

Table of Contents

1 Análisis de redes de cc.....2

1.1 ¿Qué es el análisis de redes?.....2

1.2 Método de corriente de rama.....5

1.3 Soluciones.....14

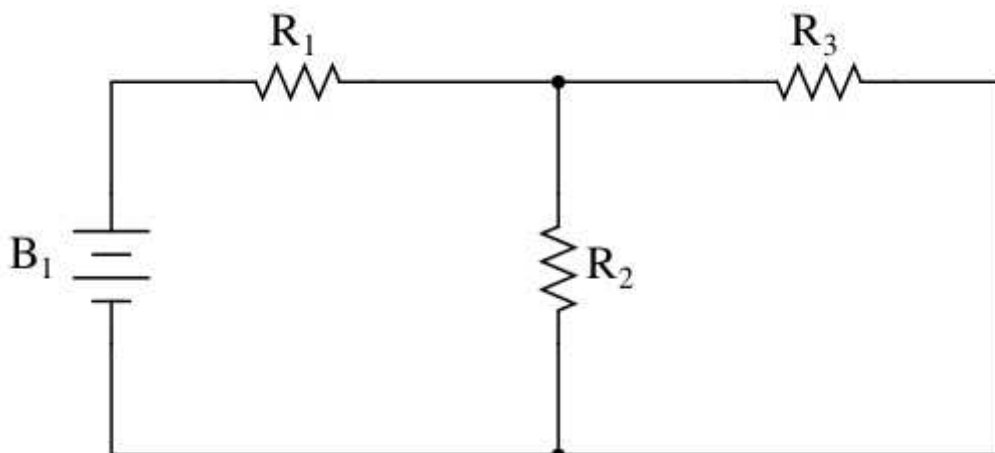
# 1 Análisis de redes de cc

## 1.1 ¿Qué es el análisis de redes?

El análisis de redes es cualquier técnica estructurada para analizar matemáticamente un circuito (una "red" de componentes interconectados).

A menudo, el técnico o el ingeniero se encuentran con circuitos que contienen múltiples fuentes de alimentación o configuraciones de componentes que no permiten la simplificación por el método serie / paralelo. En estos casos será necesario utilizar otros medios. En esta unidad se presentan algunos procedimientos útiles para el análisis de circuitos complejos.

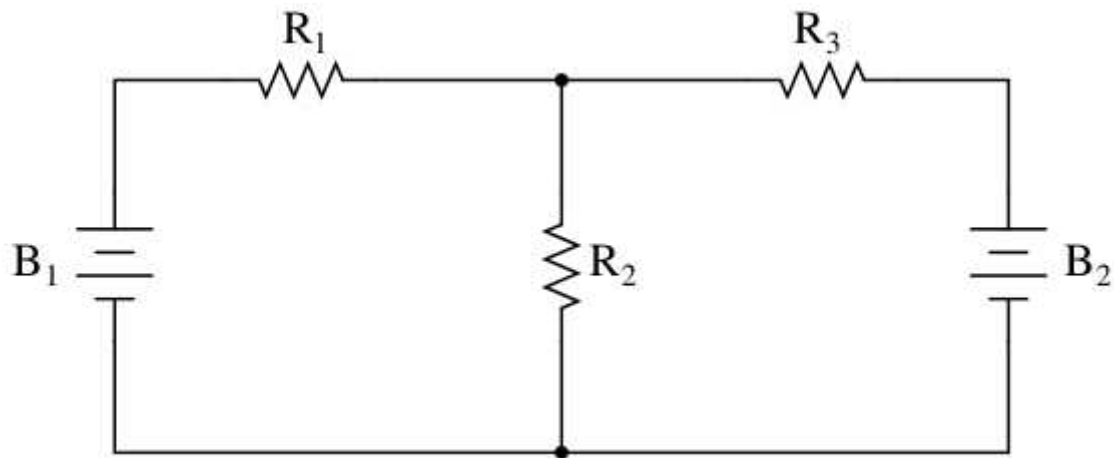
Observe el siguiente circuito serie /paralelo:



Para analizar el circuito, primero habría que hallar la resistencia equivalente de  $R_2$  y  $R_3$ . A continuación, sumar  $R_1$  en serie para obtener la resistencia total. Luego, con el voltaje de la batería  $B_1$  y la resistencia total del circuito, se puede calcular la corriente total aplicando la ley de Ohm.

Conocida la corriente total, se utiliza esta para calcular las caídas de tensión en las resistencias del circuito. En resumen, un procedimiento bastante sencillo.

Sin embargo, basta añadir una segunda batería, para que el procedimiento de solución anterior no sirva.

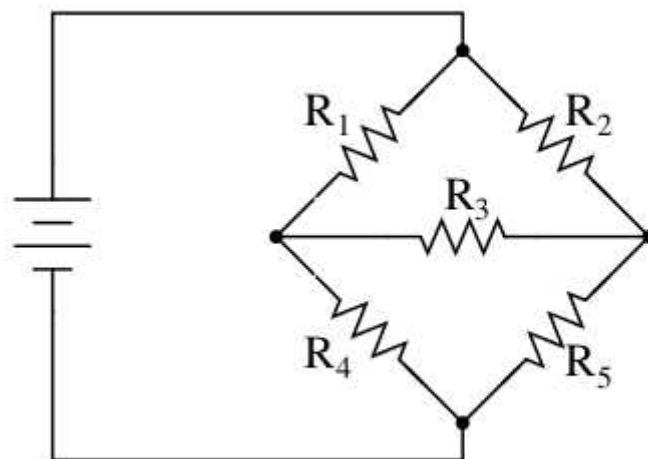


Las resistencias  $R_2$  y  $R_3$  ya no están en paralelo porque  $B_2$  se ha insertado en la rama de  $R_3$ . Parece que no hay dos resistencias en este circuito directamente en serie o en paralelo entre sí. El problema es que en el análisis serie / paralelo, empezamos identificando conjuntos de resistencias que están directamente conectadas en serie o en paralelo, reduciéndolas a resistencias equivalentes.

Si no hay resistencias en serie o en paralelo, ¿cómo se resuelve el problema?

Debe quedar claro que este circuito aparentemente sencillo, con sólo tres resistencias, es imposible reducirlo a una combinación simple de conexiones en serie y en paralelo: es algo totalmente distinto.

