



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo



Escuela Superior de Tlahuelilpan

Área Académica: Sistemas Computacionales

Materia: Electrónica Básica  
Unidad 1. Conceptos Básicos

Profesor(a): Dr. Daniel Vélez Díaz

Periodo: Enero – Junio, 2014





# Tema: Basic Electronics

## Abstract

This material provides the operating principles and basic concepts of electronic devices used in electronic circuits and computers.

**Keywords:** Semiconductors, Diodes, Transistors, Operational Amplifiers





# Tema: Electrónica Básica

## Resumen

En este material se proporcionan los principios de funcionamiento y los conceptos básicos de los dispositivos electrónicos, utilizados en circuitos electrónicos y en las computadoras.

**Palabras Clave:** Semiconductores, Diodos, Transistores, Amplificadores operacionales





# Desarrollo del tema

- **Objetivo General:**

El alumno ubicará dentro de los sistemas computacionales la importancia de la electrónica básica.





# Introducción

La electrónica es la rama de la física y especialización de la ingeniería que aplica los conocimientos matemáticos en el estudio de sistemas cuyo funcionamiento se basa en la conducción y el control del flujo de la electricidad.





La **electrónica** emplea una gran variedad de conocimientos, materiales y dispositivos, desde los semiconductores hasta las válvulas termoiónicas (bulbos). El diseño y la gran construcción de circuitos electrónicos para resolver problemas prácticos forman parte de la electrónica y de los campos de la ingeniería electrónica, electromecánica y la informática en el diseño de software para su control.





## 1.1 Antecedentes históricos

1895  
Lorentz  
postula la  
existencia de  
electrones.

Thompson es  
quién prueba  
la existencia  
de los  
electrones.

1904, John  
Fleming  
inventó el  
diodo de  
vacío basado  
en el efecto  
Edison  
(emisión  
termoiónica)





En función de la tensión de la placa, se producía paso de corriente en una dirección. Esta válvula se empleó como detector de señales inalámbricas y vino a sustituir a los detectores de galena.





1906 Lee De Forest al inventar el triodo.

De Forest interpuso un tercer electrodo en una válvula de Fleming creando el tubo triodo denominado al que llamó audión.

Su intervención fue muy importante para la fabricación de los primeros amplificadores de sonido, receptores de radio y televisión.





Pero la revolución de la era de la electrónica definitivamente llegó con el uso de semiconductores y dispositivos basados en ellos, pero más concretamente con la invención del transistor en 1948 a manos de Bardeen y Brattan; sin embargo el transistor no podía ser eficiente hasta que no se obtuviera cristales simples con un nivel de pureza cercana al 100%.





Bell Laboratories logro formar cristales simples de germanio y silicio con impurezas, por lo que fue posible controlar el proceso de dopado de los semiconductores.

En esta época, los componentes de estado sólido desplazaron virtualmente a las válvulas en casi todas las aplicaciones.

Todo esto permitió la miniaturización de los aparatos electrónicos.

En 1949 apareció el transistor de unión, siendo este el dispositivo más utilizado para las aplicaciones en electrónica.

En 1958 se desarrollo el circuito integrado, alojaba seis transistores en un solo chip.





La electrónica digital tiene su máxima expansión con las familias lógicas basadas en el transistor MOS, debido a que su proceso de fabricación es más sencillo, permite mayor escala de integración y los consumos de potencia son más reducidos. Estas características han dado lugar que la tecnología MOS desplaze a la bipolar en la mayor parte de las aplicaciones.





## 1.2 Conceptos básicos de variables eléctricas

### Tensión

- Es la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito eléctrico. Su unidad de medida es el Volt (V)

### Corriente

- Es la cantidad de electrones que circulan por un conductor en el lapso de 1 segundo. Su unidad de medida es el Ampere (A).

### Resistencia

- Es el grado de oposición que genera un material al paso de la corriente eléctrica. Su unidad de medida es el Ohm ( $\Omega$ ).





## 1.2 Conceptos básicos de variables eléctricas

### Impedancia

- Es lo mismo que la resistencia. La diferencia es que la primera se refiere a corriente continua, y la segunda para corriente alterna (Z).

### Inductancia

- Fenómeno producido en las bobinas, las cuales presentan mayor impedancia cuanto mayor sea la frecuencia de la corriente aplicada. Su unidad es el Henry (H).

### Conductancia

- Magnitud que expresa la facilidad de paso de una corriente eléctrica en un circuito, es la inversa de la resistencia. Su unidad es el Siemens (Y).





### Capacitancia

Fenómeno producido en los condensadores, los cuales presentan menor impedancia cuanto mayor sea la frecuencia de la corriente aplicada.

La capacitancia siempre es una cantidad positiva y puesto que la diferencia de potencial aumenta a medida que la carga almacenada se incrementa, la proporción  $Q / V$  es constante para un capacitor dado.

En consecuencia la capacitancia de un dispositivo es una medida de su capacidad para almacenar carga y energía potencial eléctrica. La unidad de capacitancia del SI es el Faradio (F).





### 1.2.1 Corriente, voltaje, impedancia y resistencia eléctrica, ley de ohm.

#### Corriente

La corriente o intensidad eléctrica es el flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material. La corriente se debe al movimiento de electrones en el interior de un material.

Para que haya una corriente eléctrica en un circuito se necesitan dos condiciones:

Que exista diferencia de potencial eléctrico y que el circuito este cerrado.





En el SI (sistema internacional de unidades) se expresa en Coulomb/segundo, unidad que se denomina Ampere.

$$I = q / t$$

Donde:

I = intensidad,

q = carga

t = tiempo.





## Voltaje

También llamada tensión eléctrica o diferencia de potencial, es una magnitud de la física que mide la diferencia de potencial eléctrico que existe entre dos puntos.

El flujo de electrones circula del punto de menor potencial al punto de mayor potencial. Puede ser medido con un voltímetro.

$$V = R I$$

Donde:

V = diferencia de potencial,

R = resistencia

I = intensidad de corriente.





- Es una magnitud que establece la relación entre la tensión y la intensidad de corriente. Se refiere a la corriente alterna y excluye a la corriente continua.

$$Z = \frac{E}{I}$$

Donde:

Z = impedancia,

I = corriente

E = voltaje.





### Resistencia eléctrica

La resistencia eléctrica se establece como la fuerza opositora al flujo de la corriente eléctrica, su unidad es el Ohm ( $\Omega$ ).

Cada material tiene diferente nivel de resistividad, aumentando según la longitud y reduciéndose conforme aumenta la sección transversal.

En la mayoría de los metales la resistencia aumenta con la temperatura.





$$R = V / I$$

Donde:

R = resistencia,

V = diferencia de potencial

I = intensidad de corriente.





### Ley de Ohm

La ley de Ohm a cargo del físico alemán Georges Simon Ohm establece que la intensidad eléctrica que circula entre dos puntos de un circuito eléctrico es directamente proporcional a la tensión eléctrica entre dichos puntos, existiendo una constante de proporcionalidad entre estas dos magnitudes.

Dicha constante de proporcionalidad es la conductancia eléctrica, que es inversa a la resistencia eléctrica.

La ecuación matemática que describe esta relación es:





$$I = V / R$$

Donde:

I = corriente que pasa a través del objeto,

V = diferencia de potencial de las terminales del objeto

R = resistencia eléctrica del circuito, expresados en Amperes (A), Volts (V) y en Ohms ( $\Omega$ ) respectivamente.





### 1.2.2 Capacitancia, inductancia y circuito RLC.

#### Capacitancia

En electrónica la capacitancia es la propiedad que tienen los cuerpos para mantener una carga eléctrica; es también una medida de la cantidad de energía eléctrica almacenada para un potencial eléctrico dado, siendo su formula la siguiente:





$$C = Q / V$$

Donde:

C = capacitancia,

Q = carga

V = diferencia de potencial.





## Inductancia

Inductancia es la propiedad de un circuito o elemento de un circuito para retardar el cambio en la corriente que pasa por él.

El retardo está acompañado por absorción o liberación de energía y se asocia con el cambio en la magnitud del campo magnético que rodea los conductores.





En cualquier circuito, todo flujo magnético, alrededor de los conductores que transportan la corriente, pasa en la misma dirección a través de la ventana formada por el circuito.

Cuando el interruptor de un circuito eléctrico se cierra, el aumento de corriente en el circuito produce un aumento del flujo.

El cambio del flujo genera un voltaje en el circuito que se opone al cambio de corriente.





La inductancia se simboliza con la letra  $L$  y se mide en Henrios (H) y su representación gráfica es por medio de un hilo enrollado, algo que recuerda que la inductancia se debe a un conductor ligado a un campo magnético.





### Circuitos RLC

Este circuito consta de un inductor, un condensador y una resistencia conectados en serie.

Existe también un ángulo de desfase entre las tensiones y corrientes (y entre las potencias), que incluso puede llegar a hacerse cero.

En caso de que las reactancias capacitivas e inductivas sean de distinto valor para determinada frecuencia, tendremos desfases.





