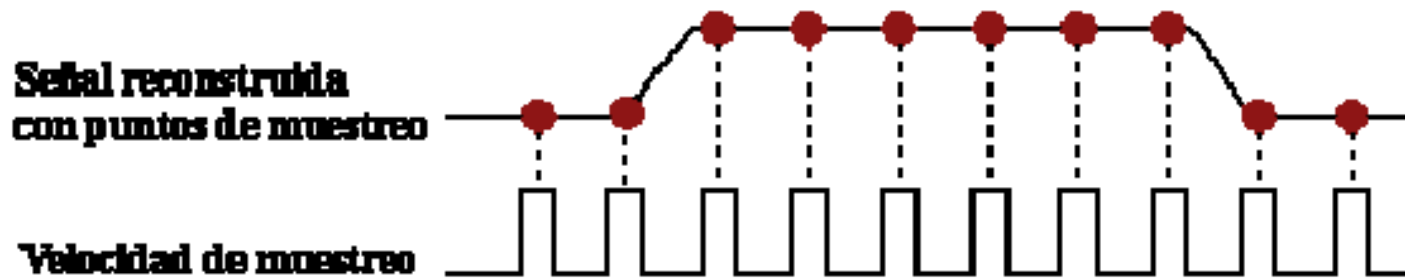
## Osciloscopios digitales

Los osciloscopios digitales poseen además de las secciones explicadas anteriormente un sistema adicional de proceso de datos que permite almacenar y visualizar la señal.



Cuando se conecta la sonda de un osciloscopio digital a un circuito, la sección vertical ajusta la amplitud de la señal de la misma forma que lo hacia el osciloscopio analógico.

El conversor analógico-digital del sistema de adquisición de datos muestrea la señal a intervalos de tiempo determinados y convierte la señal de voltaje continua en una serie de valores digitales llamados muestras. En la sección horizontal una señal de reloj determina cuando el conversor A/D toma una muestra. La velocidad de este reloj se denomina velocidad de muestreo y se mide en muestras por segundo.



Los valores digitales muestreados se almacenan en una memoria como puntos de señal. El número de los puntos de señal utilizados para reconstruir la señal en pantalla se denomina registro. La sección de disparo determina el comienzo y el final de los puntos de señal en el registro. La sección de visualización recibe estos puntos del registro, una vez almacenados en la memoria, para presentar en pantalla la señal.

Dependiendo de las capacidades del osciloscopio se pueden tener procesos adicionales sobre los puntos muestreados, incluso se puede disponer de un predisparo, para observar procesos que tengan lugar antes del disparo.

Fundamentalmente, un osciloscopio digital se maneja de una forma similar a uno analógico, para poder tomar las medidas se necesita ajustar el mando AMPL., el mando TIMEBASE así como los mandos que intervienen en el disparo.

## MÉTODOS DE MUESTREO

Se trata de explicar como se las arreglan los osciloscopios digitales para reunir los puntos de muestreo. Para señales de lenta variación, los osciloscopios digitales pueden perfectamente reunir más puntos de los necesarios para reconstruir posteriormente la señal en la pantalla. No obstante, para señales rápidas (como de rápidas dependerá de la máxima velocidad de muestreo de nuestro aparato) el osciloscopio no puede recoger muestras suficientes y debe recurrir a una de estas dos técnicas:

Interpolación, es decir, estimar un punto intermedio de la señal basándose en el punto anterior y posterior.

Muestreo en tiempo equivalente. Si la señal es repetitiva es posible muestrear durante unos cuantos ciclos en diferentes partes de la señal para después reconstruir la señal completa.

Muestreo en tiempo real con Interpolación

El método Standard de muestreo en los osciloscopios digitales es el muestreo en tiempo real: el osciloscopio reúne los suficientes puntos como para reconstruir la señal. Para señales no repetitivas ó la parte transitoria de una señal es el único método válido de muestreo.

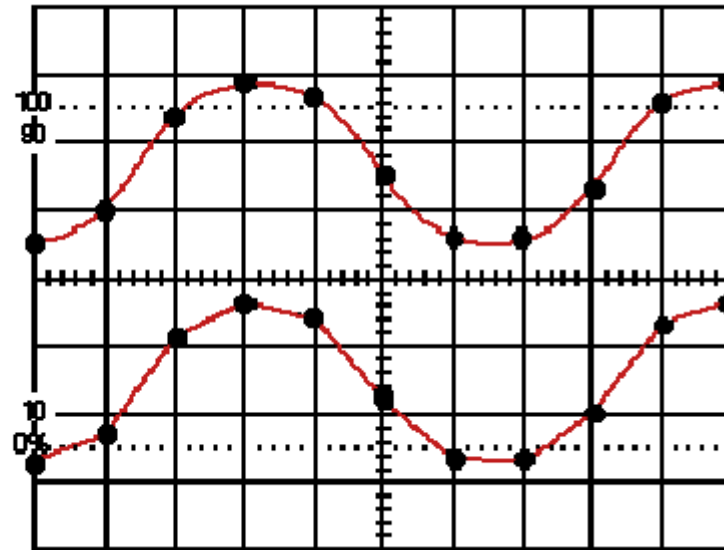
Los osciloscopios utilizan la interpolación para poder visualizar señales que son más rápidas que su velocidad de muestreo. Existen básicamente dos tipos de interpolación:

Lineal: Simplemente conecta los puntos muestreados con líneas.