Éste no es el único tipo de circuito que irresoluble mediante el análisis serie / paralelo:



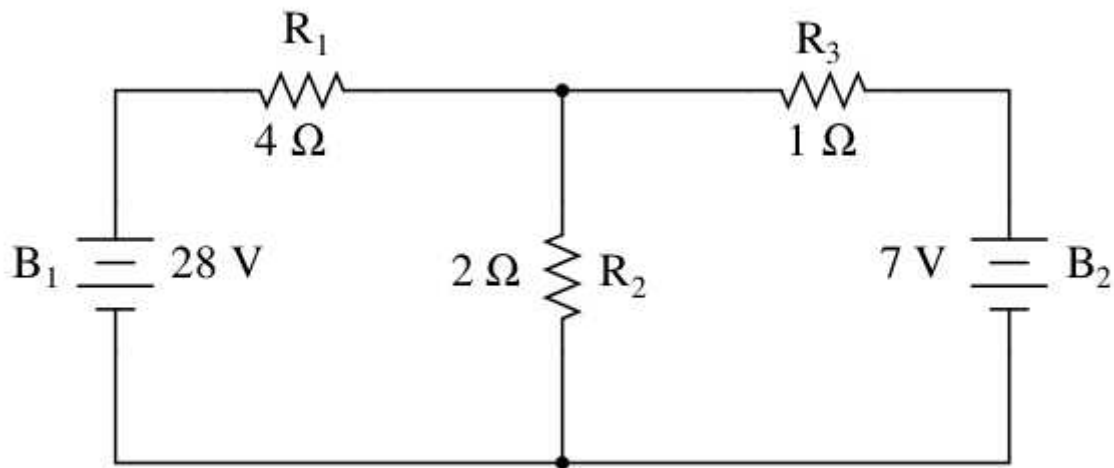
Aquí tenemos un circuito puente, que no está equilibrado (relación  $\frac{R_1}{R_4}$  es diferente a la relación  $\frac{R_2}{R_5}$ ). Si estuviera equilibrado, la corriente a través de  $R_3$  sería 0, y podría plantearse como un circuito serie / paralelo ( $R_1$  --  $R_4$ ) // ( $R_2$  --  $R_5$ ). Sin embargo, cualquier corriente a través de  $R_3$  hace imposible un análisis serie / paralelo.  $R_1$  no está en serie con  $R_4$  porque la corriente de la rama  $R_1$ , se reparte en las corrientes de las ramas de  $R_3$  y  $R_4$ . Tampoco está  $R_2$  en serie con  $R_5$  por la misma razón. Tampoco están  $R_1$  en paralelo con  $R_2$ , ni  $R_4$  con  $R_5$ . ¡Aaarrggghhhh!

Estos tipos de circuitos presentan el problema de que hay varias variables desconocidas, por eso son necesarios nuevos métodos matemáticos para calcular las variables desconocidas. Una técnica de resolución es la de establecer un sistema de ecuaciones lineales y resolverlo. Como alternativa al sistema de ecuaciones hay otras técnicas llamadas los “teoremas de redes”.

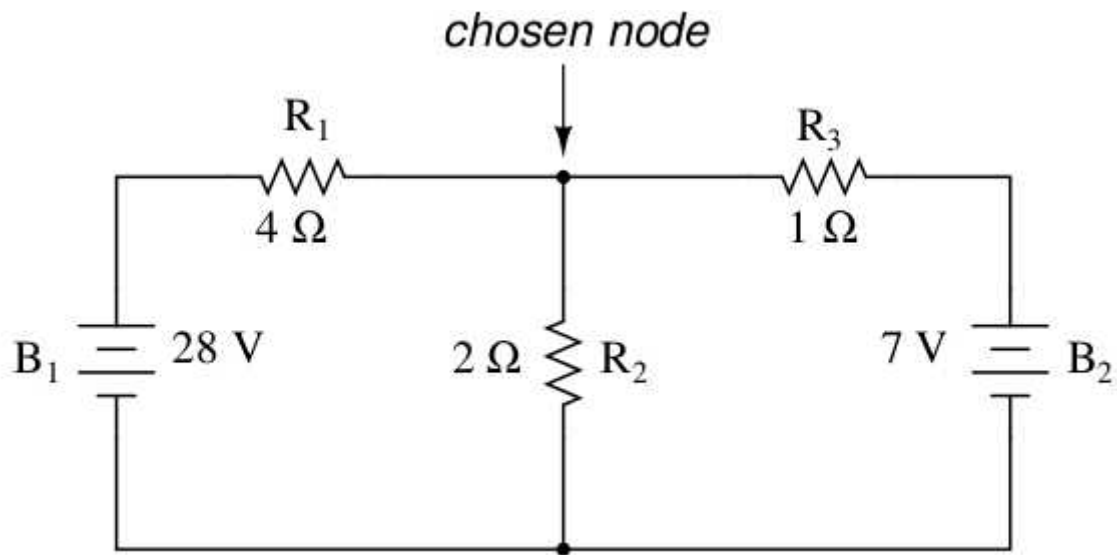
## 1.2 Método de corriente de rama

La primera técnica de análisis de redes, y la más sencilla, es el método de la corriente de rama. En este método, suponemos las direcciones de las corrientes en una red y, a continuación, escribimos ecuaciones que describen sus relaciones entre sí mediante las leyes de Kirchhoff y Ohm. Una vez tenemos una ecuación para cada corriente desconocida, podemos resolver las ecuaciones lineales, determinando todas las corrientes y todas las caídas de tensión de la red.