Dependiendo de cuál de las reactancias sea mayor podremos afirmar si se trata de un circuito con características capacitivas o inductivas y por lo tanto si la tensión adelanta a la corriente (y con qué ángulo) o si la corriente adelanta a la tensión.





### 1.3 Leyes de Kirchhoff.

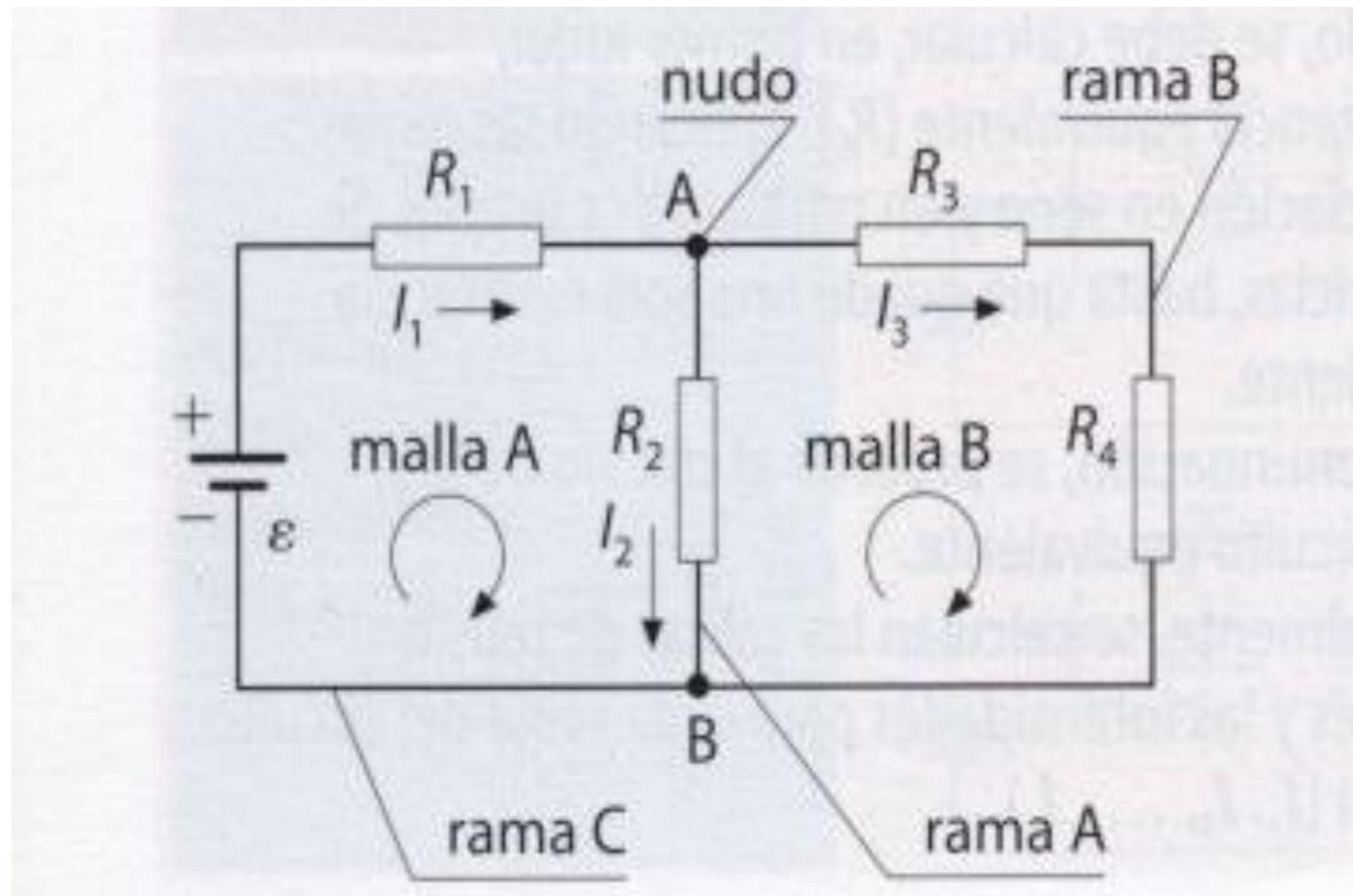
Antes que nada es preciso incluir tres definiciones relacionadas con la figura 1.3.01 para la mejor comprensión de estas leyes:

Malla, es cualquier recorrido eléctrico cerrado.

Nudo, es un punto del circuito por donde fluyen tres o más intensidades.

Rama, es un trayecto que puede recorrer una intensidad entre dos nudos. En un circuito existen tantas ramas como intensidades.





*Figura 1.3.01 Muestra los nudos, mallas y ramas en un circuito.*

*Fuente: Electricidad y electrónica.*





## Primera ley

Se deduce de la conservación de la carga. En todo circuito eléctrico, la suma de las corrientes que entran en un nudo es igual a la suma de las corrientes que entran en un nudo es igual a la suma de las que salen:

$$I_1 = I_2 + I_3$$





Es decir, la cantidad de corriente que entre en determinado punto del circuito debe salir por ese mismo punto, pues la carga no puede perderse.

En el caso de la figura 1.3.02 las intensidades 1 y 2 son las que entran en el nudo A derivando en la intensidad 3, por lo que la ecuación se vería de la siguiente manera:

$$I_1 + I_2 = I_3$$





Entonces la fórmula para la ley de nudos no es constante, obedece a la dirección que tienen las intensidades.

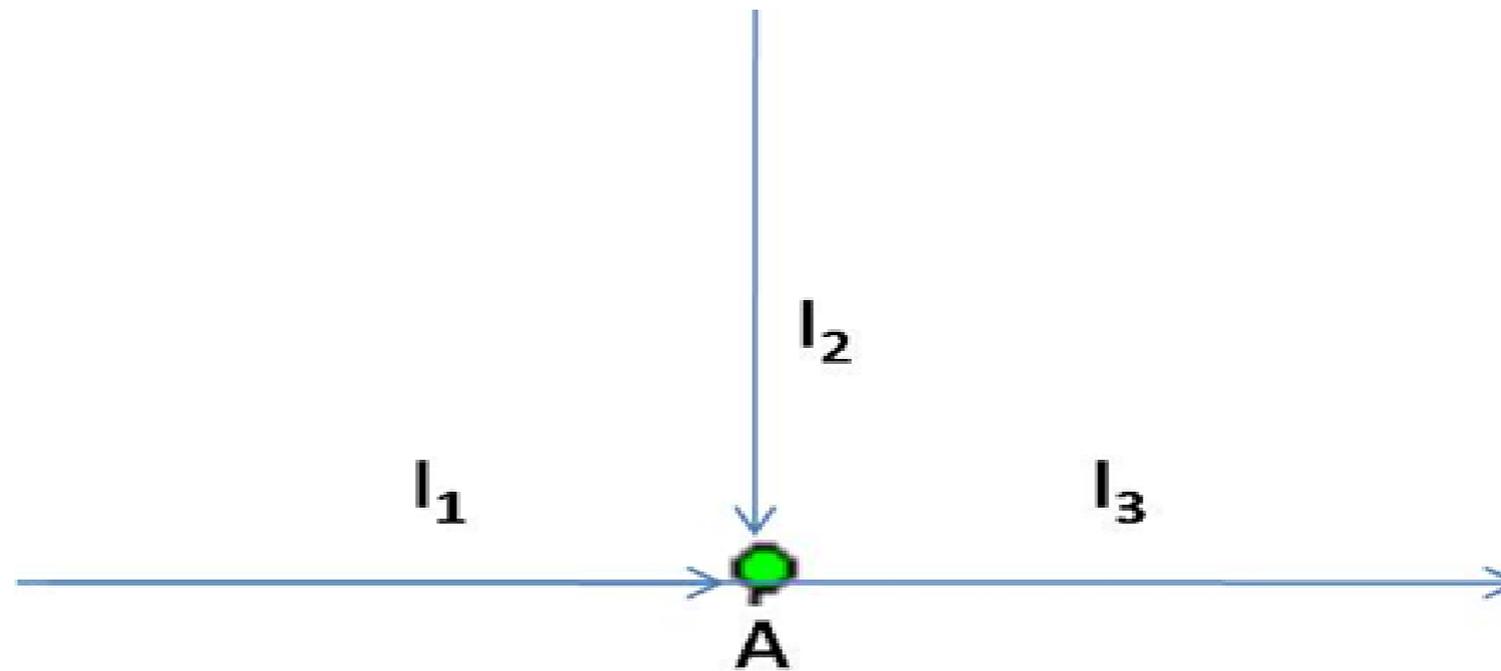


Figura 1.3.02





## Segunda ley

En un circuito eléctrico, se cumple que la suma de todas las diferencias de potencial a lo largo de una malla es igual a 0:

$$\text{Malla A: } \varepsilon - I_1 \cdot R_1 - I_2 \cdot R_2 = 0$$

$$\text{Malla B: } I_2 \cdot R_2 - I_3 \cdot R_3 - I_3 \cdot R_4 = 0$$





Se deduce de la conservación de la energía. Ésta dice que una carga que se mueva en un circuito cerrado (sale de un punto y llega al mismo punto) debe ganar la misma cantidad de energía que la que pierde. Su energía puede decrecer en forma de caída potencial, a través de una resistencia o a través de una fuente fem.





