

ie1fg12021

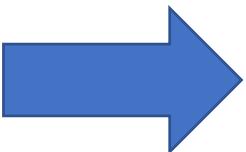
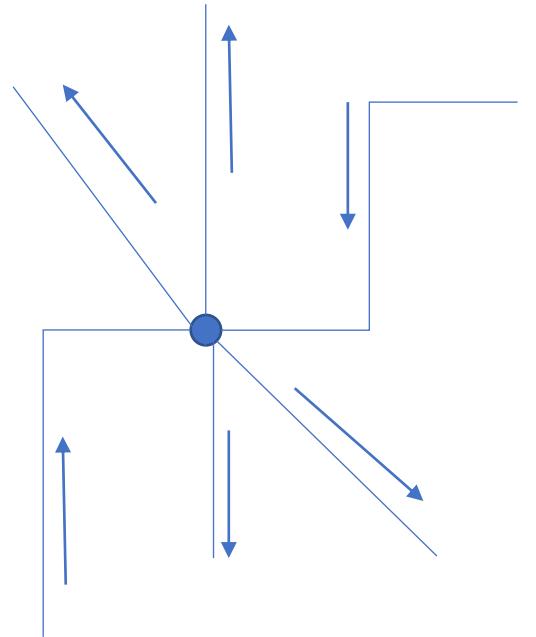
ELÉCTRICA 1

LEYES DE KIRCHHOFF

Ing. Francisco Javier González López
Professor Titular Ingeniería Eléctrica 1

PRIMERA LEY DE KIRCHHOFF

La suma de las corrientes que entran en un nodo es igual a la suma de las que salen.



NODO?

RAMA?

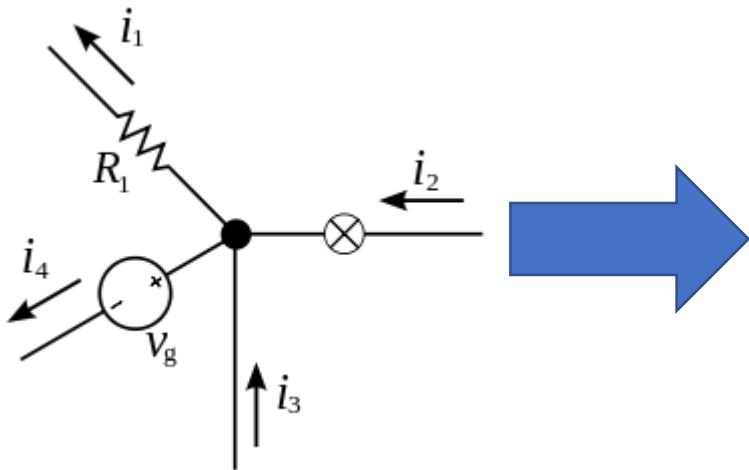
n ramas → n corrientes

$$\sum I_{\text{entran}} = \sum I_{\text{salen}}$$

$$\sum I = 0$$

PRIMERA LEY DE KIRCHHOFF

La suma de las corrientes que entran en un nodo es igual a la suma de las que salen.



Corrientes que entran: I_2, I_3

Corrientes que salen: I_1, I_4

$$I_2 + I_3 = I_1 + I_4$$

$$I_2 = -I_3 + I_1 + I_4$$

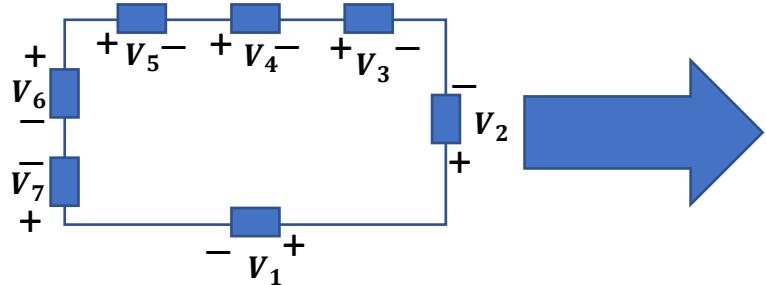
Asumiendo que solo I_2 no se conoce

SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF

DEFINICIÓN

Rama → camino → lazo

n elementos → n voltajes



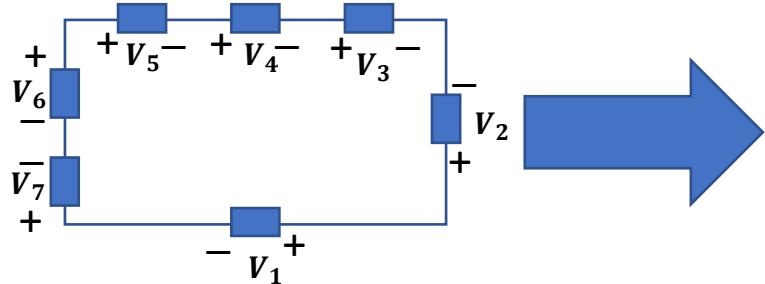
$$\sum V_+ = \sum V_-$$

$$\sum V = 0$$

SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF

EJEMPLO 1

Escribir la ecuación:



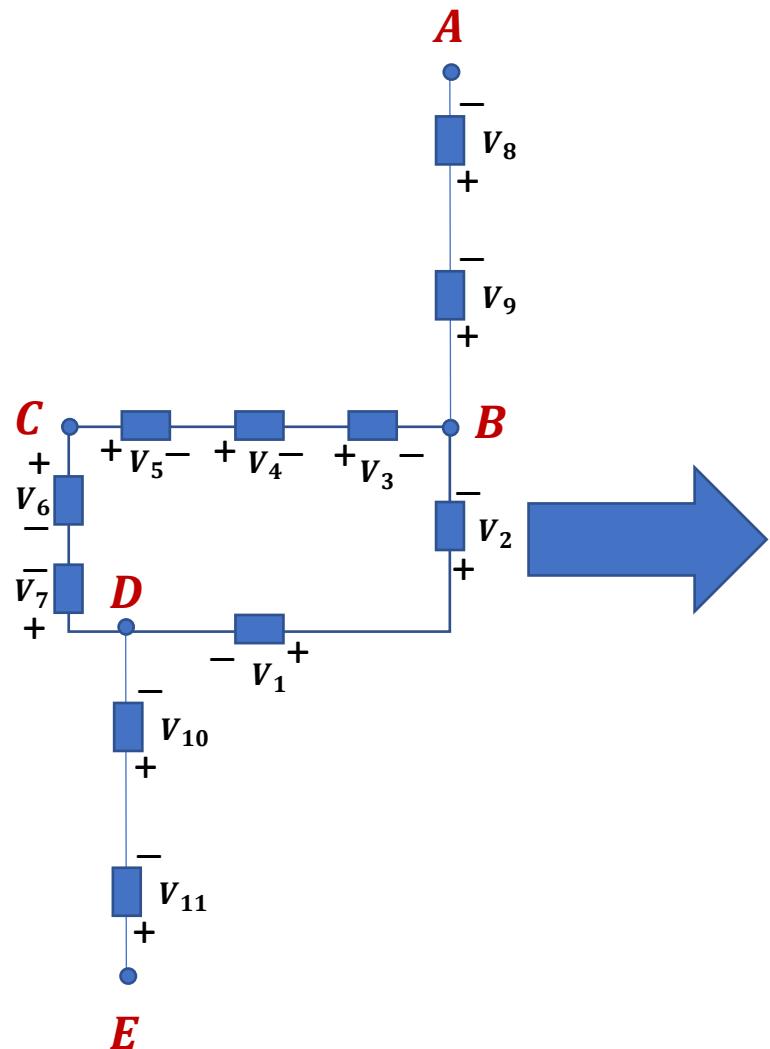
$$\sum V_+ = \sum V_-$$

$$V_1 + V_3 + V_4 + V_5 + V_7 = V_2 + V_6$$

$$V_1 + V_3 + V_4 + V_5 + V_7 = V_2 + V_6$$

SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF

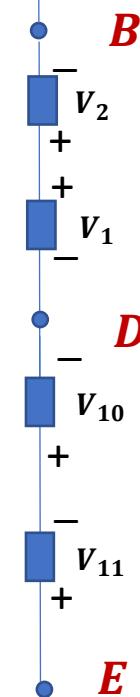
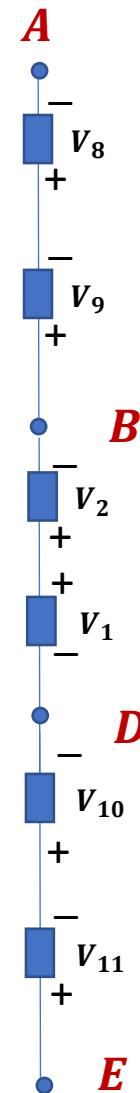
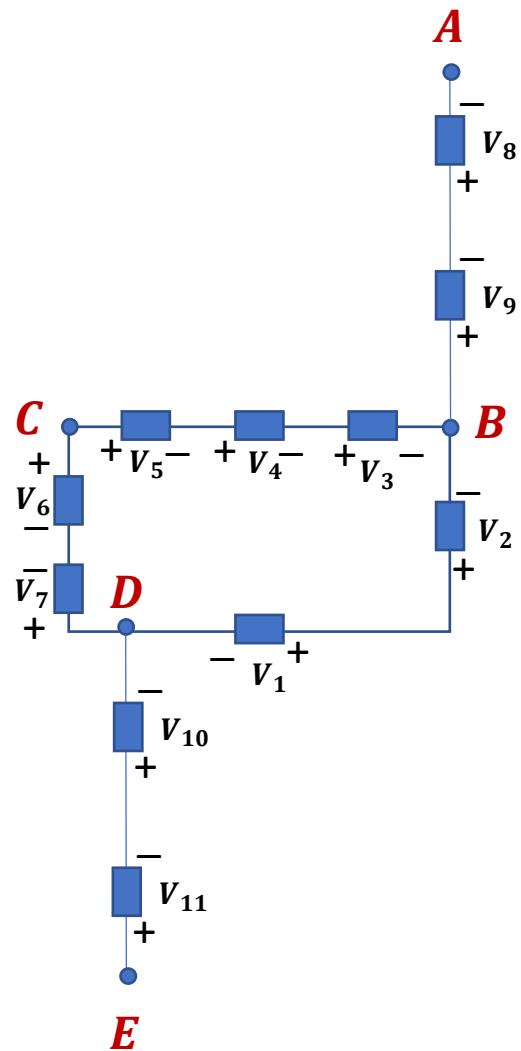
EJEMPLO 2