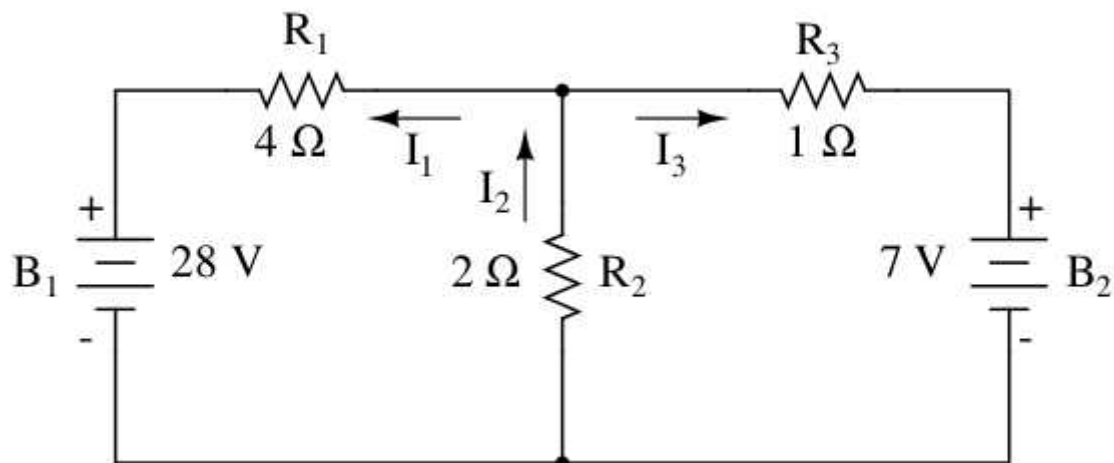
El siguiente circuito sirve de ejemplo de aplicación del método:



El primer paso es elegir un nudo (unión de cables) en el circuito para utilizarlo como punto de referencia para nuestras corrientes desconocidas. Por ejemplo el nudo que une la derecha de  $R_1$  , la parte superior de  $R_2$  , y la izquierda de  $R_3$  .



En este nudo, se suponen las direcciones de las corrientes de los tres conductores. Las corrientes se llamarán  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$ . Las direcciones de estas corrientes se eligen al azar. Si alguna de las direcciones elegidas es errónea, se sabrá al calcular las corrientes. Las corrientes con direcciones contrarias a las direcciones supuestas, darán valores negativos en los resultados del cálculo.

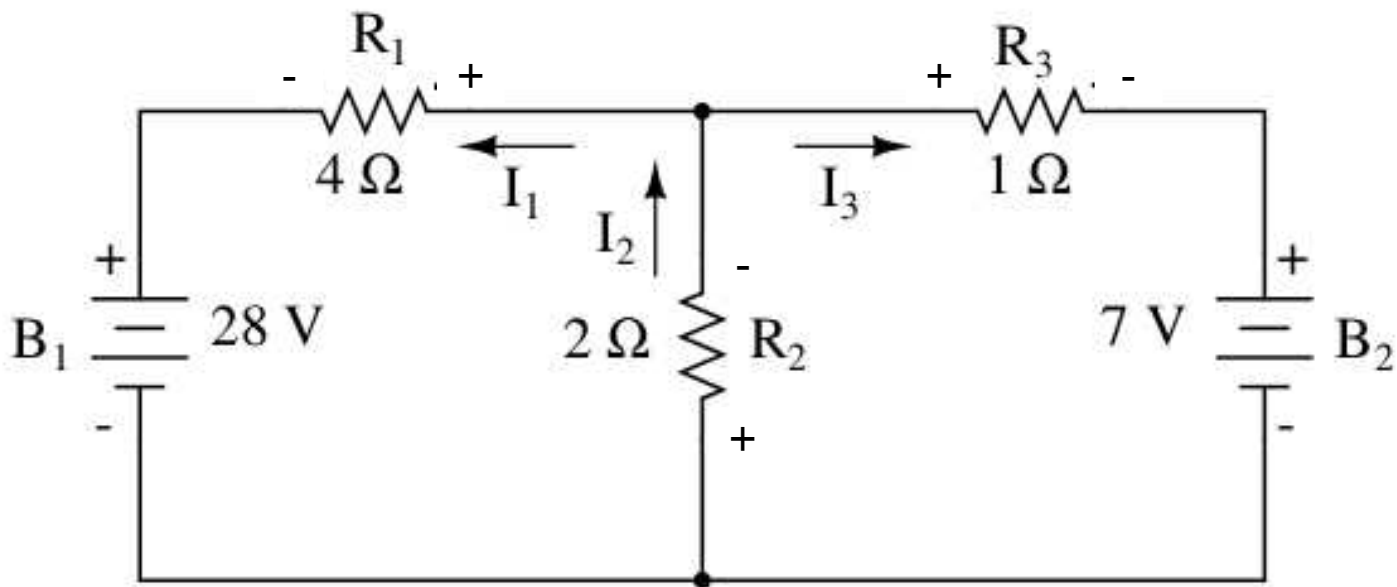


La Ley de la Corriente de Kirchhoff (LCK) dice que la suma de las corrientes que entran y salen de un nudo debe ser igual a cero. Por tanto, se pueden relacionar estas tres corrientes ( $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$ ) entre sí en una sola ecuación. Se seguirá la convención de que cualquier corriente que entre en el nudo será de signo positivo, y cualquier corriente que salga del nudo de signo negativo.

La LCK aplicada al nudo observado da como resultado:

$$I_2 - I_1 - I_3 = 0 \quad \text{ecuación 1}$$

El siguiente paso es determinar las polaridades de las caídas de tensión a través de las resistencias según las corrientes. El extremo "aguas arriba" de una resistencia siempre será positivo, y el extremo "aguas abajo" de una resistencia negativo con respecto al otro, ya que se aplica el sentido convencional de la corriente:



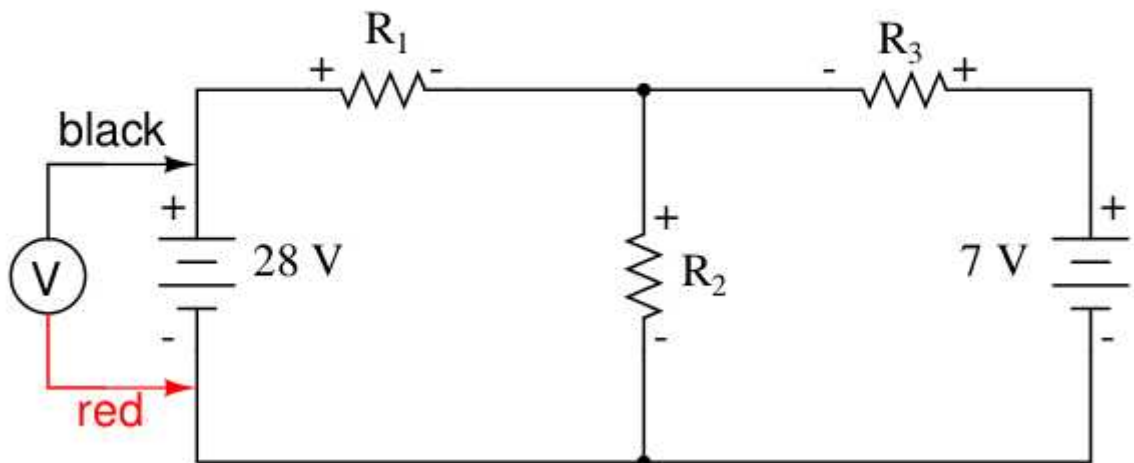
Las polaridades de las baterías permanecen como estaban, según su simbología (extremo corto corto negativo, largo positivo). No importa si la polaridad de la caída de tensión de una resistencia no coincide con la polaridad de la batería más cercana, siempre que la polaridad de la tensión de la resistencia se base correctamente en la dirección supuesta de la corriente que la atraviesa. En algunos casos, resultará que la corriente será forzada en dirección opuesta a la corriente generada por la batería. Lo importante es recordar que todas las polaridades de las resistencias y los cálculos subsiguientes deben basarse en las direcciones de las corrientes asumidas inicialmente. Se sabrá si la elección de la dirección de una corriente es incorrecta, ya que el resultado será un número negativo. El valor absoluto calculado, sin embargo, será correcto.