Sírvase de estos consejos para la solución de problemas relacionados con las leyes de Kirchhoff:

Dibujar el diagrama del circuito, colocando etiquetas y símbolos a las cantidades conocidas y desconocidas.





Asignar una dirección a la corriente en cada parte del circuito.

Pese a que la dirección de la corriente que se le asigna no sea la indicada, la magnitud que se obtenga en el resultado no cambiara, no siendo así con el signo, pudiendo resultar negativo.

Aun así debe quedar claro que debe respetarse la dirección correcta cuando se apliquen las leyes de Kirchhoff.





Aplicar la regla de los nodos (primera ley de Kirchhoff) a todas las uniones del circuito.

Aplicar la segunda ley de Kirchhoff a tantas mallas en el circuito como sean necesarias para determinar las incógnitas.

Por último se deben resolver las ecuaciones simultáneamente para las cantidades desconocidas.

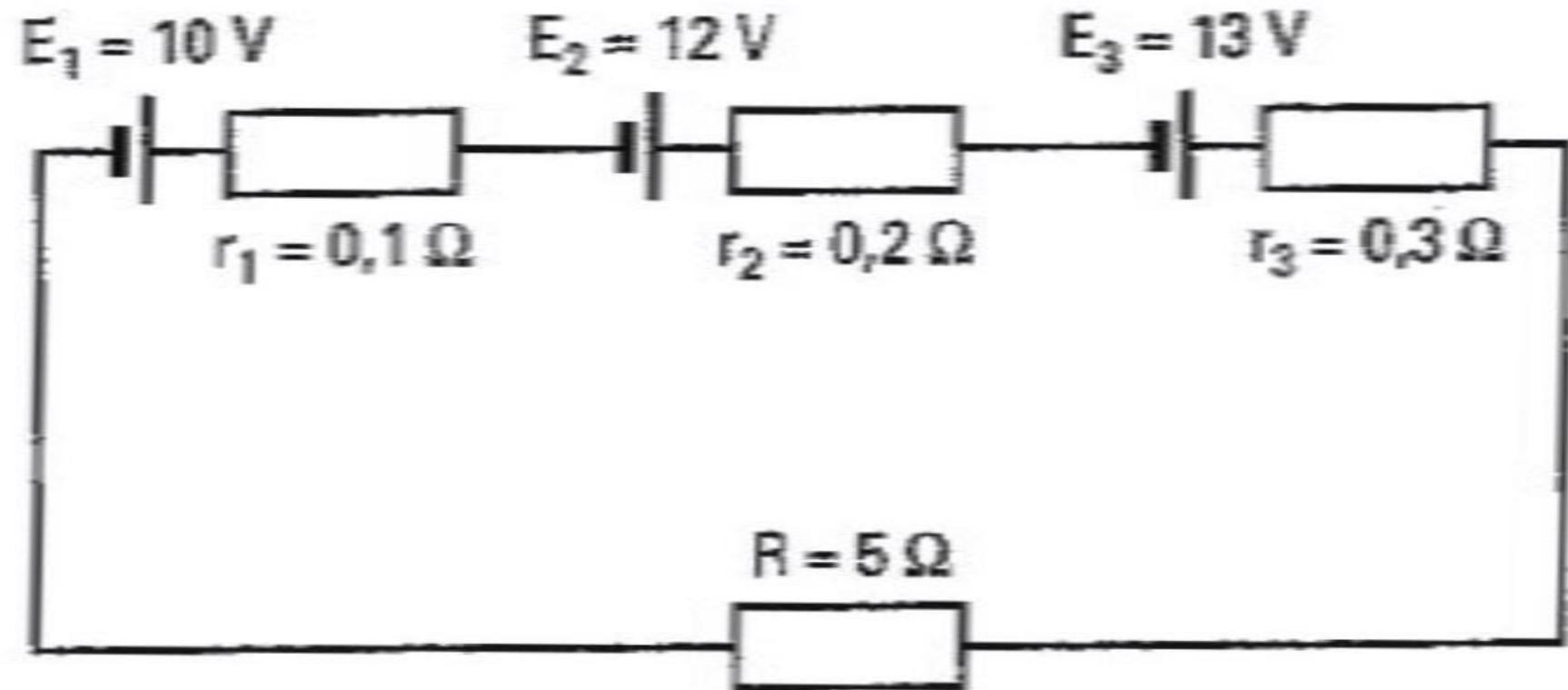




## Ejemplo 2<sup>da</sup> ley de Kirchhoff.

Se conectan en serie tres baterías de acumuladores (figura 1.3.1), para alimentar un horno de 5 ohmios de resistencia. Determinar la tensión en bordes del horno, así como se tensión y potencia.





*Figura 1.3.1*





$$10 - 0.1 I + 12 - 0.2 I + 13 - 0.3 I - 5 = 0$$

$$(10+12+13) - I (0.1+0.2+0.3+5) = 0$$

Despeje: Tensión

$$I = 35 / 5.6 = 6.25 \text{ A} \quad V = RI = (5) (6.25) = 31.25 \text{ V}$$

Potencia:

$$P = VI$$

$$= 31.25 (6.25)$$

$$= 195 \text{ W}$$





## 1.4 Teoremas de Thévenin y Norton

### Teorema de Thévenin

Se aplica a circuitos lineales con una carga que puede ser lineal o no lineal, variantes o invariantes con el tiempo y cuyo estado energético sea nulo o no.

Mediante la aplicación de este teorema es posible reducir una red completa interconectada y hallar un circuito equivalente al primero pero más sencillo.





El teorema de Thévenin nos permite reemplazar una compleja red de resistencias y fuentes de voltaje con un circuito equivalente simple constituido por una única fuente de voltaje conectado en serie con una sola resistencia (figura 1.4.1).





La única fuente de voltaje en el circuito equivalente de Thévenin, ( $V_{oc}$ ), es simplemente el voltaje que aparece entre las terminales cuando nada está conectado a él. En otras palabras, la fuente de voltaje aparecería en un circuito abierto entre A y B.





La única resistencia ( $R$ ) que aparece en el circuito equivalente de Thévenin, es la que se observaría en el circuito entre  $A$  y  $B$  cuando todas las fuentes de voltaje son reemplazados por conexiones de corto circuito.