Hallar el V_{AE}

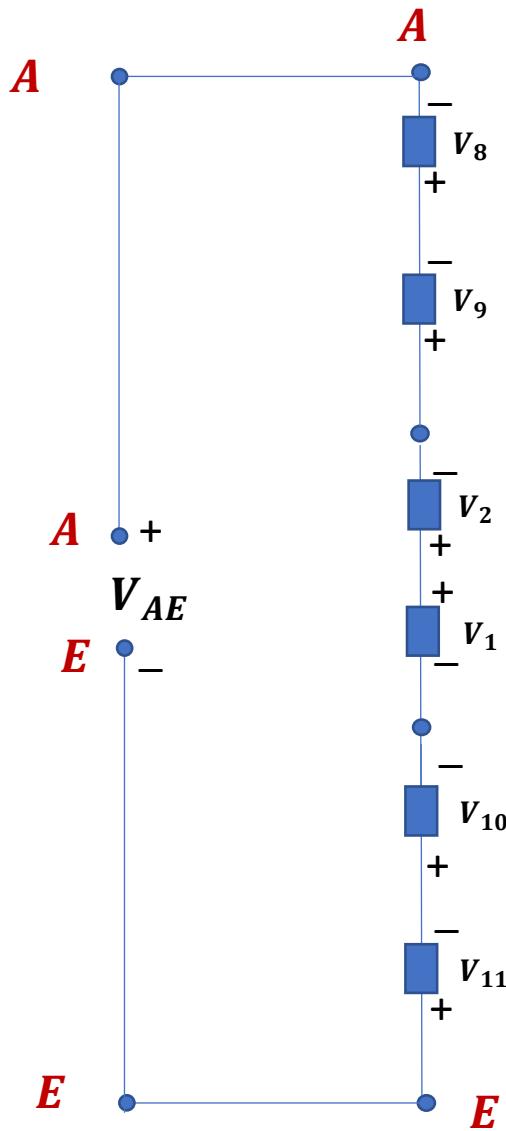
SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF

Hallar el V_{AE}



SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF

Hallar el V_{AE}

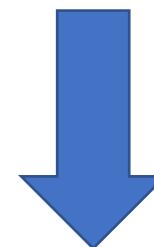
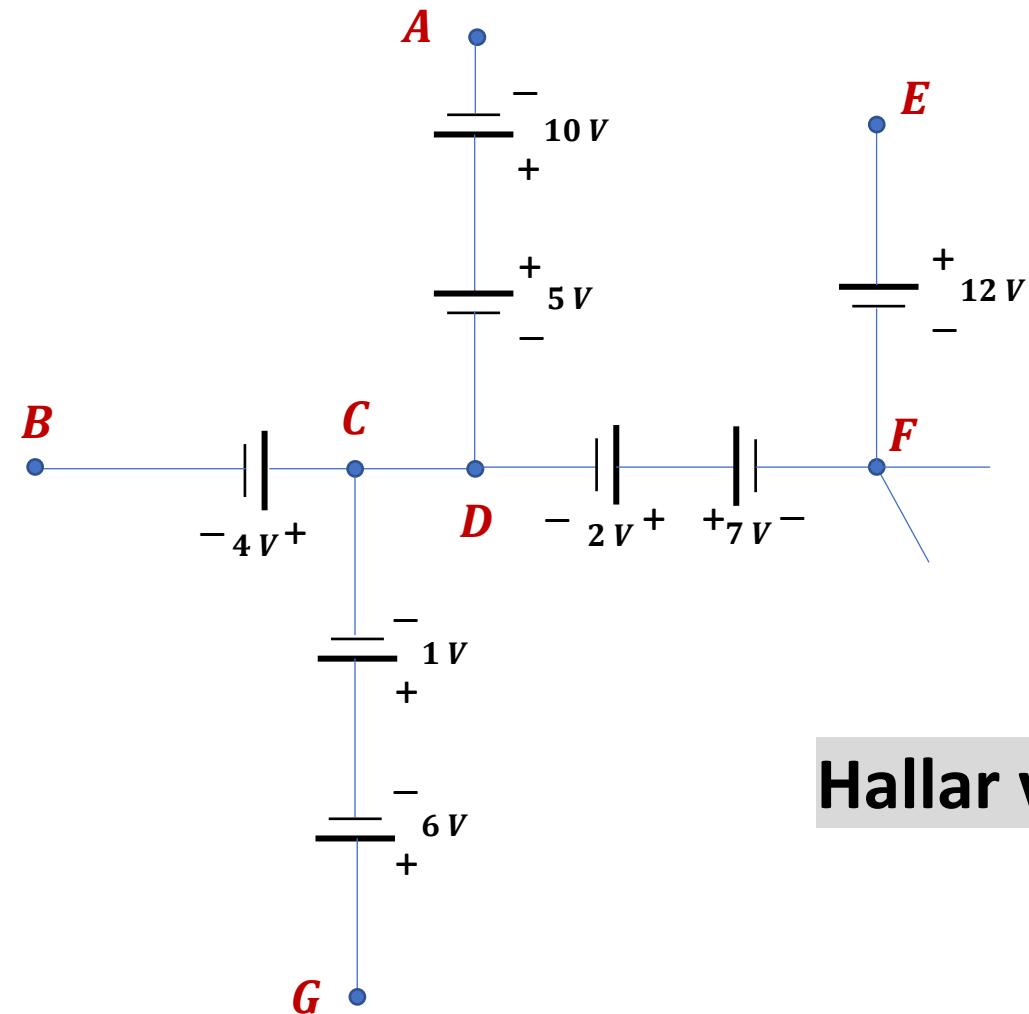


$$V_{AE} + V_8 + V_9 + V_2 + V_{10} + V_{11} = V_1$$

$$V_{AE} = -V_8 - V_9 - V_2 - V_{10} - V_{11} + V_1$$

SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF

EJEMPLO 3

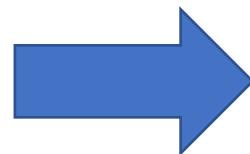
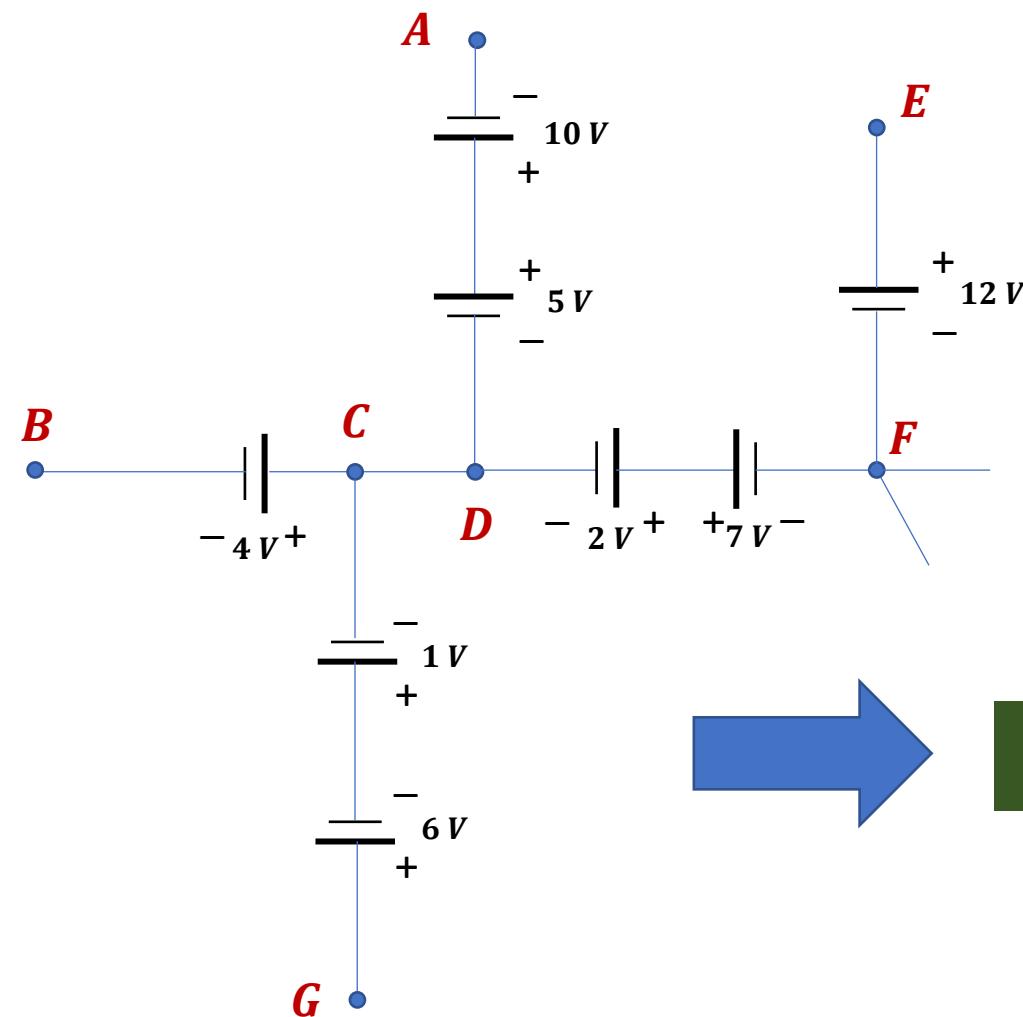


Hallar voltajes V_{ED} , V_{CD} y V_{GE}

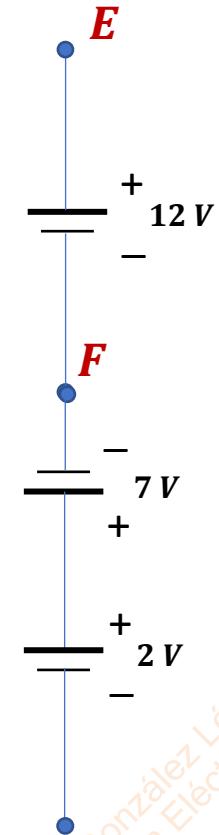
SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF

N2 empezar

Hallar voltajes V_{ED} , V_{CD} y V_{GE}



$$V_{ED} =$$



SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF

Hallar voltajes V_{ED} , V_{CD} y V_{GE}

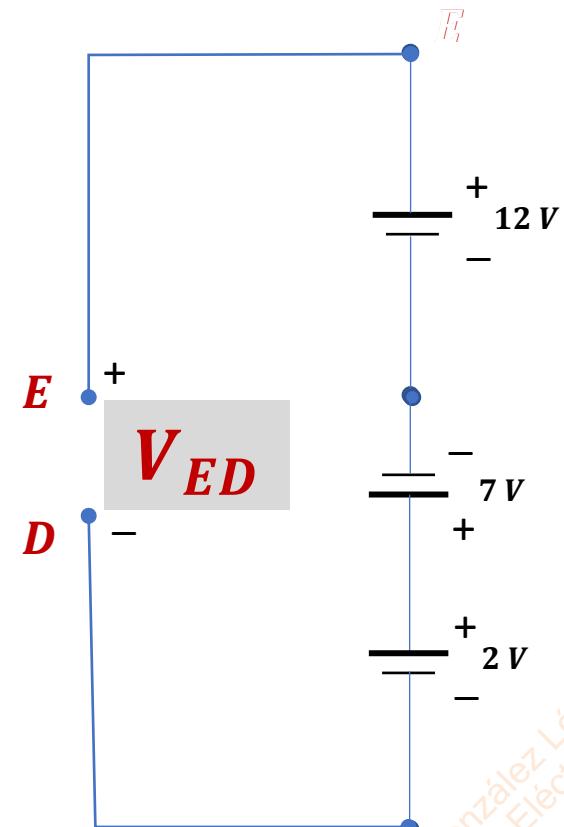
V_{ED}

+-

$$\rightarrow V_{ED} = ?$$

$$V_{ED} + 7 = +12 + 2$$

$$V_{ED} = 7 V$$

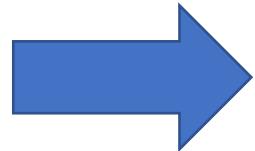


SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF

Hallar voltajes V_{ED} , V_{CD} y V_{GE}

V_{DE}

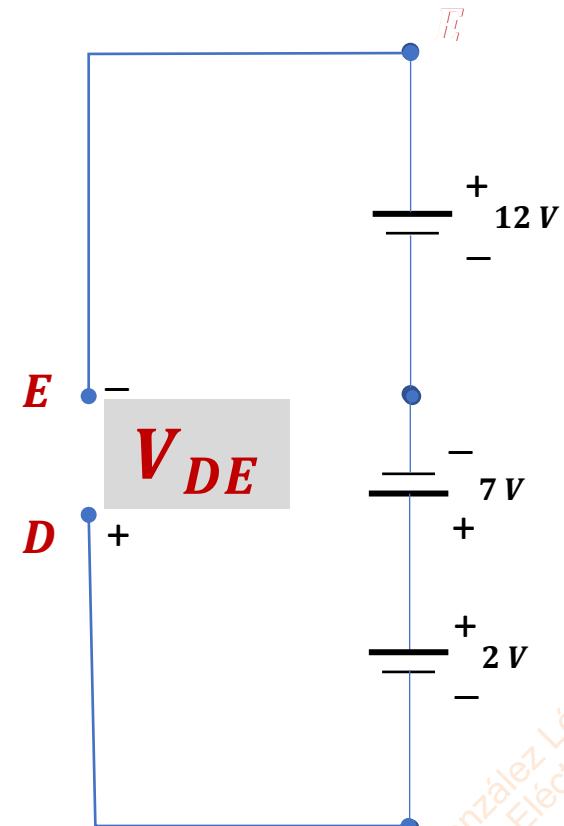
+ -



$$V_{DE} = ?$$

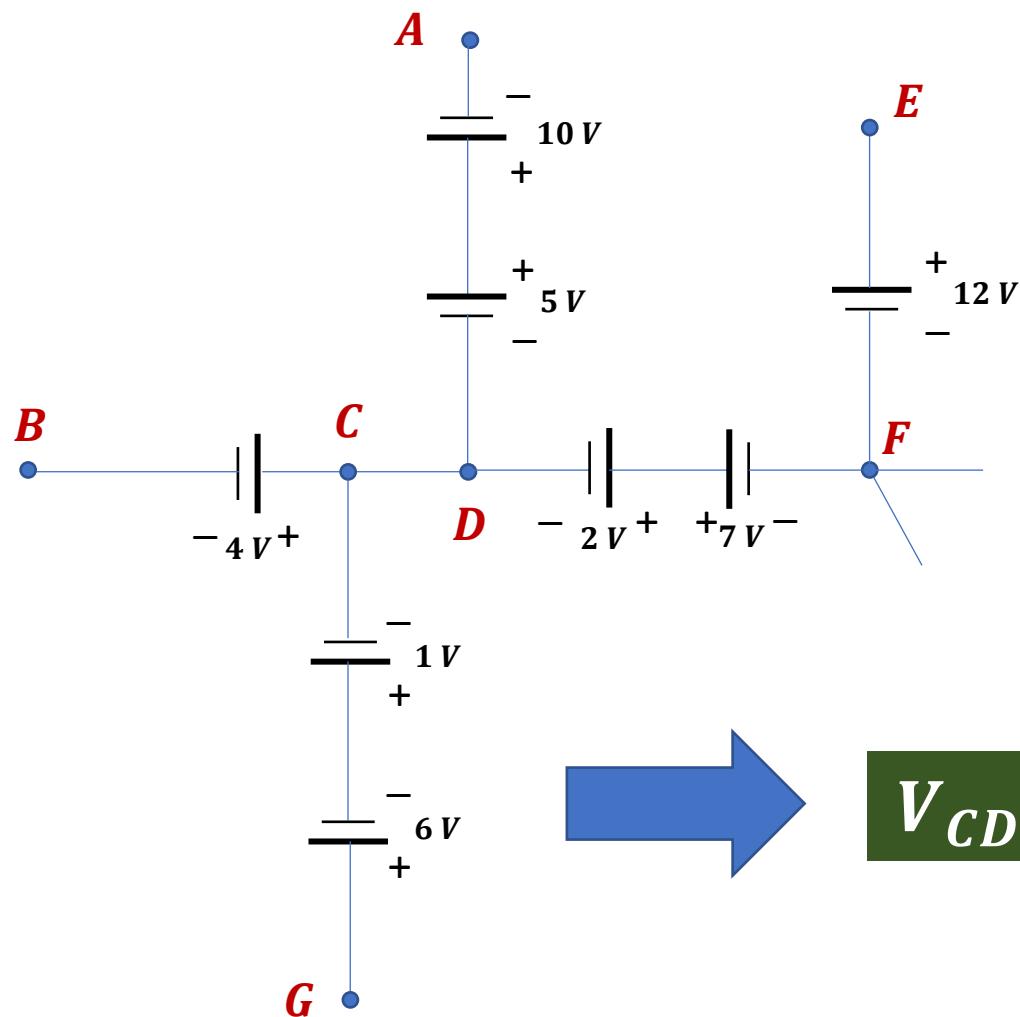
$$V_{DE} + 12 + 2 = +7$$

$$V_{DE} = -7 V$$



SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF