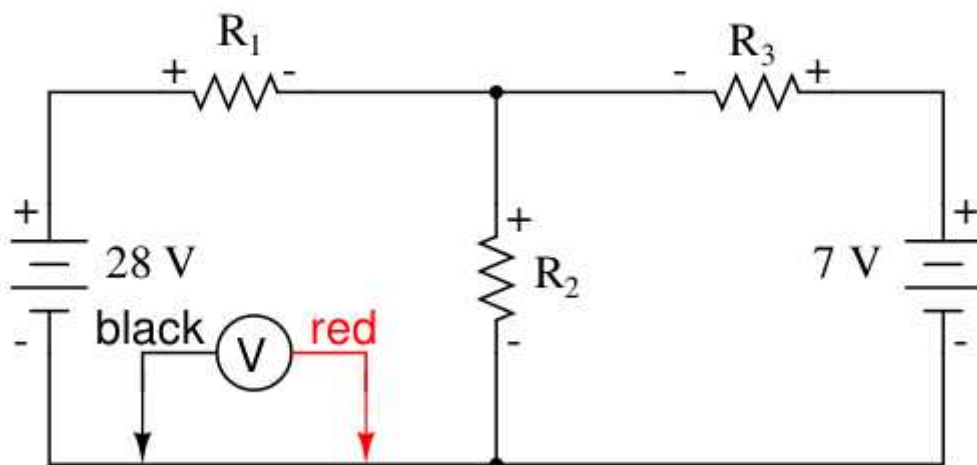
La Ley de Tensión de Kirchhoff (LTK) nos dice que la suma de todas las tensiones en una malla debe ser igual a cero, esto permite deducir ecuaciones adicionales con las corrientes ( $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$ ) como incógnitas de las ecuaciones lineales. Para obtener una ecuación LTK, debemos considerar las caídas de tensión en una malla del circuito, como si midiéramos con un voltímetro real. Primero analizaremos la malla izquierda, empezando por el lado izquierdo del circuito y moviéndonos en el sentido contrario a las agujas del reloj. La elección del punto de partida y la dirección es arbitraria.

El resultado será el siguiente:

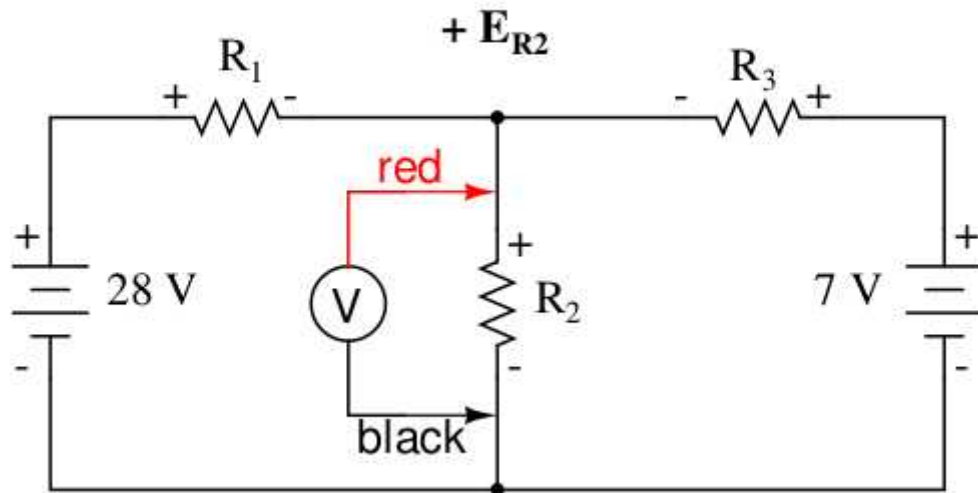
*Voltmeter indicates: -28 V*



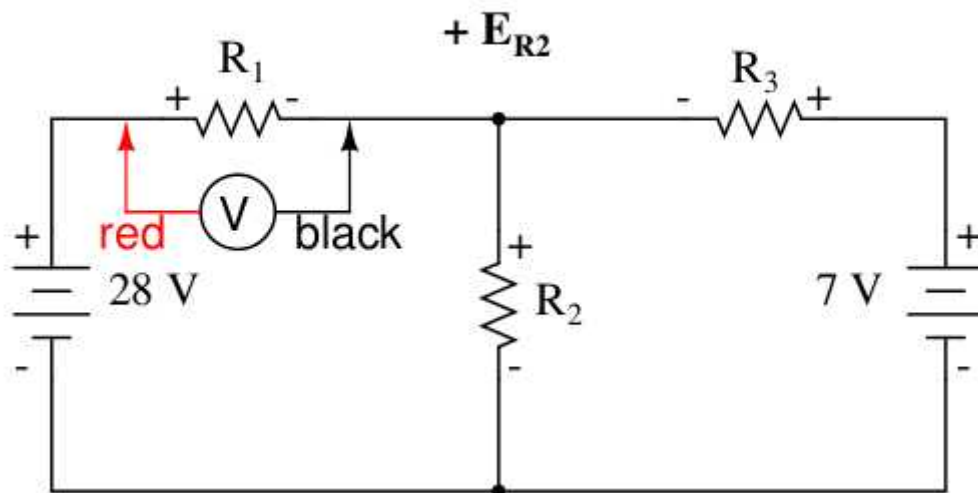
*Voltmeter indicates: 0 V*



*Voltmeter indicates: a positive voltage*



*Voltmeter indicates: a positive voltage*



Una vez completado nuestro trazado de la malla izquierda, se suman los valores de tensión para obtener una suma de cero (LTK):