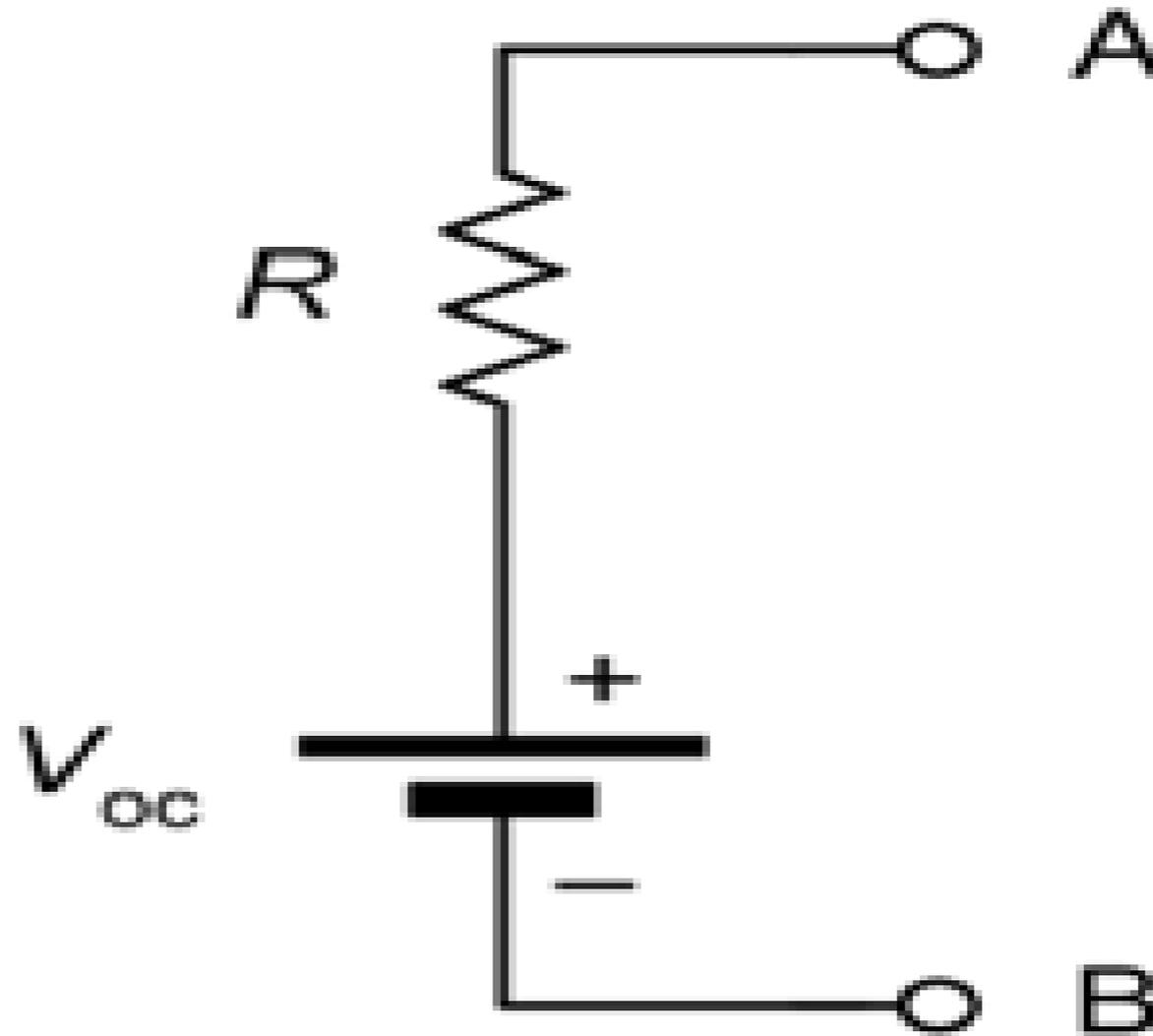


Figura 1.4.1 Circuito equivalente Thévenin.





## Ejemplo:

La siguiente figura muestra un Wheatstone Bridge. Determine la corriente que fluirá en una carga de  $100 \Omega$  conectado entre las terminales A y B.



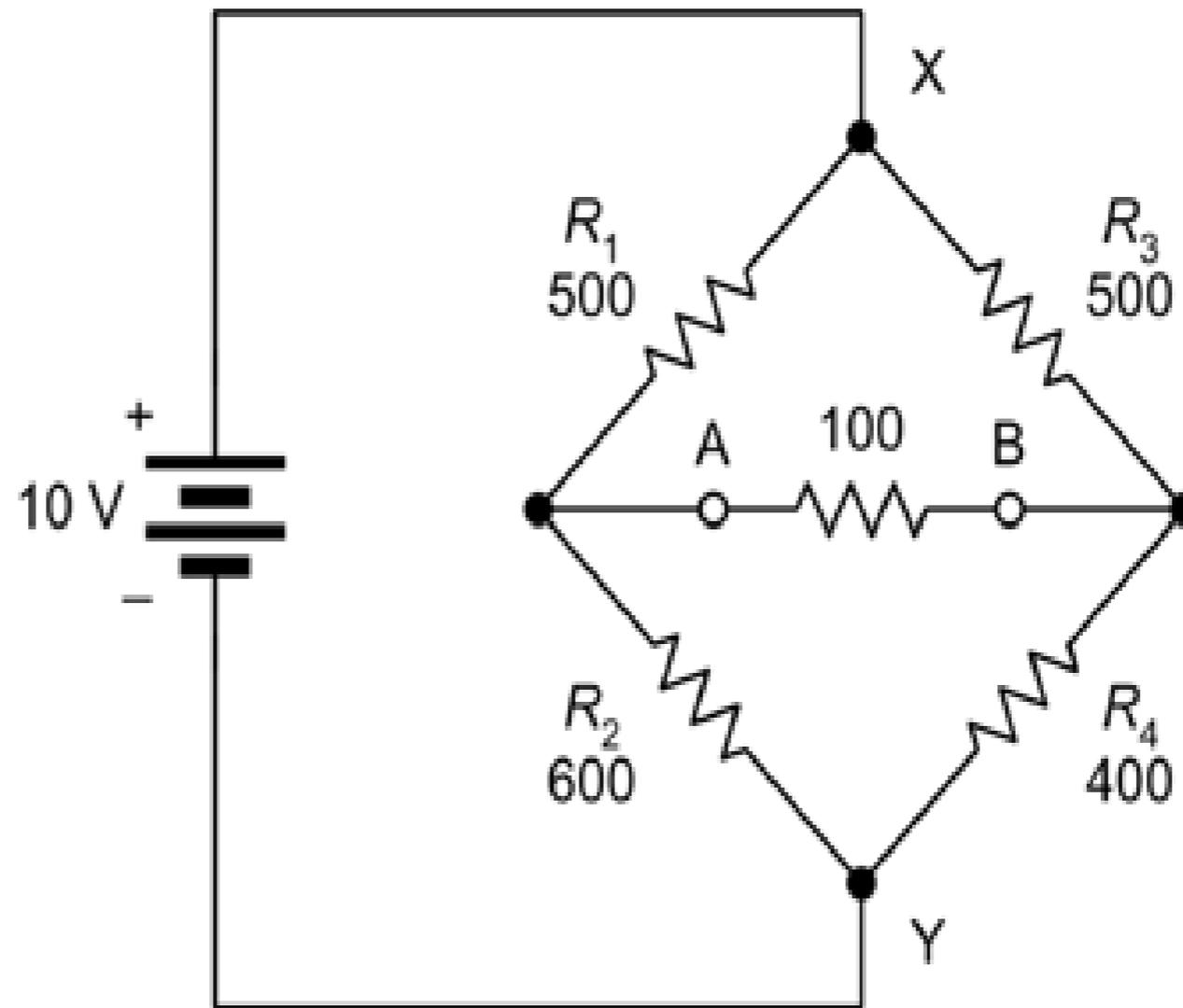


Figura 1.4.2





$V_{AY}:$

$$\begin{aligned} V &= (10) R2 / (R1+R2) \\ &= (10) 600/(500+600) \\ &= 5.454 \text{ V} \end{aligned}$$

$V_{BY}:$

$$\begin{aligned} V &= (10) R4/(R3+R4) \\ &= (10) 400/(500+400) \\ &= 4.444 \text{ V} \end{aligned}$$





El voltaje A-B ( $V_{AB}$ ) será la diferencia entre  $V_{AY}$  y  $V_{BY}$ :

$$\begin{aligned} V_{AB} &= V_{AY} - V_{BY} \\ &= 5.454 - 4.444 \\ &= 1.01 \text{ V} \end{aligned}$$





Encontrar la equivalente Thévenin de la resistencia en A y B. para ello se rediseñará el circuito reemplazando la batería con un corto circuito (figura 1.4.3):