Hallar voltajes V_{ED} , V_{CD} y V_{GE}



$$V_C = V_D$$

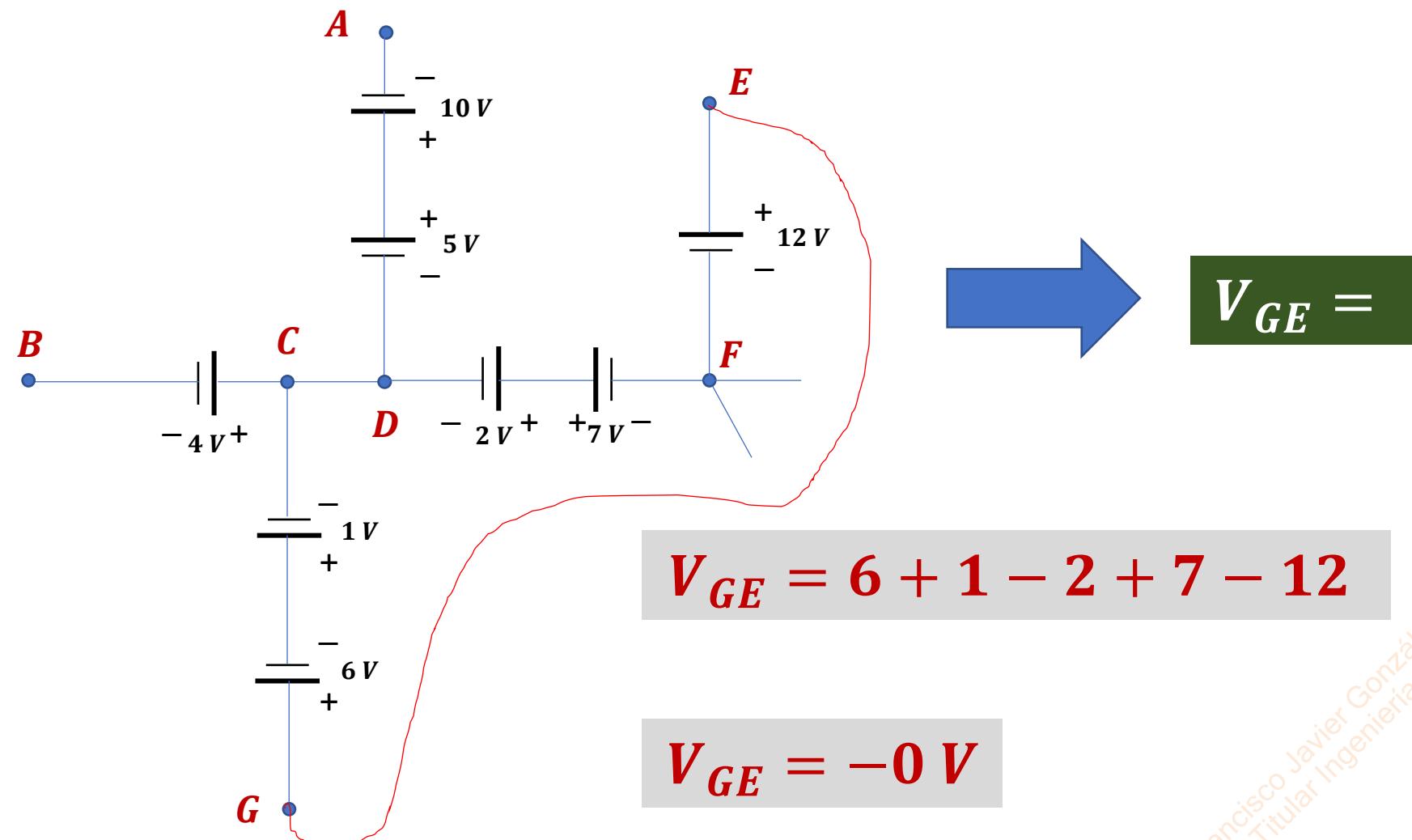
$$V_C - V_D = 0$$

$$V_{CD} =$$

$$V_{CD} = 0$$

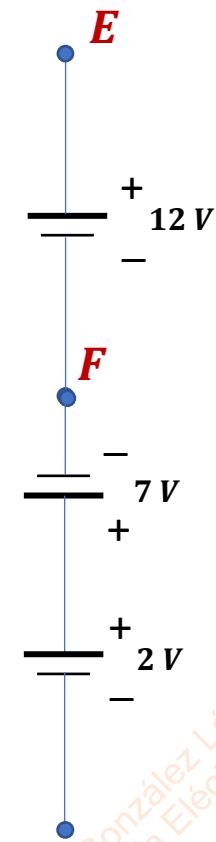
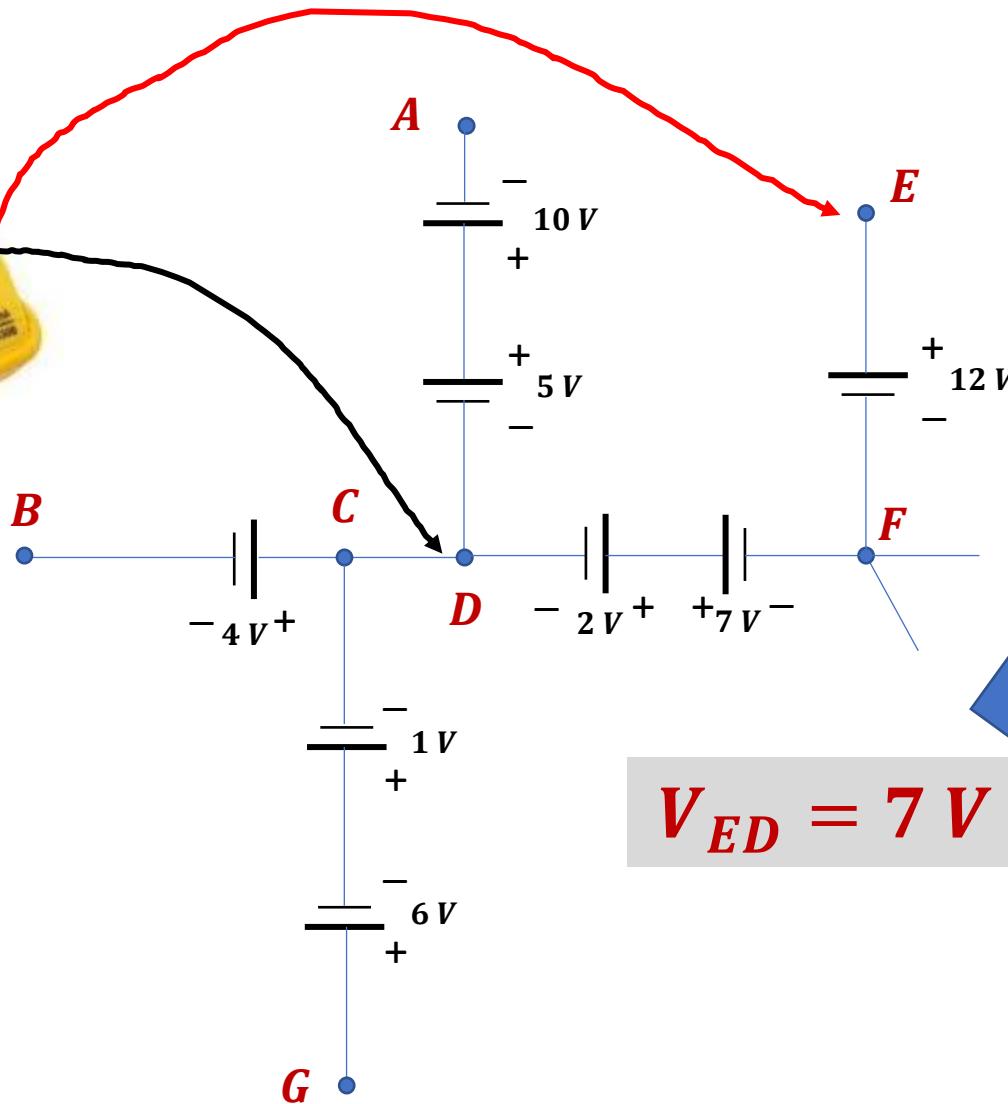
SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF

voltajes V_{ED} , V_{CD} y V_{GE}



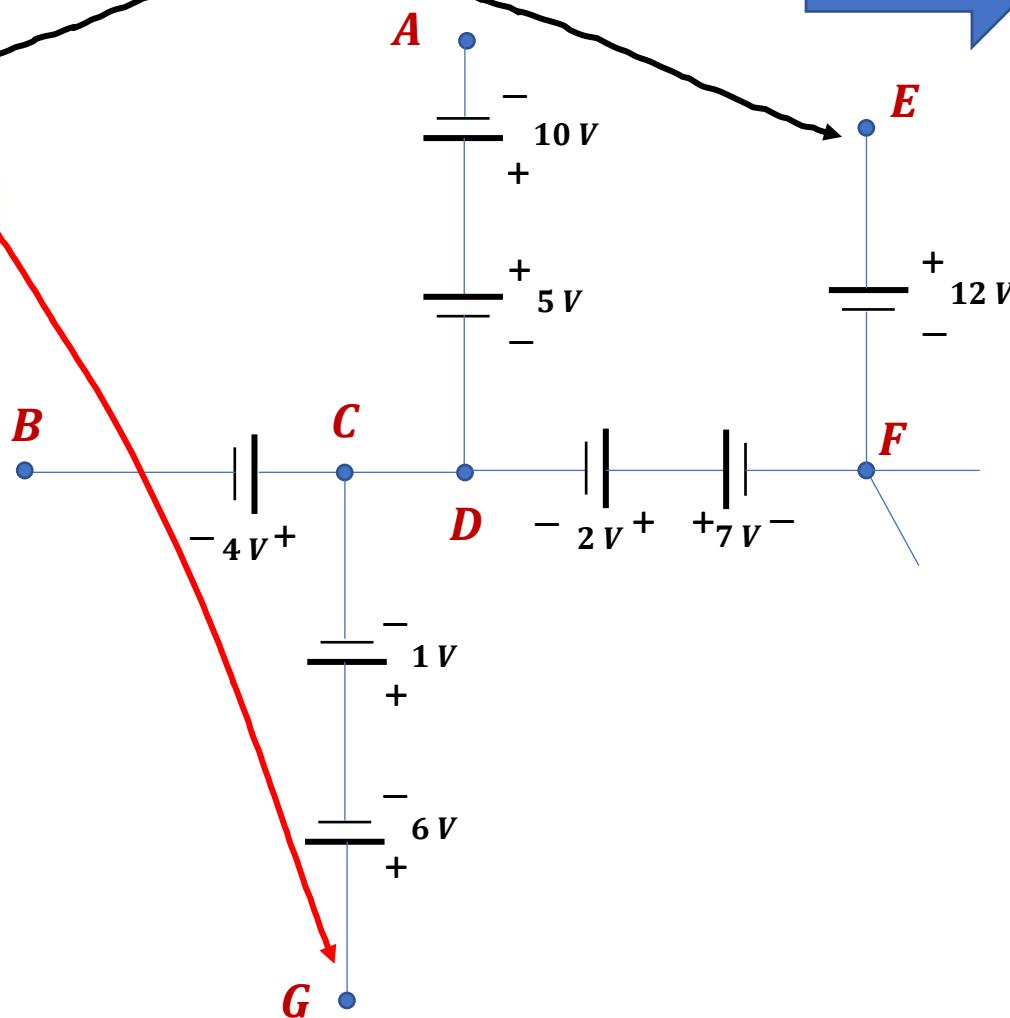
SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF

Valor medido entre los puntos E y D, V_{ED}



SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF

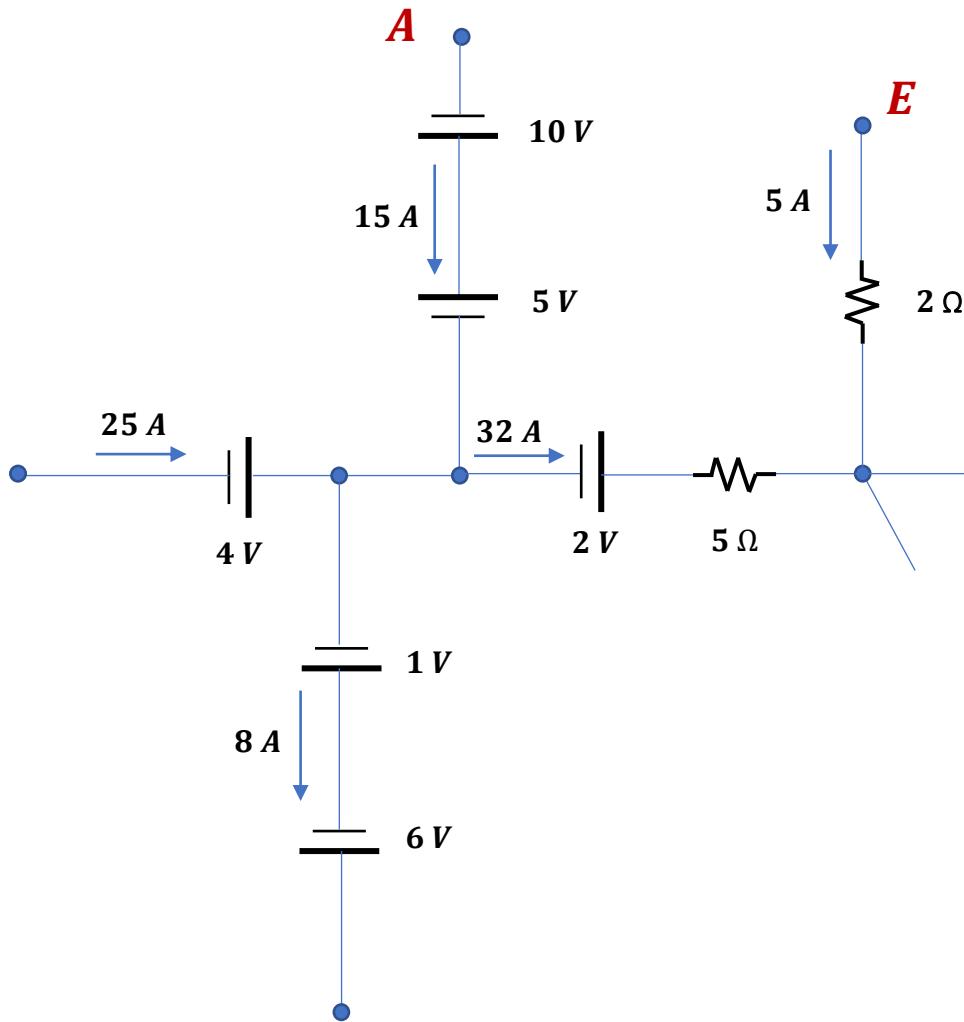
Valor medido entre los puntos G y E, V_{GE}