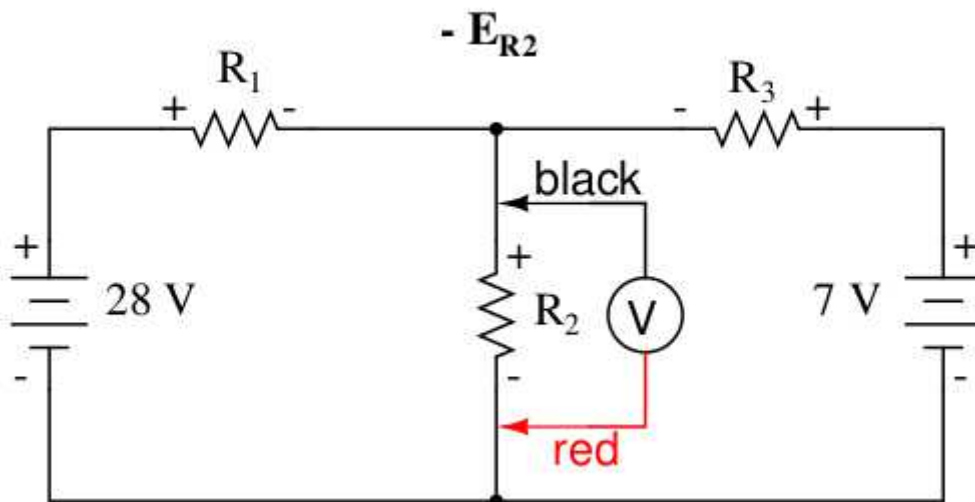
$$-28\text{ V} + 0\text{ V} + V_{R1} + V_{R2} = 0\text{ V}$$

Las caídas de tensión en  $R_1$  y  $R_2$  son desconocidos, por lo que no podemos insertar esos valores en la ecuación como cifras numéricas en este momento. Sin embargo, sabemos que las tres tensiones deben sumar cero. Podemos ir un paso más allá y expresar las tensiones desconocidas como el producto de las corrientes desconocidas correspondientes ( $I_1$  e  $I_2$ ) y sus respectivas resistencias, aplicando la Ley de Ohm:

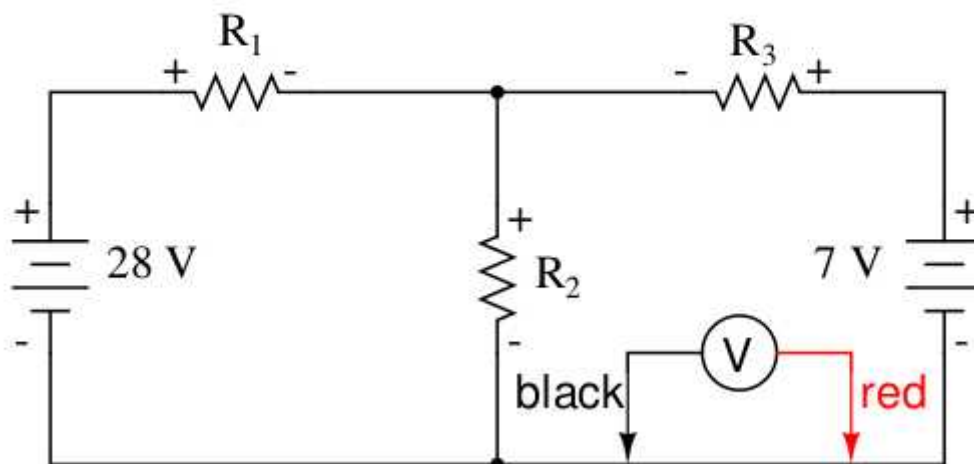
$$-28V + 0V + I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2 = 0V \quad \text{ecuación 2}$$

Aplicando los mismos pasos a la malla derecha del circuito (empezando en el nudo elegido y en el sentido contrario a las agujas del reloj), obtenemos otra ecuación (LTK):

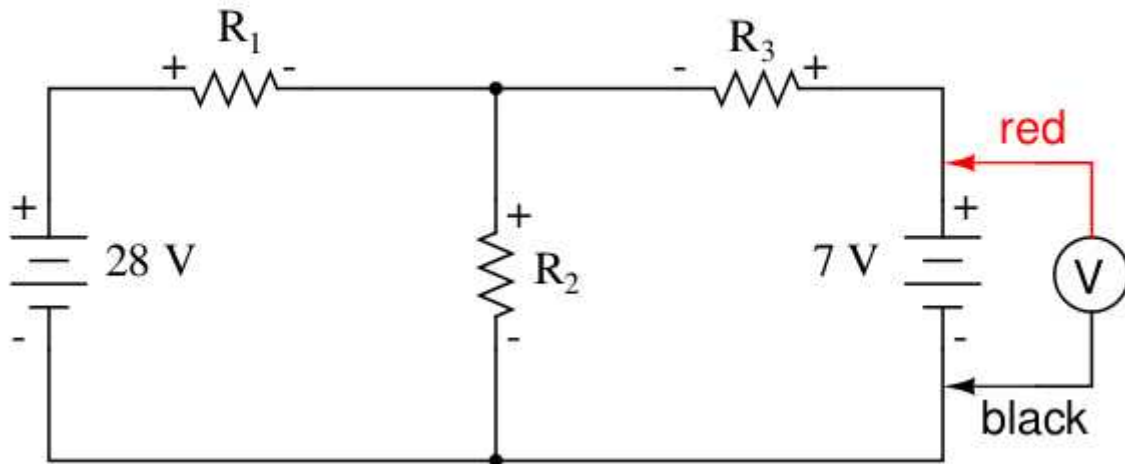
*Voltmeter indicates: a negative voltage*