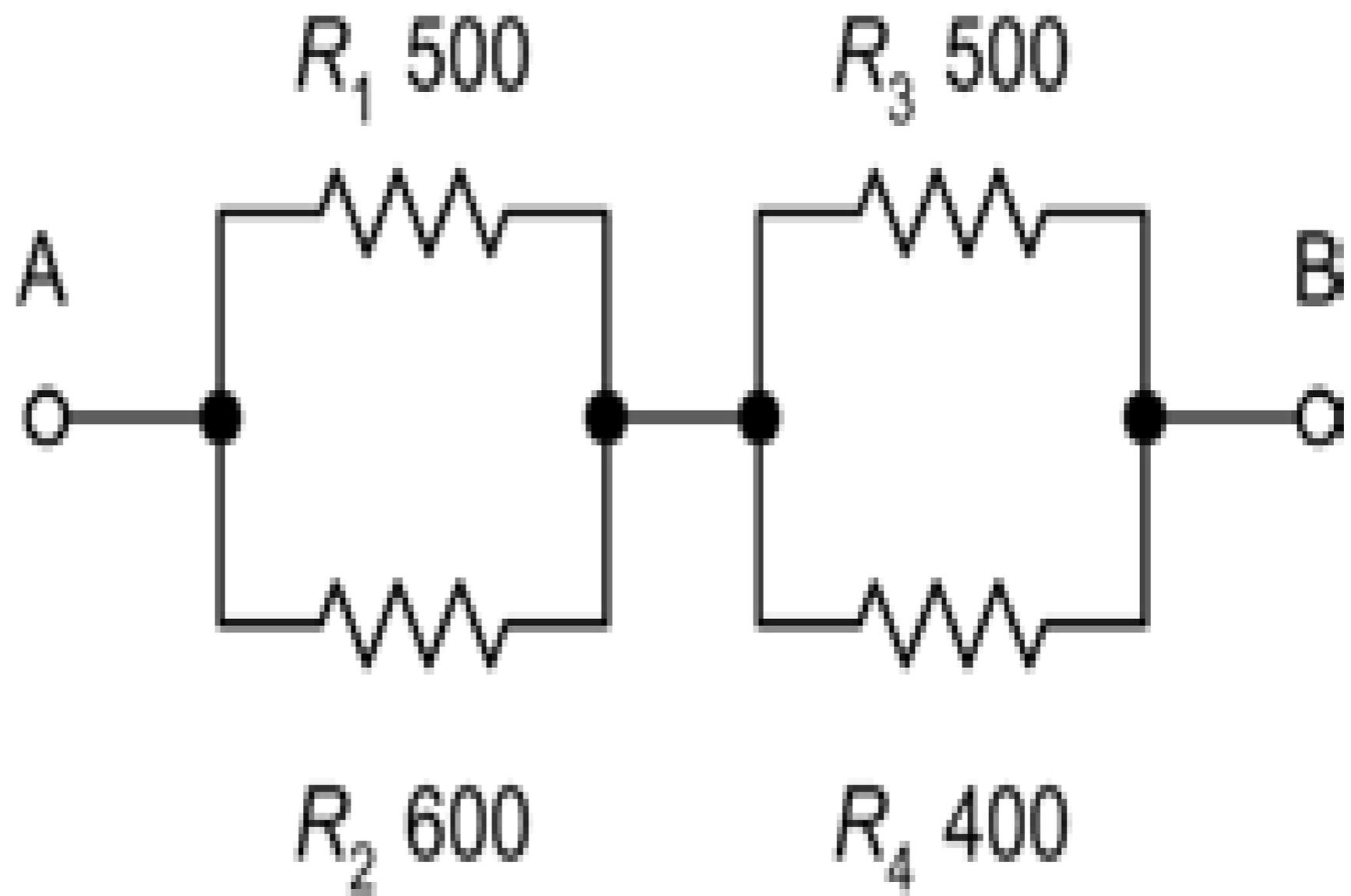


Figura 1.4.3





$$\begin{aligned} R &= R_1 R_2 / (R_1 + R_2) + R_3 R_4 / (R_3 + R_4) \\ &= [ (500)(600) / (500 + 600) ] + [ (500)(400) / (500 + 400) ] \\ &= [ 300\,000 / 1\,100 ] + [ 200\,000 / 900 ] \\ &= 272.7 + 222.2 \\ &= 494.9 \, \Omega \end{aligned}$$





# Circuito equivalente Thévenin:

$$R = 494.9 \, \Omega$$

$$V = 1.101 \, \text{V}$$

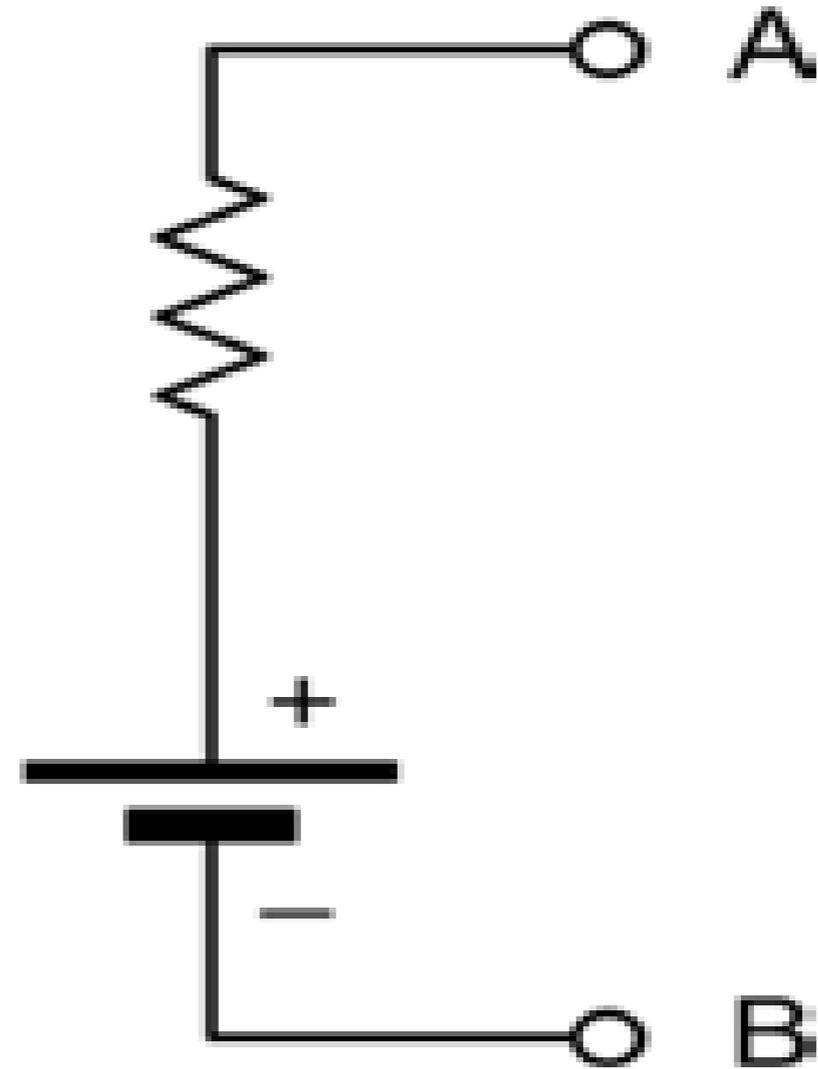


Figura 1.4.4





Para determinar la corriente en una carga conectada entre A y B, podemos agregar al circuito equivalente Thévenin la carga de  $100 \Omega$  como se muestra en la figura 1.4.5 y aplicar la ley de Ohm.



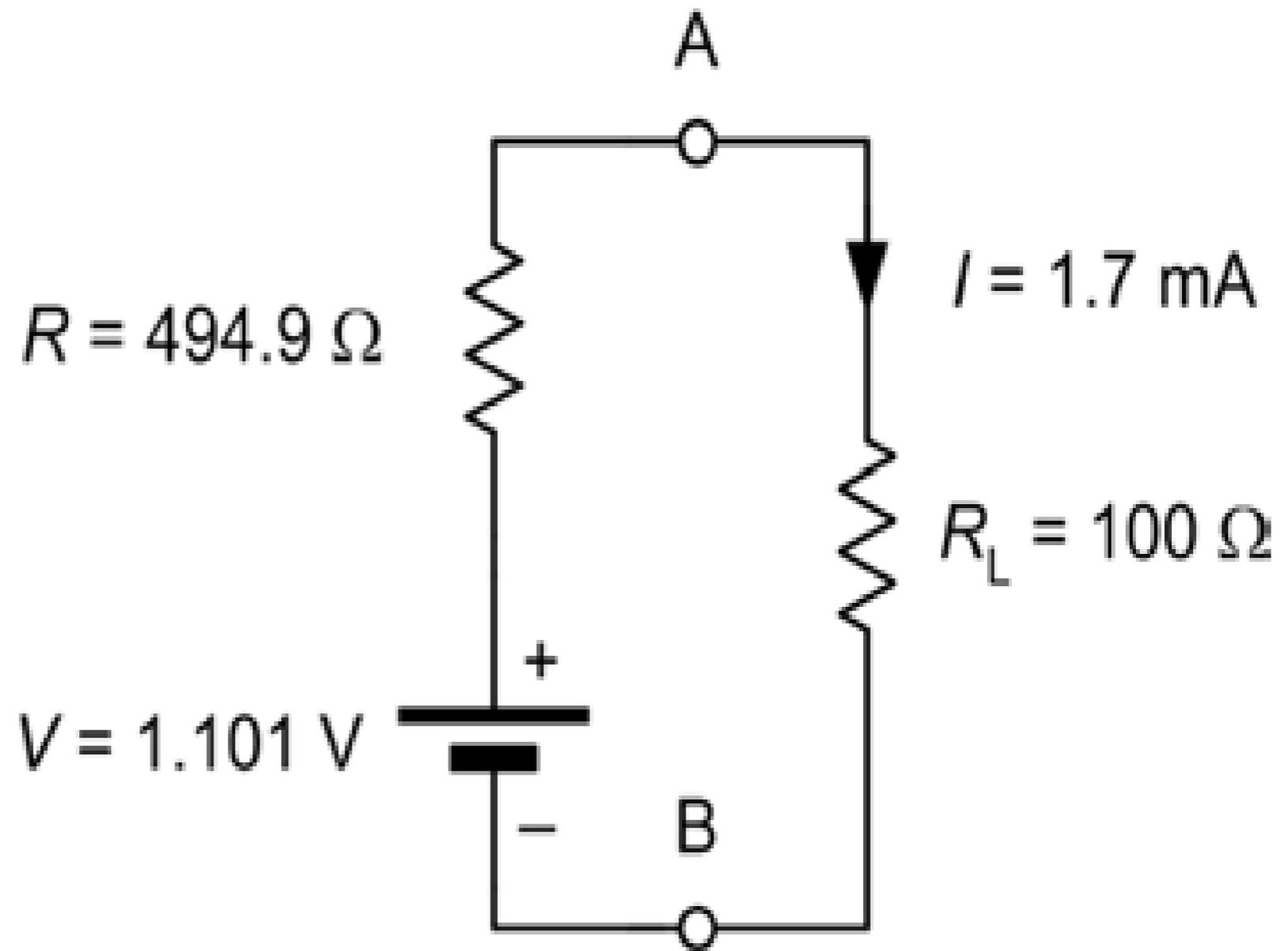


Figura 1.4.5





$$\begin{aligned} I &= V_{OC} / (R + 100) \\ &= 1.01 / (494.9 + 100) \\ &= 1.01 / 594.9 \\ &= 1.698 \text{ mA} \end{aligned}$$





## Teorema de Norton

El teorema de Norton dice que cualquier parte de un circuito formada por fuentes y resistencias puede ser reemplazado por una única fuente de corriente y una resistencia en paralelo.