$$V_{GE} = 0$$

SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF

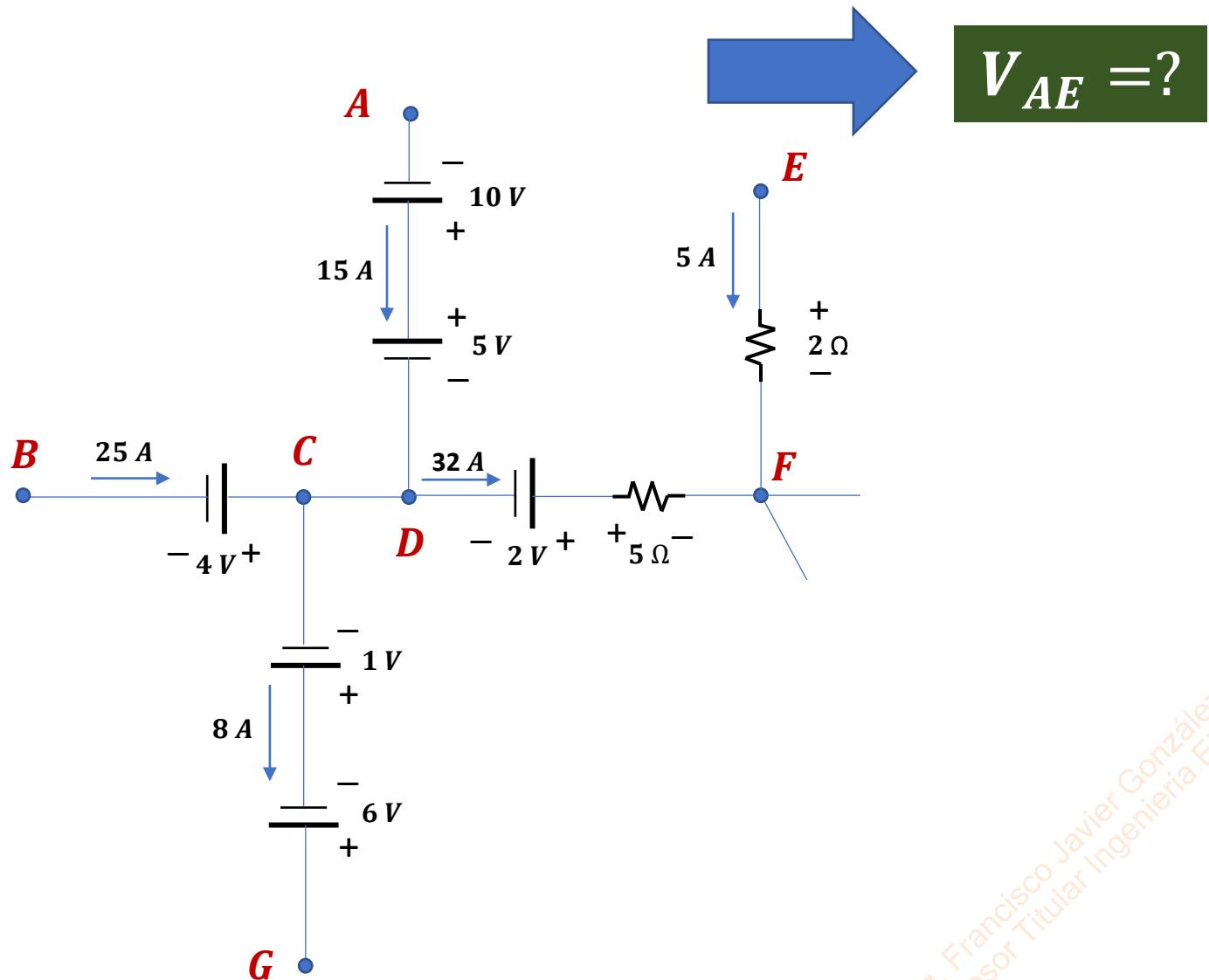
Incluyendo resistencias, hallar V_{AE}



$$V_{AE} = ?$$

SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF

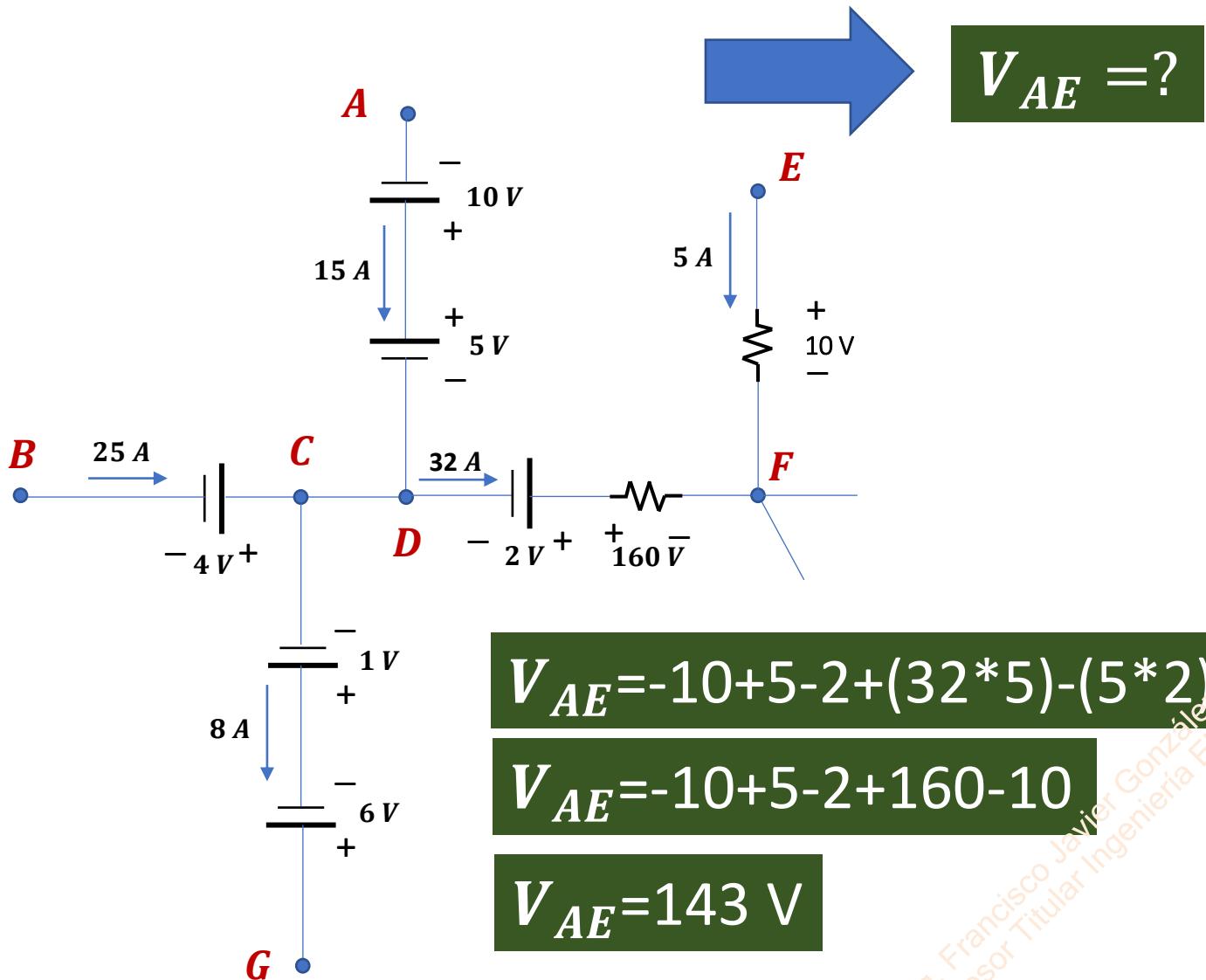
Incluyendo resistencias, hallar V_{AE}



Aquí sigo sq

SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF

Incluyendo resistencias, hallar V_{AE}



Hasta
aquí

2 días incluyendo delta estrella

INGENIERÍA ELÉCTRICA 1

CONEXIONES

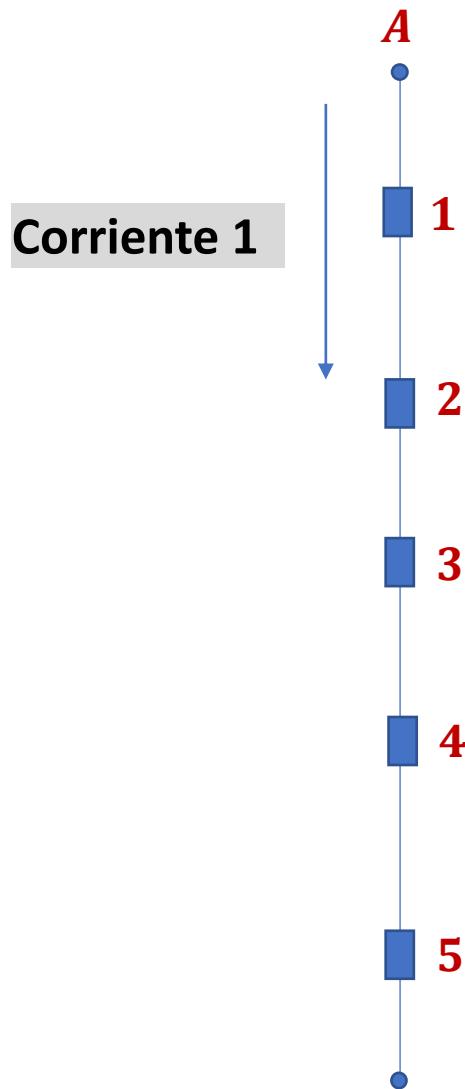
RESISTENCIA EQUIVALENTE: serie, paralelo