Senoidal: Conecta los puntos muestreados con curvas según un proceso matemático, de esta forma los puntos intermedios se calculan para rellenar los espacios entre puntos reales de muestreo. Usando este proceso es posible visualizar señales con gran precisión disponiendo de relativamente pocos puntos de muestreo.

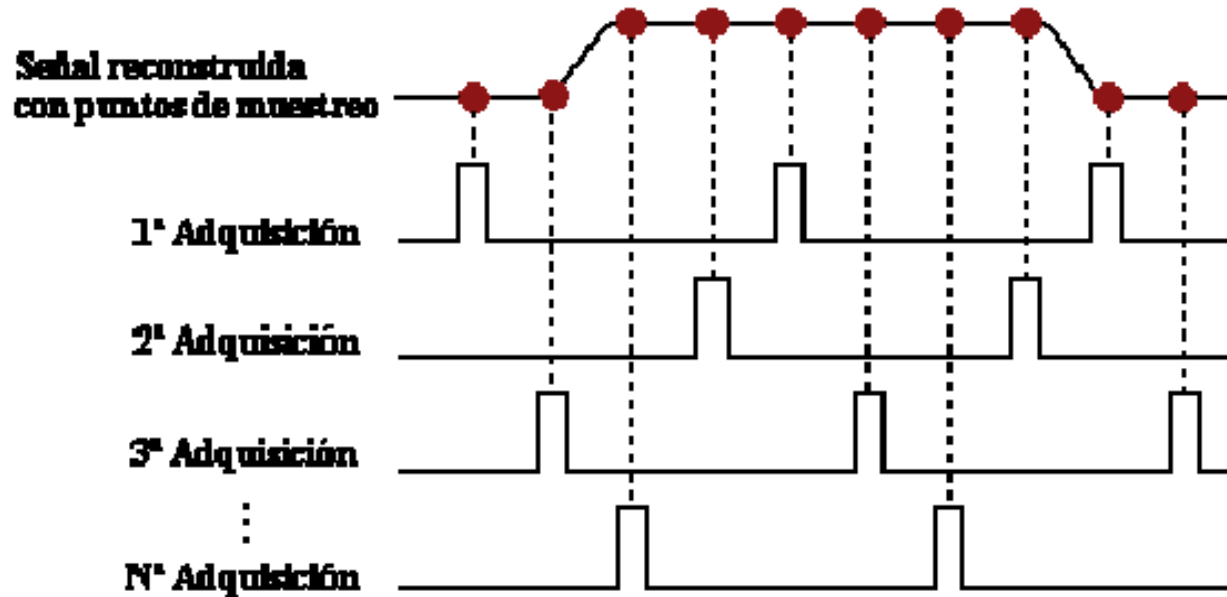
**Señal reconstruida con  
interpolación senooidal**

**Señal reconstruida con  
interpolación lineal**



### MUESTREO EN TIEMPO EQUIVALENTE

Algunos osciloscopios digitales utilizan este tipo de muestreo. Se trata de reconstruir una señal repetitiva capturando una pequeña parte de la señal en cada ciclo. Existen dos tipos básicos: Muestreo secuencial- Los puntos aparecen de izquierda a derecha en secuencia para conformar la señal. Muestreo aleatorio- Los puntos aparecen aleatoriamente para formar la señal.