Entonces podemos deducir que cualquier circuito equivalente de Thévenin también puede ser reemplazado por un equivalente de Norton.





La constante fuente de corriente en el circuito equivalente de Norton ( $I_{SC}$ ), es una corriente en un circuito pequeño simple que fluirá si A y B están interconectados directamente.

La resistencia (R) aparece dentro de la red entre A y B cuando todas las fuentes de voltaje son reemplazados por conexiones corto circuito.

Si las fuentes de voltaje tienen alguna apreciable resistencia interna, el circuito equivalente debe ser construido sobre la base que cada fuente de voltaje es reemplazada por su propia resistencia interna (figura 1.4.6).





Así como en el teorema de Thévenin, se puede determinar como se comportara un circuito obteniendo los valores para  $I_{sc}$  y  $R$ .

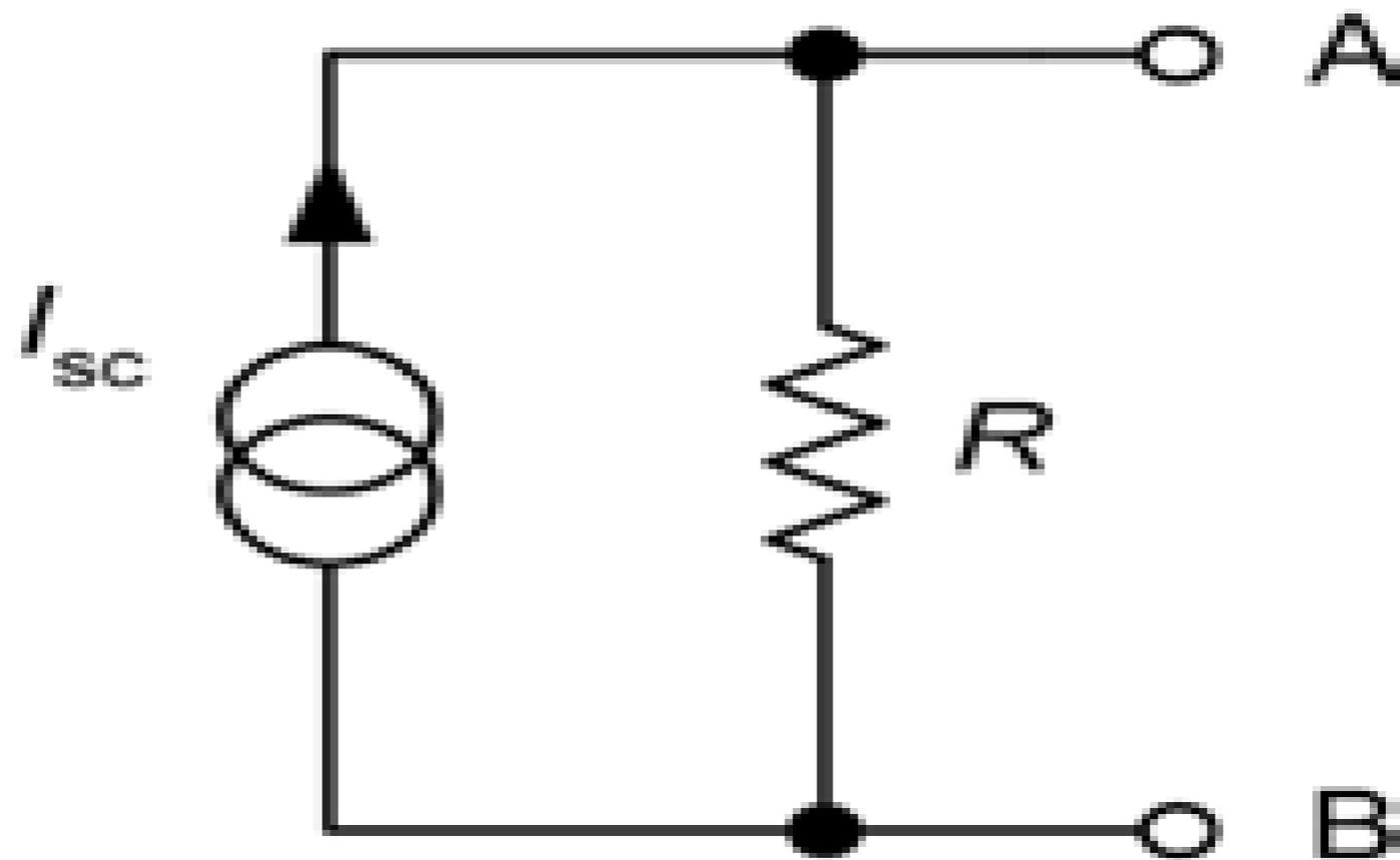


Figura 1.4.6 Circuito equivalente de Norton.



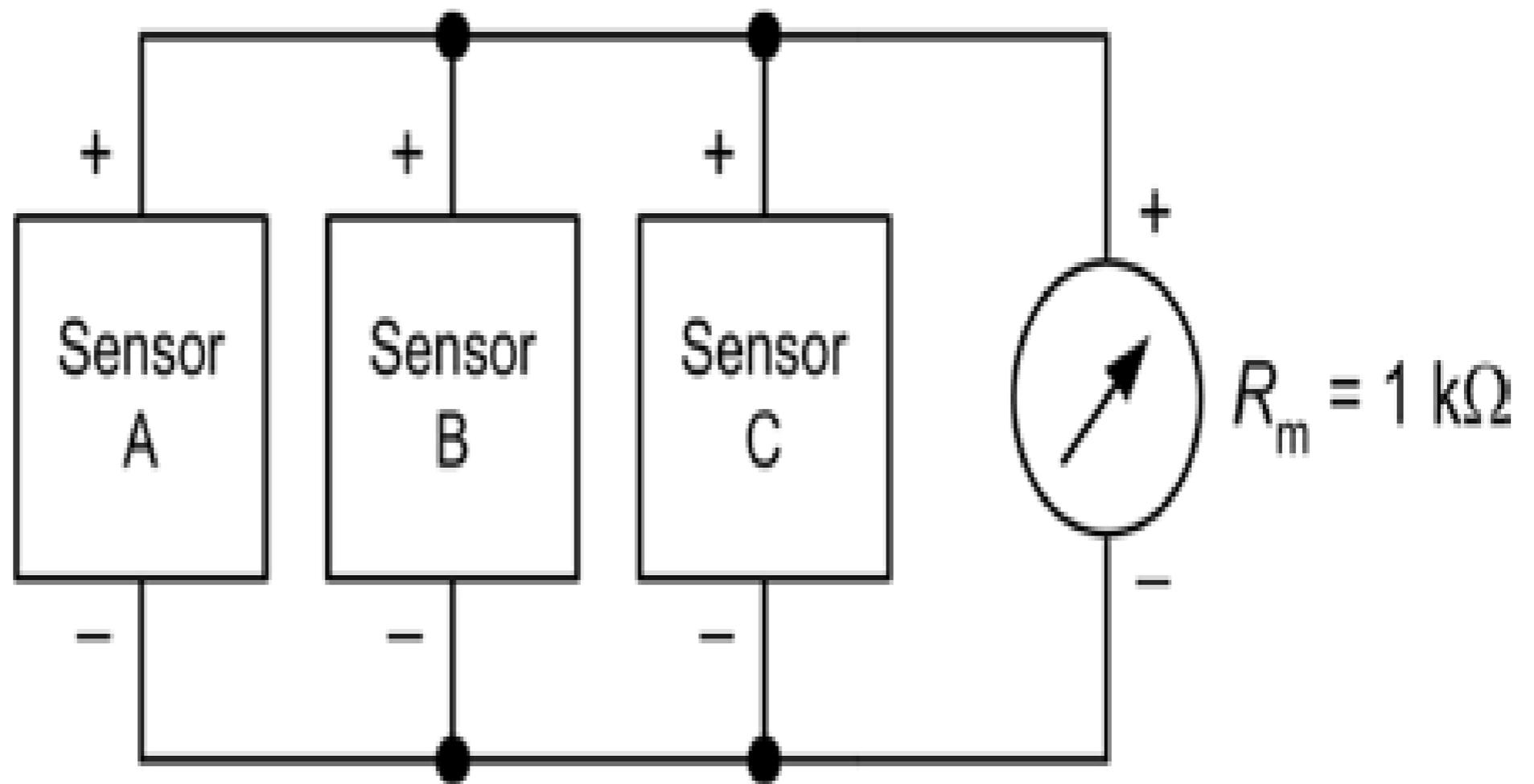


## Ejemplo:

Tres sensores de temperatura que tienen las características de la tabla de abajo están conectados en paralelo como se muestra en la figura 1.4.7.

Determinar el voltaje producido cuando el arreglo está conectado a un metro de rollo móvil teniendo una resistencia de  $1\text{ k}\Omega$ .