Conversión estrella delta

3 días de clase

CONEXIONES

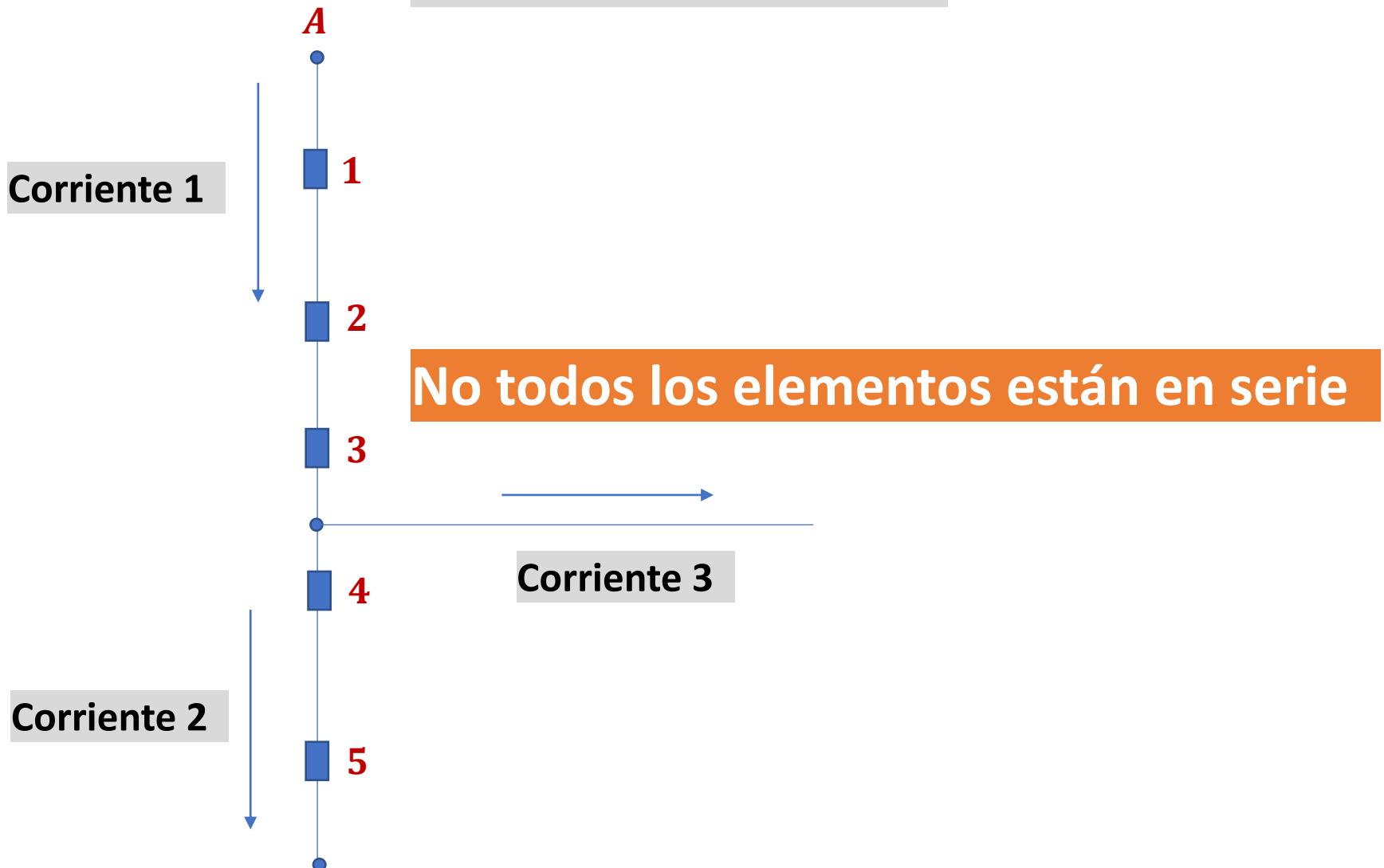
CONEXIÓN EN SERIE



Todos los elementos están en serie

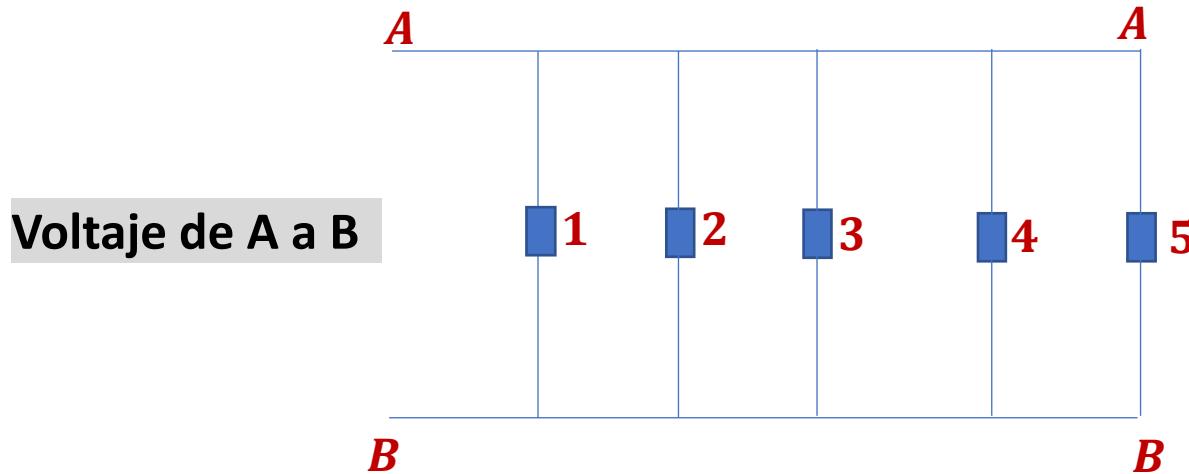
CONEXIONES

CONEXIÓN EN SERIE



CONEXIONES

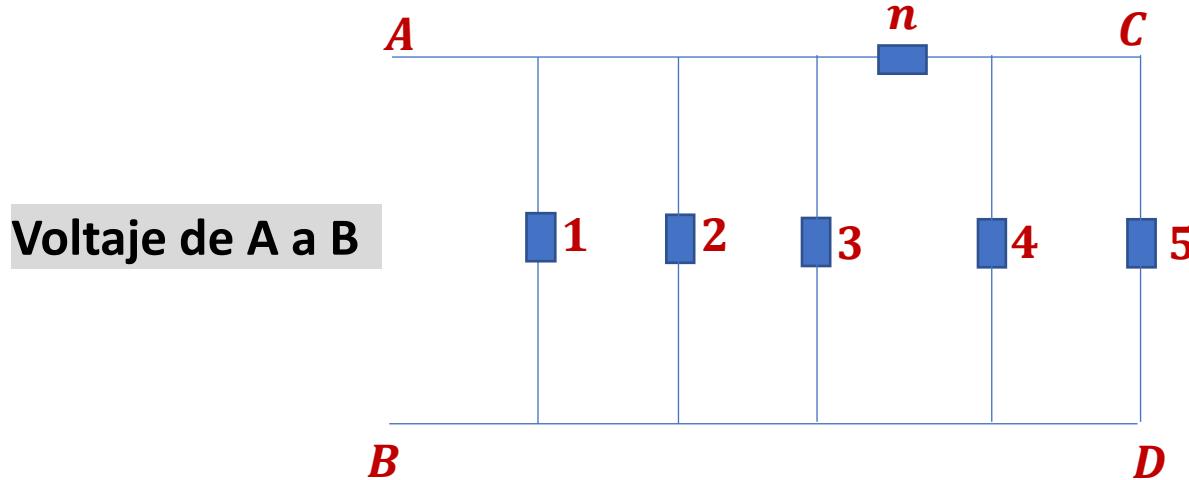
CONEXIÓN EN PARALELO



Todos los elementos están en paralelo

CONEXIONES

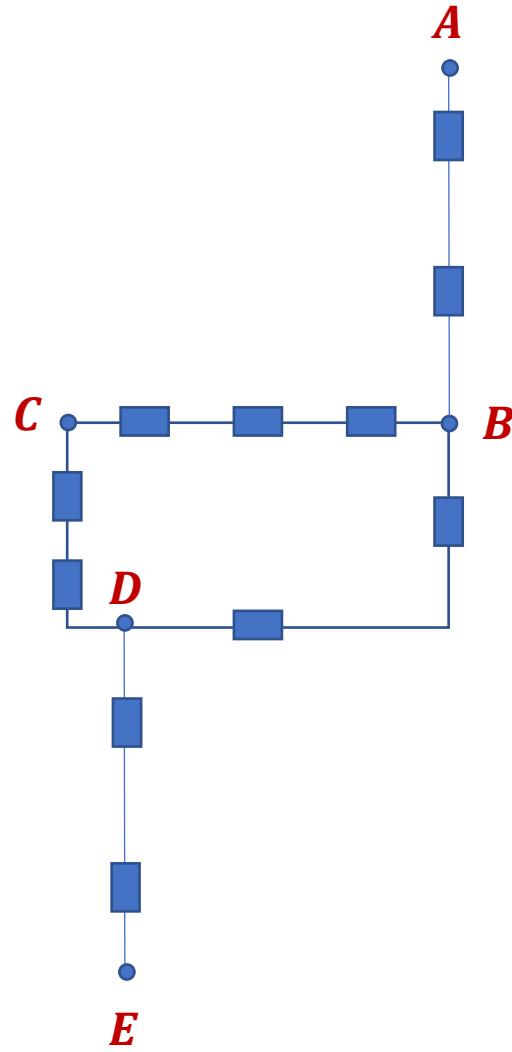
CONEXIÓN EN PARALELO



No todos los elementos están en paralelo

CONEXIONES

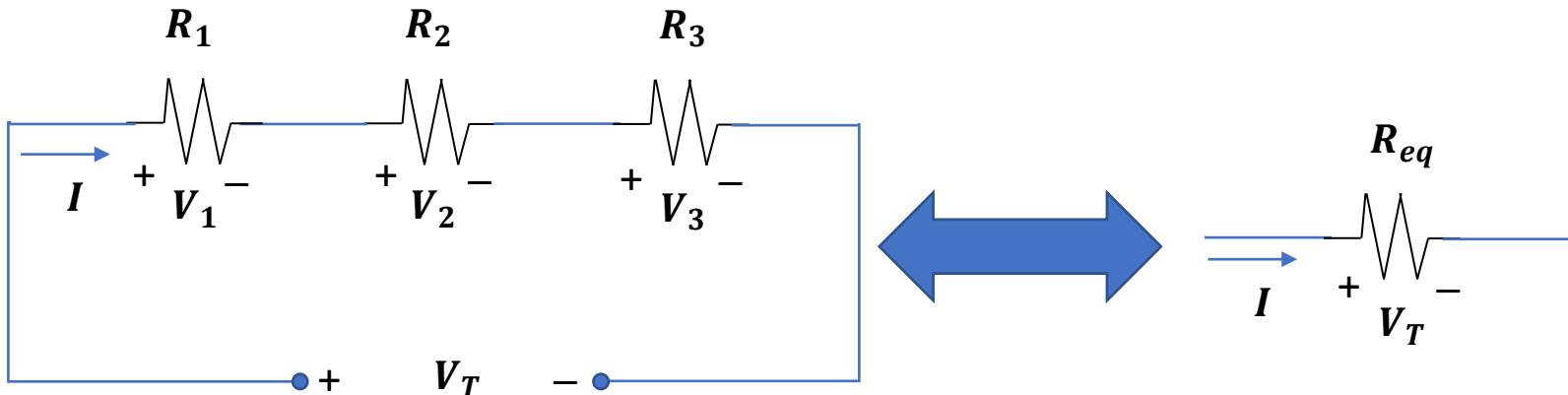
CONEXIÓN MIXTA



RESISTENCIA EQUIVALENTE

Viernes 21

RESISTENCIAS EN SERIE



Ecuación del circuito 1

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V_T = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

$$V_T = I(R_1 + R_2 + R_3)$$

$$\frac{V_T}{I} = (R_1 + R_2 + R_3)$$

Ecuación del circuito 2

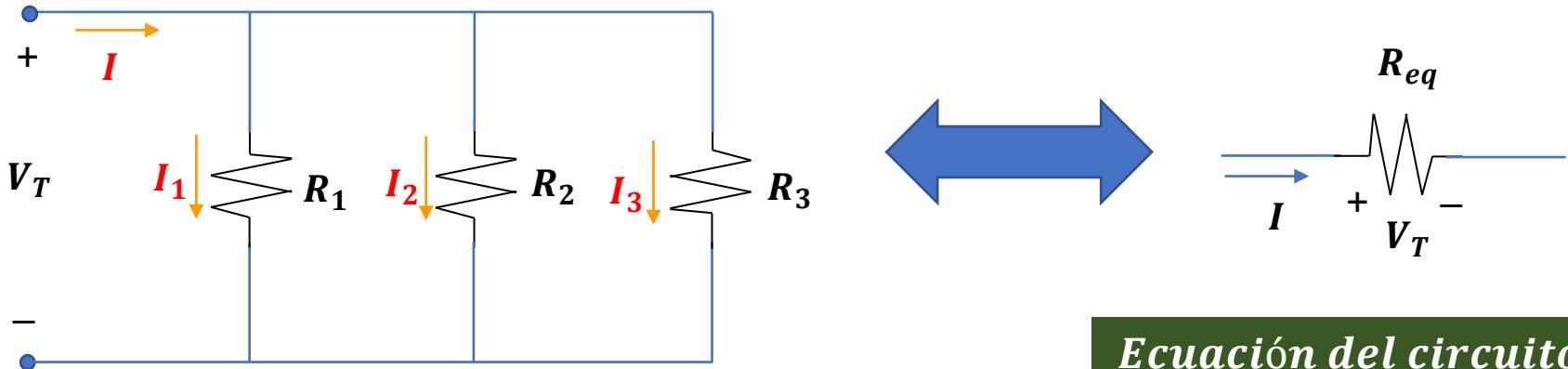
$$V_T = IR_{eq}$$

$$\frac{V_T}{I} = R_{eq}$$

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

RESISTENCIA EQUIVALENTE

RESISTENCIAS EN PARALELO



Ecuación del circuito 1