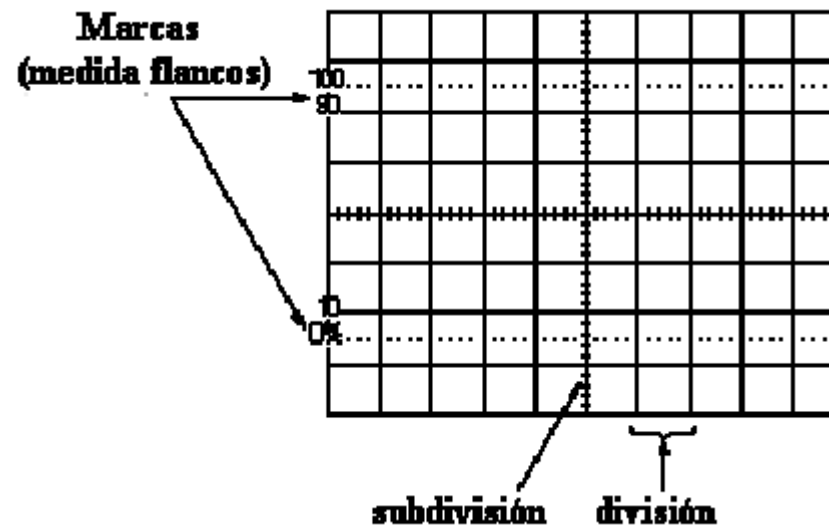
## MEDICIONES CON EL OSCILOSCOPIO

Las dos medidas más básicas que se pueden realizar con un osciloscopio son el voltaje y el tiempo, al ser medidas directas. Esta sección describe como realizar medidas visualmente en la pantalla del osciloscopio. Algunos osciloscopios digitales poseen un software interno que permite realizar las medidas de forma automática. Sin embargo, si aprendemos a realizar medidas de forma manual, estaremos también capacitados para chequear las medidas automáticas que realiza un osciloscopio digital.

La pantalla

Fíjate en la siguiente figura que representa la pantalla de un osciloscopio. Deberás notar que existen unas marcas en la pantalla que la dividen tanto en vertical como en horizontal, forman lo que se denomina retícula ó rejilla. La separación entre dos líneas consecutivas de la rejilla constituye lo que se denomina una división.

Normalmente la rejilla posee 10 divisiones horizontales por 8 verticales del mismo tamaño (cercano al cm), lo que forma una pantalla más ancha que alta. En las líneas centrales, tanto en horizontal como en vertical, cada división ó cuadro posee unas marcas que la dividen en 5 partes iguales (utilizadas como veremos más tarde para afinar las medidas)



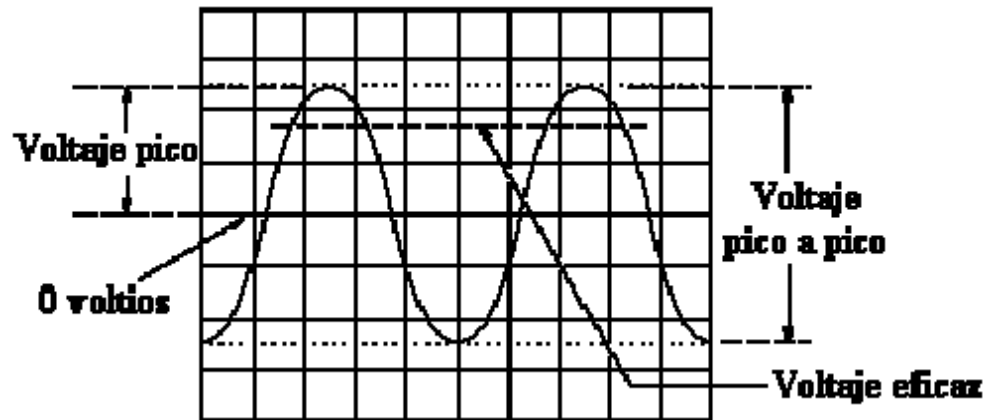
Algunos osciloscopios poseen marcas horizontales de 0%, 10%, 90% y 100% para facilitar la medida de tiempos de subida y bajada en los flancos (se mide entre el 10% y el 90% de la amplitud de pico a pico).

Algunos osciloscopios también visualizan en su pantalla cuantos voltios representa cada división vertical y cuantos segundos representa cada división horizontal.

#### Medida de voltajes

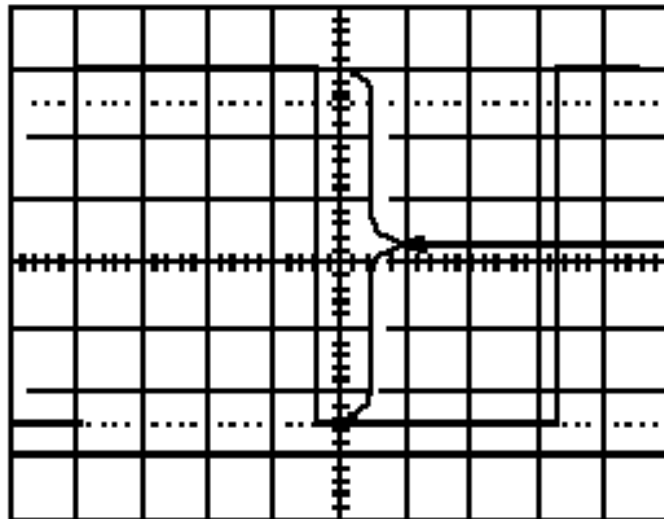
Generalmente cuando hablamos de voltaje queremos realmente expresar la diferencia de potencial eléctrico, expresado en voltios, entre dos puntos de un circuito. Pero normalmente uno de los puntos está conectado a masa (0 voltios) y entonces simplificamos hablando del voltaje en el punto A (cuando en realidad es la diferencia de potencial entre el punto A y GND). Los voltajes pueden también medirse de pico a pico (entre el valor máximo y mínimo de la señal). Es muy importante que especifiquemos al realizar una medida que tipo de voltaje estamos midiendo.