Primero necesitamos encontrar el circuito equivalente de Norton. Encontrar  $I_{sc}$  de cada sensor y agregarlos juntos.

Sensor A:

$$I = V/R$$

$$= 20 \text{ mV} / 5 \text{ K}\Omega$$

$$= 4 \mu\text{A}$$





Sensor B:

$$I = V/R$$

$$= 30 \text{ mv} / 3 \text{ K}\Omega$$

$$= 10 \mu\text{A}$$

Sensor C:

$$I = V/R$$

$$= 10 \text{ mV} / 2 \text{ K}\Omega$$

$$= 5 \mu\text{A}$$

$$I_{sc} = 4 \mu\text{A} + 10 \mu\text{A} + 5 \mu\text{A} = 19 \mu\text{A}$$





Lo siguiente es encontrar la resistencia del equivalente de Norton, por lo que se redefinirá el circuito mostrando cada sensor reemplazado por su resistencia interna (figura 1.4.8).



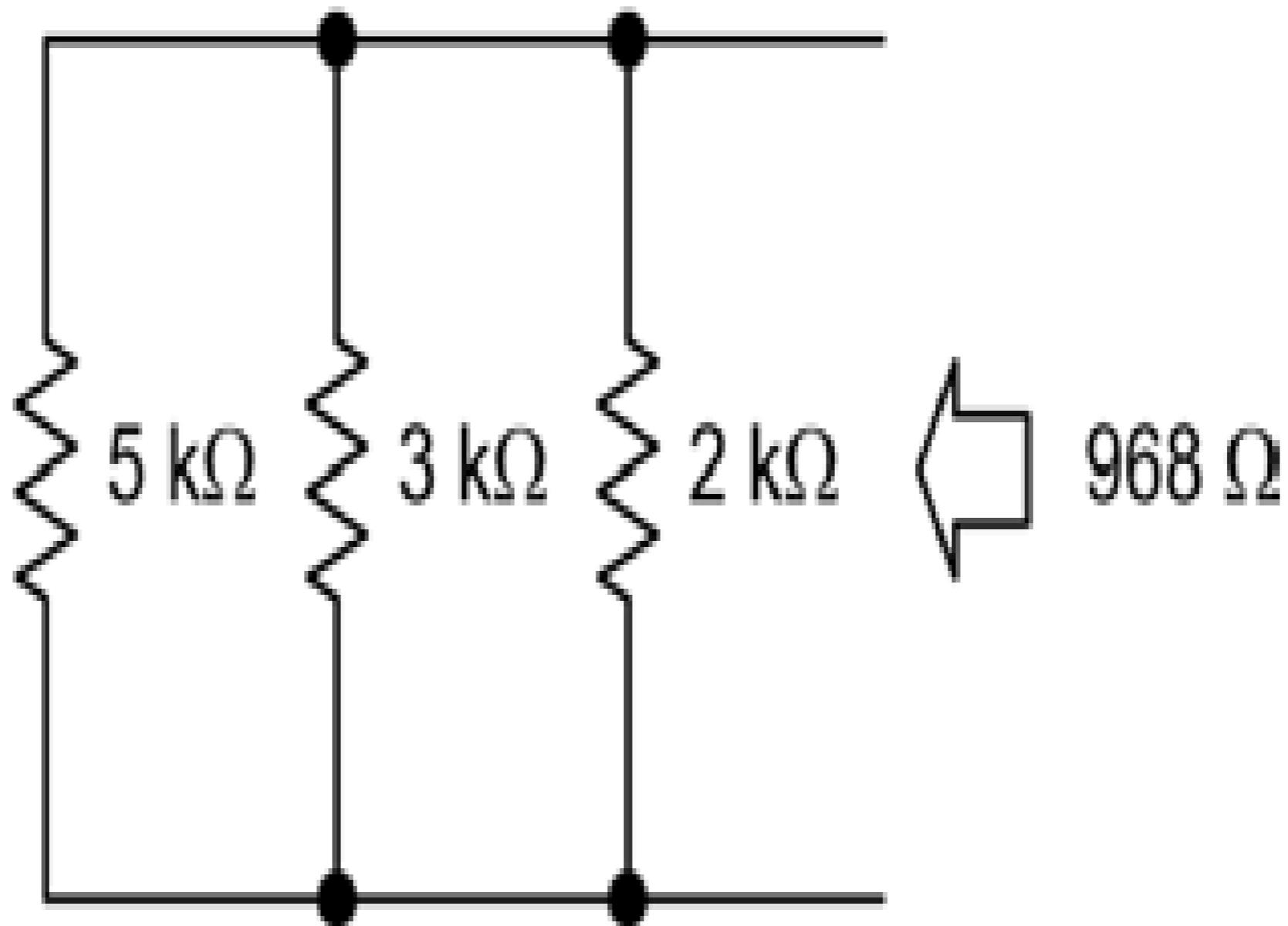


Figura 1.4.8





$$\begin{aligned}1 / R &= (1/R1) + (1/R2) + (1/R3) \\ &= (1/5\ 000) + (1/3\ 000) + (2\ 000) \\ &= 0.00103\end{aligned}$$

$$R = 968\ \Omega$$





Entonces el circuito equivalente de Norton queda establecido de la siguiente forma:

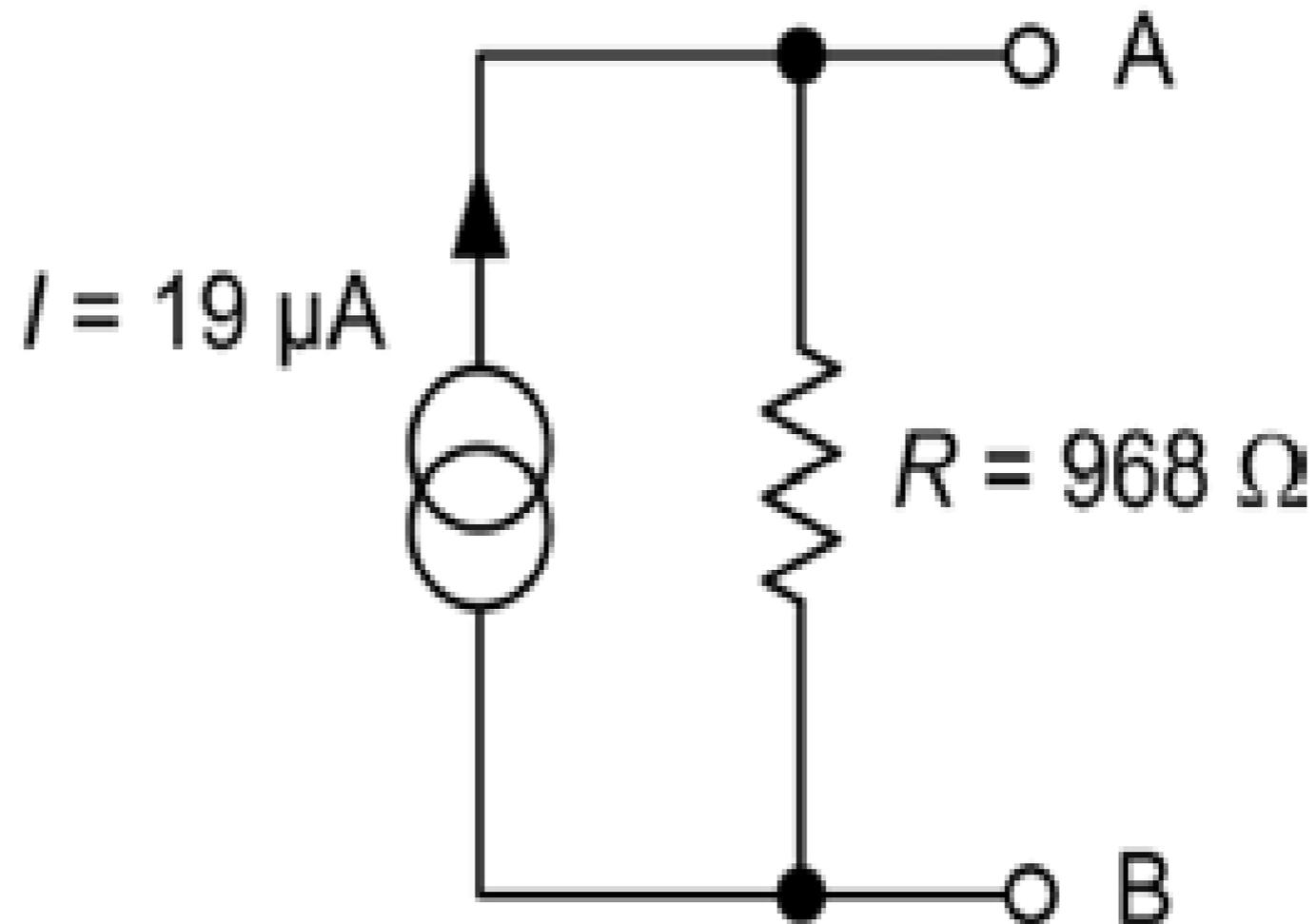


Figura 1.4.9





Agregando 1 k $\Omega$  al circuito resistor tal y como se muestra en la figura 1.4.10 para aplicar la ley de Ohm.