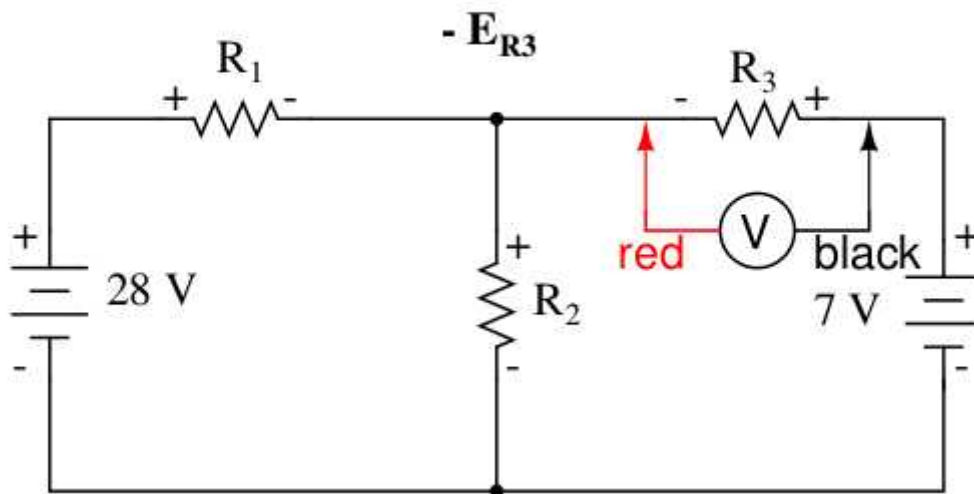
*Voltmeter indicates: 0 V*



*Voltmeter indicates: + 7 V*



*Voltmeter indicates: a negative voltage*



$$-V_{R_2} + 0V + 7V - V_{R_3} = 0V$$

Se vuelven a sustituir las tensiones por el producto de corriente y resistencia:

$$7V - I_2 \cdot R_2 - I_3 \cdot R_3 = 0V \quad \text{ecuación 3}$$

Se han obtenido tres ecuaciones lineales, con las tres incógnitas  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$ . Este sistema se puede resolver y calcular los resultados de las corrientes.

Traducción realizada con la versión gratuita del traductor [www.DeepL.com/Translator](http://www.DeepL.com/Translator)

## 1.3 Soluciones

### Ejercicio 1.4-1

100 resistencias, de  $0,1 \, \Omega$  cada una, se utilizan para hacer 100 circuitos con resistencias conectadas en serie.

El primer circuito es de 1 resistencia, el segundo de 2, el tercero de tres, etc.

Haz una tabla de valores de la función  $R_{Total}(N_R)$

$N_R$  es el número de resistencias conectadas en el circuito

$R_{Total}$  es la resistencia equivalente de las resistencias del circuito

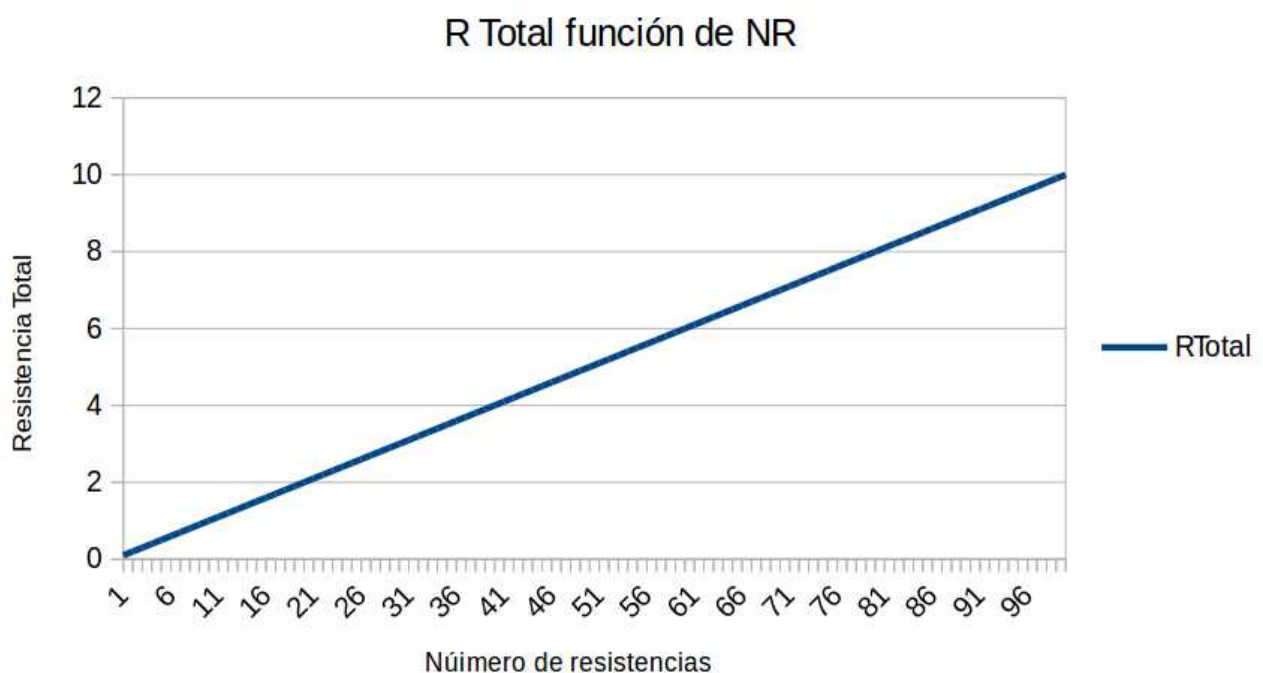
Representa la tabla en un diagrama de coordenadas