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I = \frac{V_T}{R_1} + \frac{V_T}{R_2} + \frac{V_T}{R_3}$$

$$\frac{I}{V_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Ecuación del circuito 2

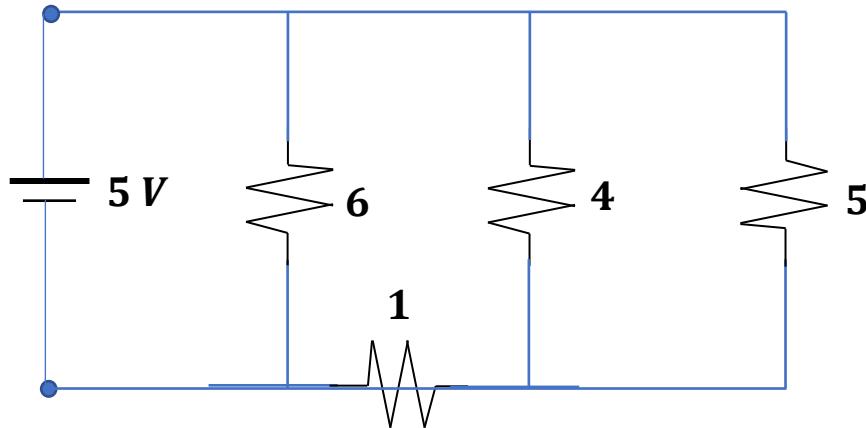
$$V_T = IR_{eq}$$

$$\frac{I}{V_T} = \frac{1}{R_{eq}}$$

$$R_{eq} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)^{-1}$$

RESISTENCIA EQUIVALENTE

EJEMPLO 1: hallar la resistencia equivalente

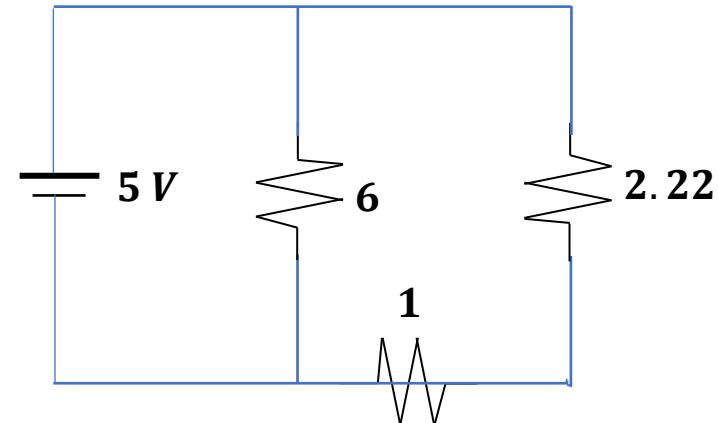


Solución

4 y 5 en paralelo

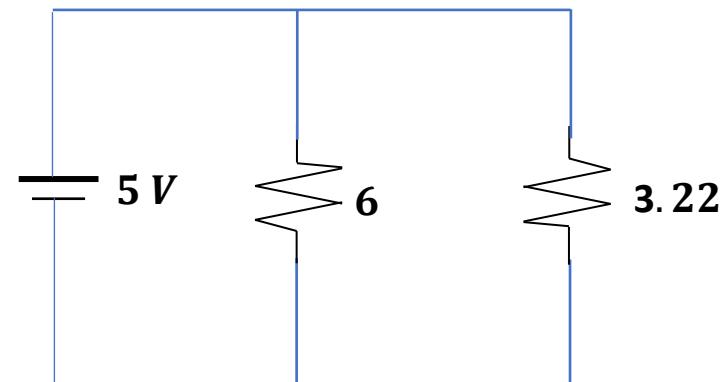
$$R_{eq1} = \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{5} \right)^{-1}$$

$$R_{eq1} = \frac{5 \times 4}{5 + 4} = 2.22 \Omega$$



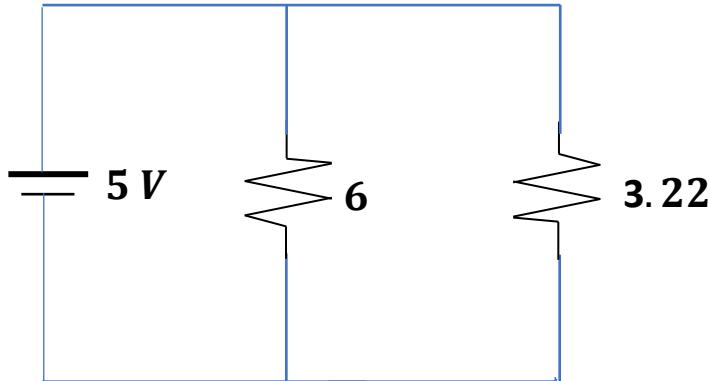
1 y 2.22 en serie

$$R_{eq2} = 1 + 2.22 = 3.22 \Omega$$



RESISTENCIA EQUIVALENTE

EJEMPLO 1: hallar la resistencia equivalente



Continúa solución

6 y 3.22 en paralelo

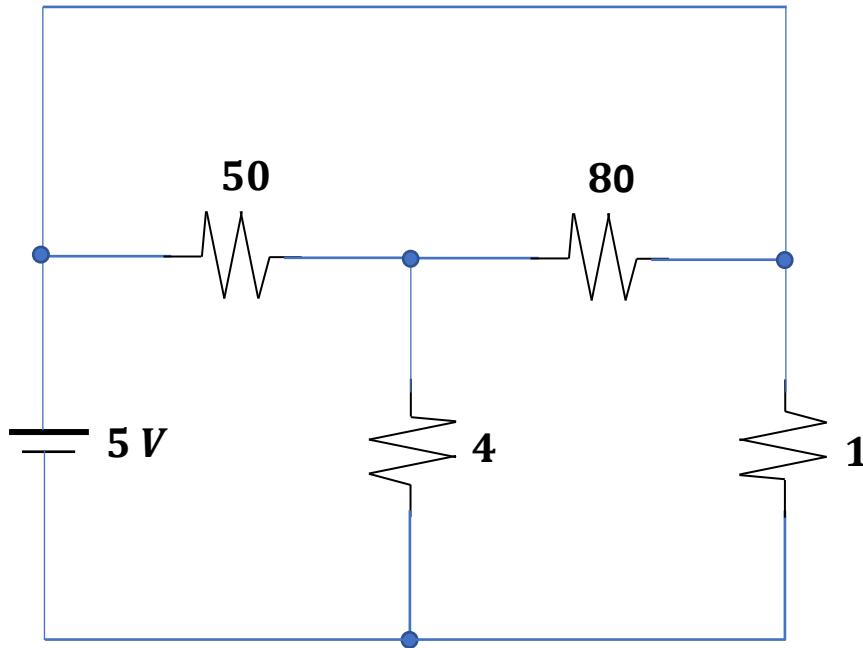
Como R_{eq3} es la que queda como única resistencia conectada a la fuente...