El osciloscopio es un dispositivo para medir el voltaje de forma directa. Otras medidas se pueden realizar a partir de esta por simple cálculo (por ejemplo, la de la intensidad ó la potencia). Los cálculos para señales CA pueden ser complicados, pero siempre el primer paso para medir otras magnitudes es empezar por el voltaje.



En la figura anterior se ha señalado el valor de pico  $V_p$ , el valor de pico a pico  $V_{pp}$ , normalmente el doble de  $V_p$  y el valor eficaz  $V_{ef}$  ó VRMS (root-mean-square, es decir la raíz de la media de los valores instantáneos elevados al cuadrado) utilizada para calcular la potencia de la señal CA.

Realizar la medida de voltajes con un osciloscopio es fácil, simplemente se trata de contar el número de divisiones verticales que ocupa la señal en la pantalla. Ajustando la señal con el mando de posicionamiento horizontal podemos utilizar las subdivisiones de la rejilla para realizar una medida más precisa (recordar que una subdivisión equivale generalmente a 1/5 de lo que represente una división completa). Es importante que la señal ocupe el máximo espacio de la pantalla para realizar medidas fiables, para ello actuaremos sobre el conmutador del amplificador vertical.



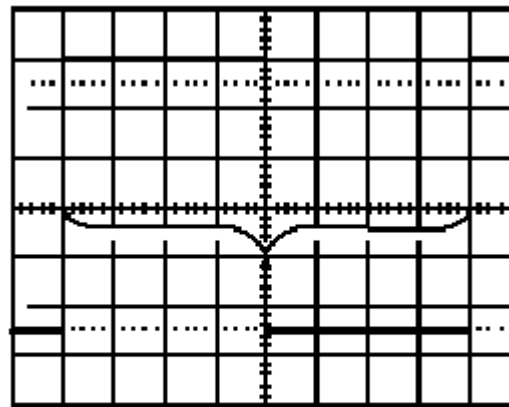
**Utiliza la línea  
vertical central  
para obtener  
precisión**

Algunos osciloscopios poseen en la pantalla un cursor que permite tomar las medidas de tensión sin contar el número de divisiones que ocupa la señal. Básicamente el cursor son dos líneas horizontales para la medida de voltajes y dos líneas verticales para la medida de tiempos que podemos desplazar individualmente por la pantalla. La medida se visualiza de forma automática en la pantalla del osciloscopio.



### MEDIDA DE TIEMPO Y FRECUENCIA

Para realizar medidas de tiempo se utiliza la escala horizontal del osciloscopio. Esto incluye la medida de periodos, anchura de impulsos y tiempo de subida y bajada de impulsos. La frecuencia es una medida indirecta y se realiza calculando la inversa del periodo. Al igual que ocurría con los voltajes, la medida de tiempos será más precisa si el tiempo objeto de medida ocupa la mayor parte de la pantalla, para ello actuaremos sobre el conmutador de la base de tiempos. Si centramos la señal utilizando el mando de posicionamiento vertical podemos utilizar las subdivisiones para realizar una medida más precisa.



**Utiliza la línea horizontal central  
para obtener precisión**

Esta página es recomendada para mejorar la comprensión y uso del osciloscopio.

<http://usuarios.iponet.es/agusbo/osc/osc.htm>

#### **RAP 4**

Realiza mediciones eléctricas especiales, de acuerdo al manual del instrumento y normas.

#### **MEGÓHMETRO**

El término Megóhmetro hace referencia a un instrumento para la medida del aislamiento eléctrico en alta tensión. Se conoce también como "Megger", aunque este término corresponde a la marca comercial del primer instrumento portátil medidor de aislamiento introducido en la industria eléctrica en 1889. El nombre de este instrumento, megóhmetro, deriva de que la medida del aislamiento de cables, transformadores, aisladores, etc. se expresa en megohmios ( $M\Omega$ ). Es por tanto incorrecto el utilizar el término "Megger" para nombrar a dicho instrumento de medición.

En realidad estos aparatos son un tipo especial de ohmetro en el que la batería de baja tensión, de la que normalmente están dotados estos, se sustituye por un generador de alta tensión, de forma que la medida de la resistencia se efectúa con voltajes muy elevados.