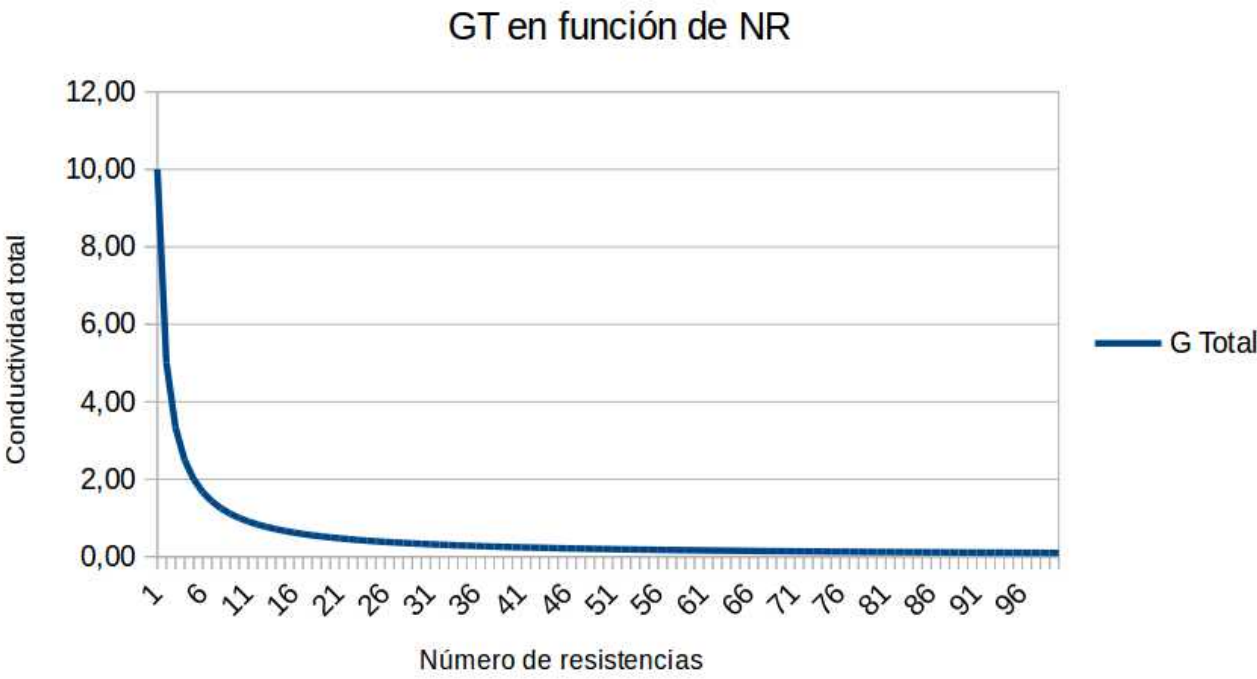
Haz una tabla de valores de la función  $G_{Total}(N_R)$

$N_R$  es el número de resistencias conectadas en el circuito

$G_{Total}$  es la conductividad equivalente de las resistencias del circuito

Representa la tabla en un diagrama de coordenadas





**Ejercicio 1.4-2**

100 resistencias, de  $0,1 \, \Omega$  cada una, se utilizan para hacer 100 circuitos con resistencias conectadas en paralelo.

El primer circuito es de 1 resistencia, el segundo de 2, el tercero de tres, etc.

Haz una tabla de valores de la función  $R_{Total}(N_R)$

$N_R$  es el número de resistencias conectadas en el circuito

$R_{Total}$  es la resistencia equivalente de las resistencias del circuito

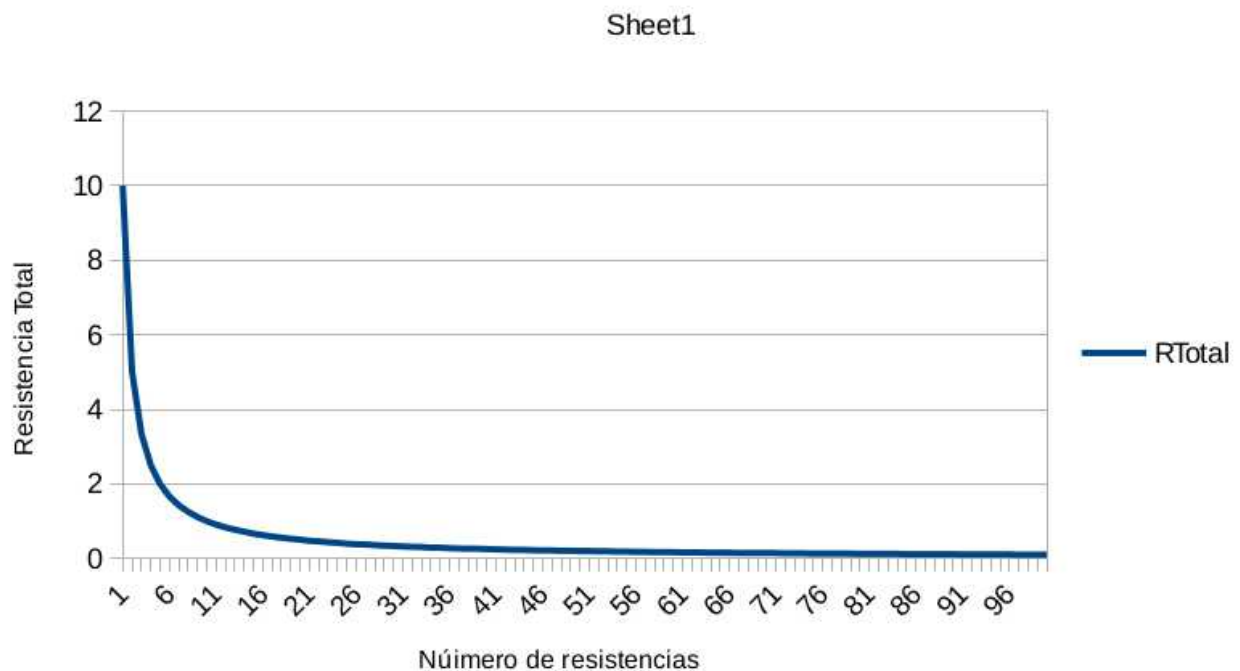
Representa la tabla en un diagrama de coordenadas