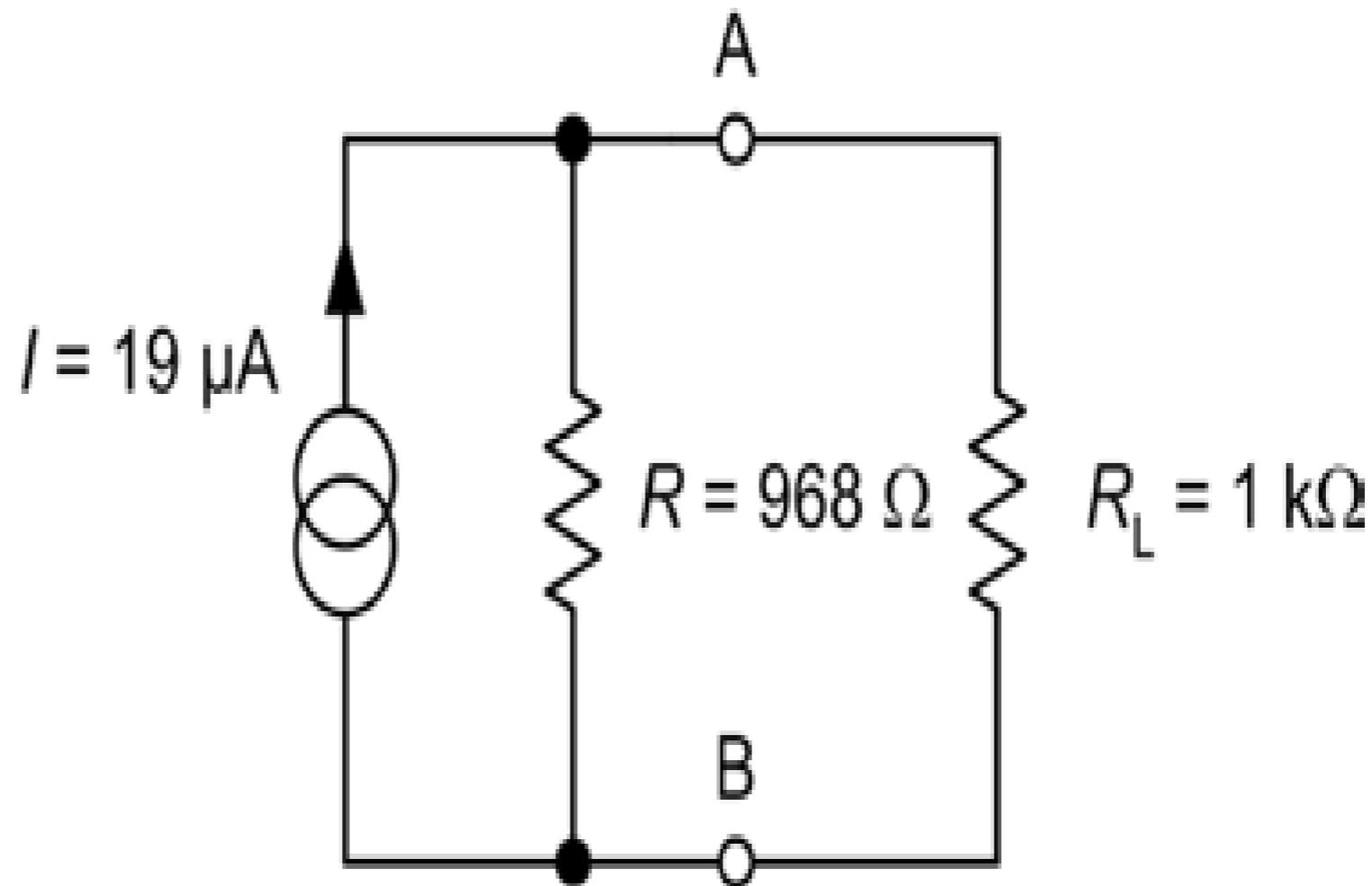


Figura 1.4.10





$$V = (I_{sc}) R R / (R + R_m)$$

$$= (19 \mu A) 1\,000 * 968 / (1\,000 + 968)$$

$$V = (19 \mu A) (492 \Omega)$$

$$= 9.35 \text{ mV}$$



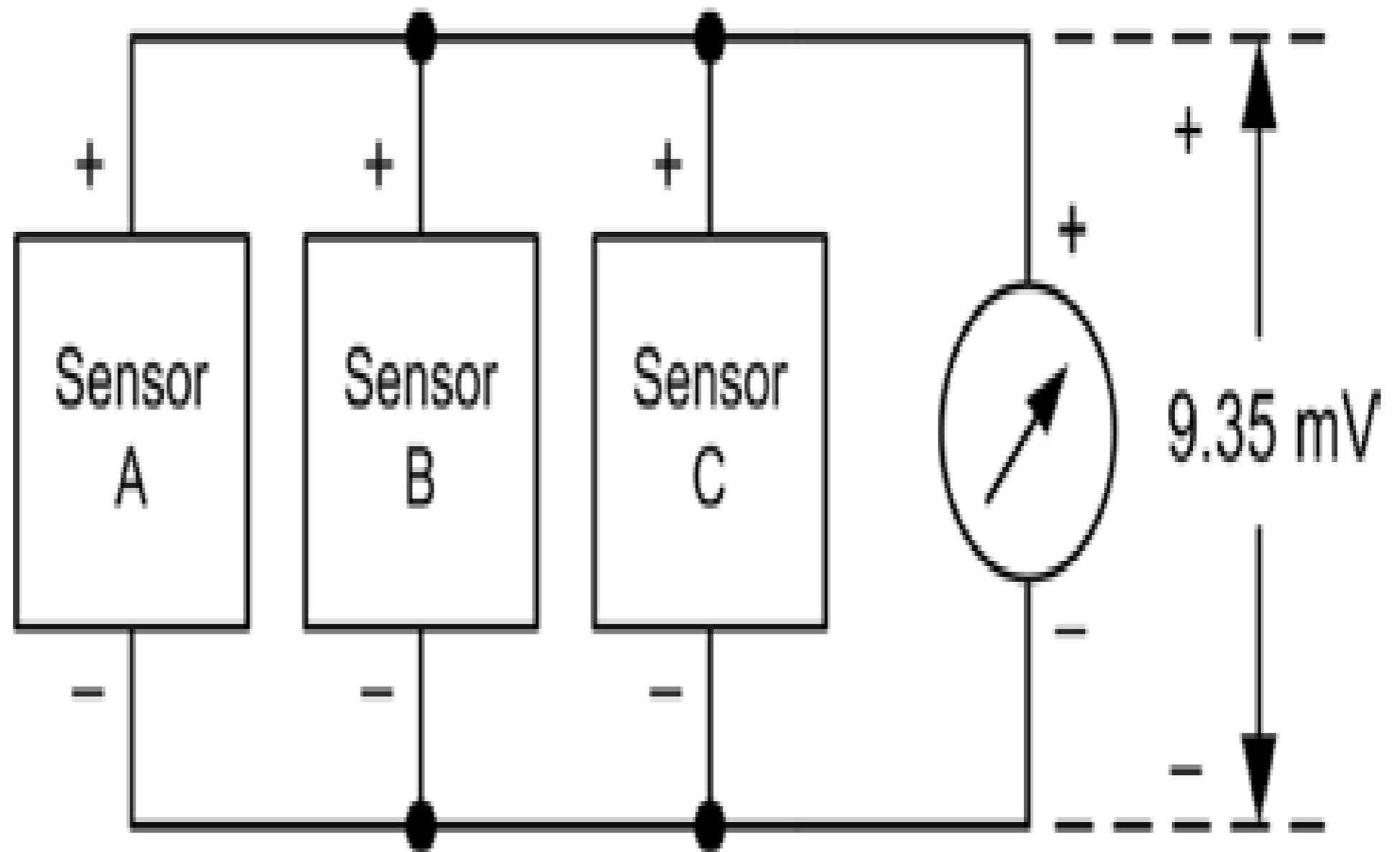


Figura 1.4.11





# Bibliografía

*Fuente: Electronics Circuits (fundamentals and applications).*  
*Autor: Michael Tooley BA.*  
*Tercera edición: Inglaterra 2006.*  
*Editorial: Elsevier.*

*Fuente: Física Vol. 2.*  
*Autores: Robert Resnick, David Halliday.*  
*Cuarta edición: México 2002.*  
*Editorial: Patria.*

*Fuente: Electronic devices and circuit theory.*  
*Autores: Robert L. Boylestad y Louis Nashelsky.*  
*Séptima edición: Columbus, Ohio.*  
*Editorial: Prentice Hall.*

*Fuente: Electrotecnia.*  
*Autor: Pablo Alcalde San Miguel.*  
*Cuarta edición: España 2004.*  
*Editorial: Thomson*