Haz una tabla de valores de la función  $G_{Total}(N_R)$

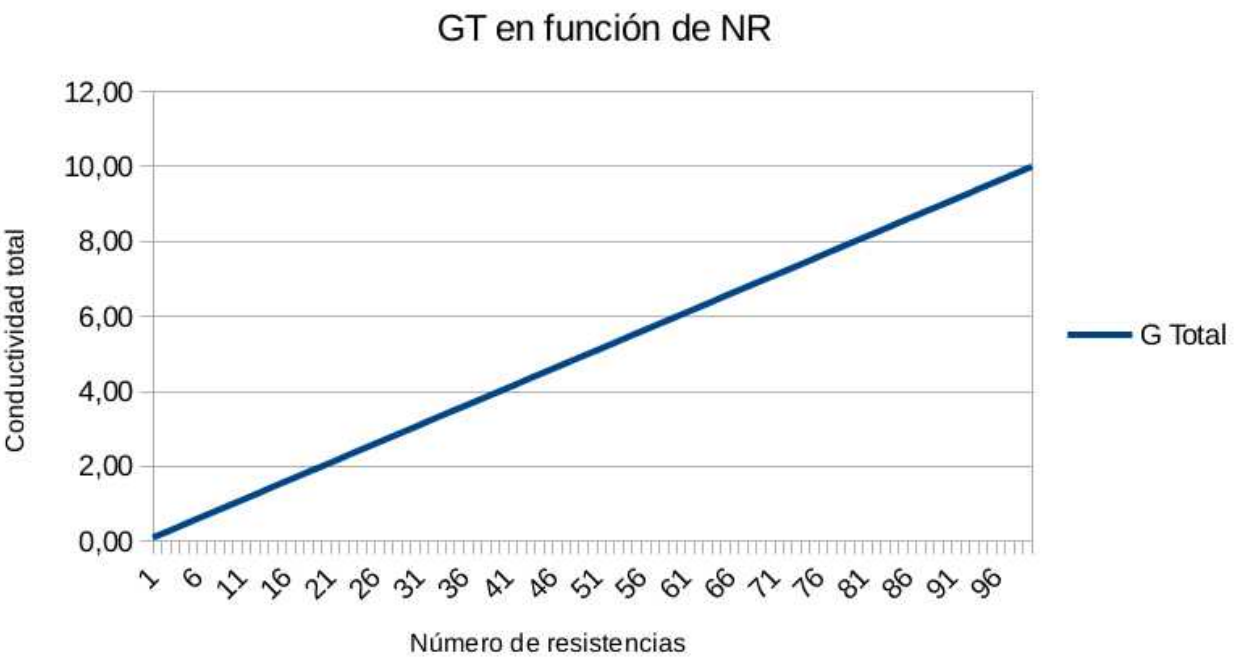
$N_R$  es el número de resistencias conectadas en el circuito

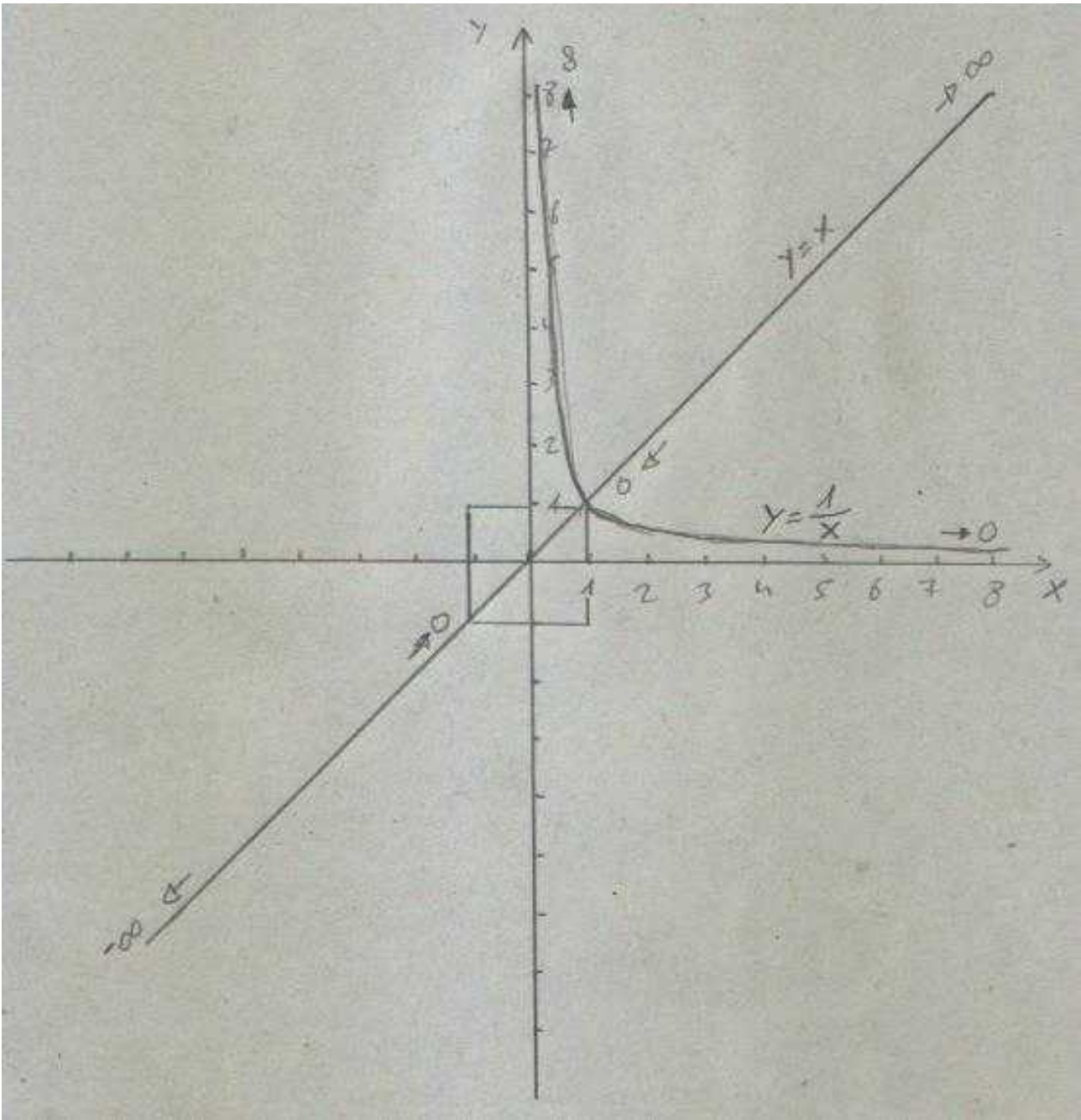
$G_{Total}$  es la conductividad equivalente de las resistencias del circuito

Representa la tabla en un diagrama de coordenadas









Estos apuntes son una adaptación de “Lessons in electric circuits volume 1 DC” , del autor Tony R. Kuphaldt.

Traducción y adaptación Paulino Posada

Traducción realizada con la versión gratuita del traductor [www.DeepL.com/Translator](http://www.DeepL.com/Translator)