$$R_{eq3} = \frac{6 \times 3.22}{6 + 3.22} = 2.09 \Omega$$

$$R_{eq} = 2.09 \Omega$$

RESISTENCIA EQUIVALENTE

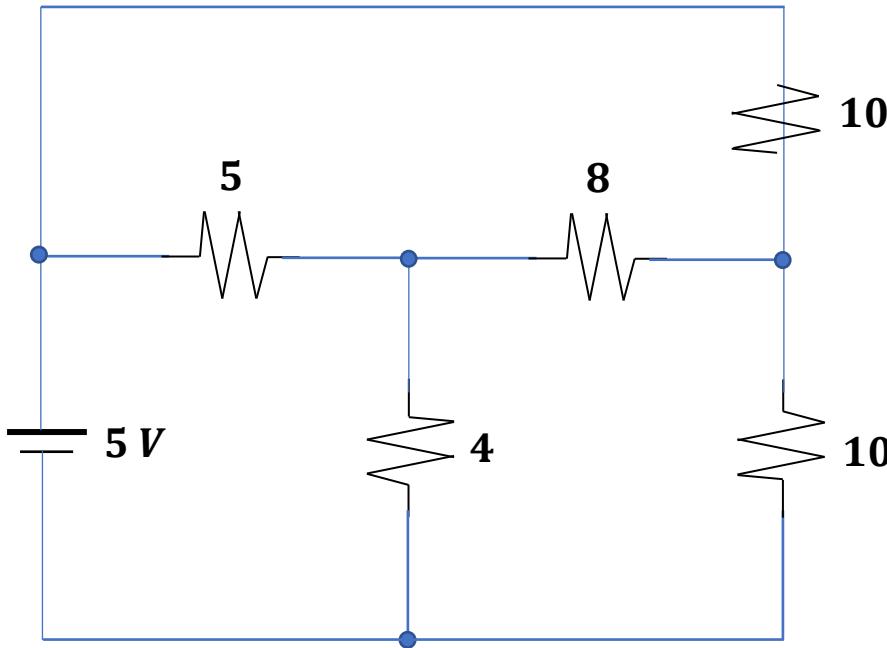
Tarea 1: hallar la resistencia equivalente vista desde los terminales de la fuente



Esta es la tarea No. 1: Hallar la resistencia equivalente vista desde los terminales de la fuente. Copien el circuito, por favor.
Les enviaré formulario para respuestas.

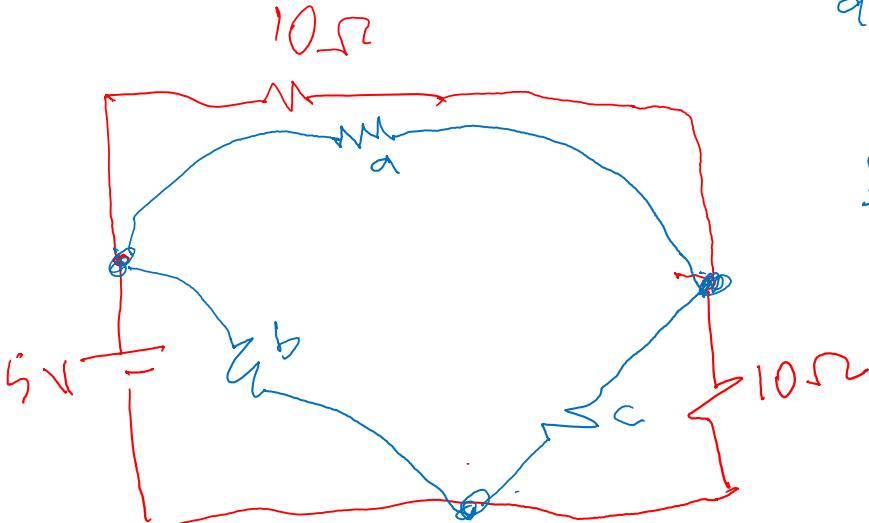
RESISTENCIA EQUIVALENTE

Tarea 1: hallar la resistencia equivalente vista desde los terminales de la fuente



Esta es la tarea No. 1: Hallar la resistencia equivalente vista desde los terminales de la fuente. Copien el circuito, por favor.
Les enviaré formulario para respuestas.

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScnDmKzDiMGJb9HtEZ4E02rQYnIByWH6L62FKmPWCvsJD_NaQ/viewform



$$a = \frac{5 \times 8 + 0 \times 4 + 4 \times 5}{4} = 23$$

$$b = \frac{92}{8} = 11.5$$

$$c = \frac{92}{5} = 18.4$$

$$[(c//10) + (10//a)]//b = R_{eq}$$

INGENIERIA ELECTRICA 1

**Curso obligatorio para Ingeniería Mécanica,
Industrial, Mecánica Industrial y Química**

Ing. Francisco Javier González López
Profesor Titular
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC

Conceptos fundamentales

- Corriente (Intensidad de corriente)
- Voltaje (tensión o diferencia de potencial)
- Resistencia

de la materia

sus partes

Núcleo

En el esquema,
es la parte
central.
(esferas rojas y
azules)

EL ATOMO

Corteza

En el esquema,
es la zona que
rodea al núcleo
(esferas verdes)

Protones (P+)

partículas con
carga
POSITIVA

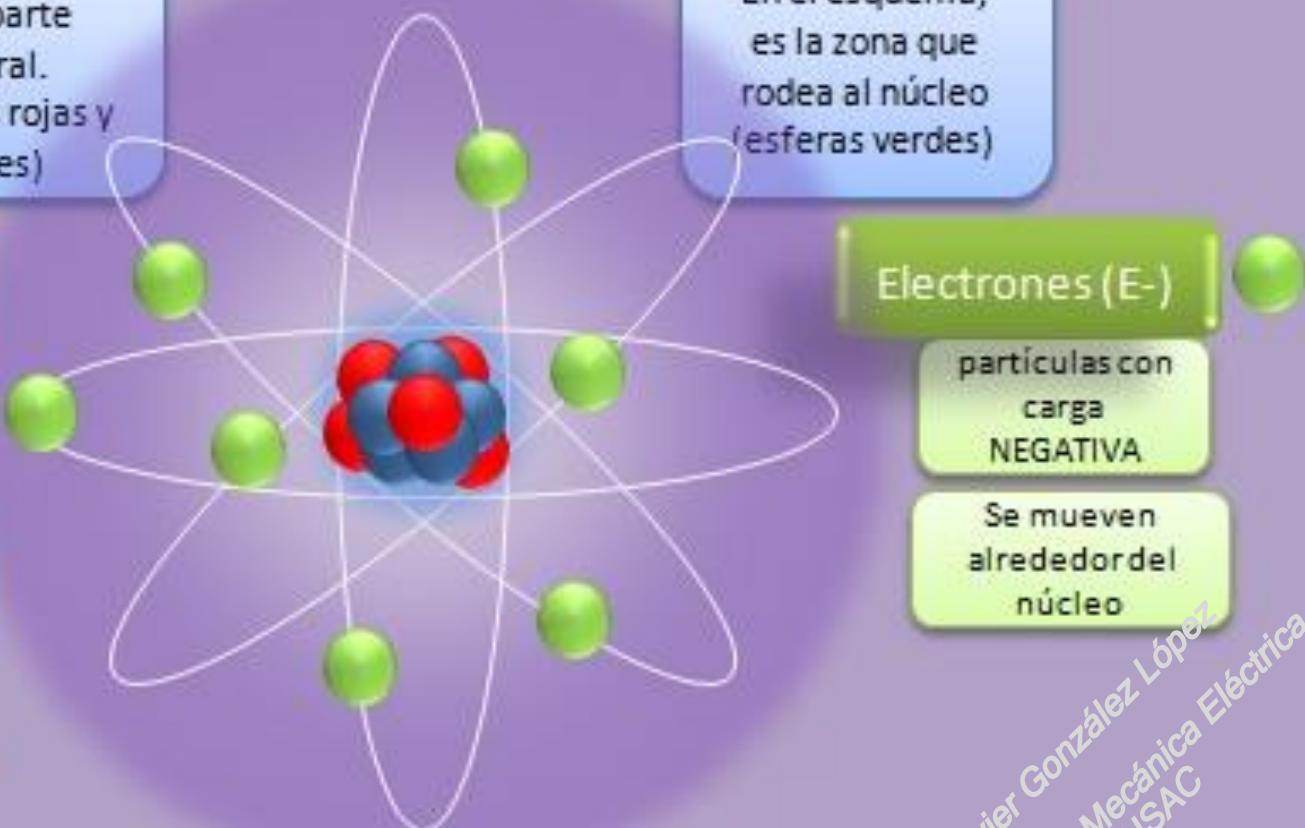
Neutrones (N°)

partículas sin
carga eléctrica

Electrones (E-)

partículas con
carga
NEGATIVA

Se mueven
alrededor del
núcleo



CORRIENTE ELÉCTRICA

Cantidad de PROTONES = Cantidad de ELECTRONES

Ing. Francisco Javier González López
Profesor Titular
Escuela de Ingeniería Mecánica USAC
Facultad de Ingeniería, USAC

Conceptos fundamentales

- Corriente

Carga del electrón:

Masa del electrón: 9.11×10^{-28} g

Masa del protón: 1.672×10^{-24} g

Radio de las 3 partículas: 2×10^{-15} m

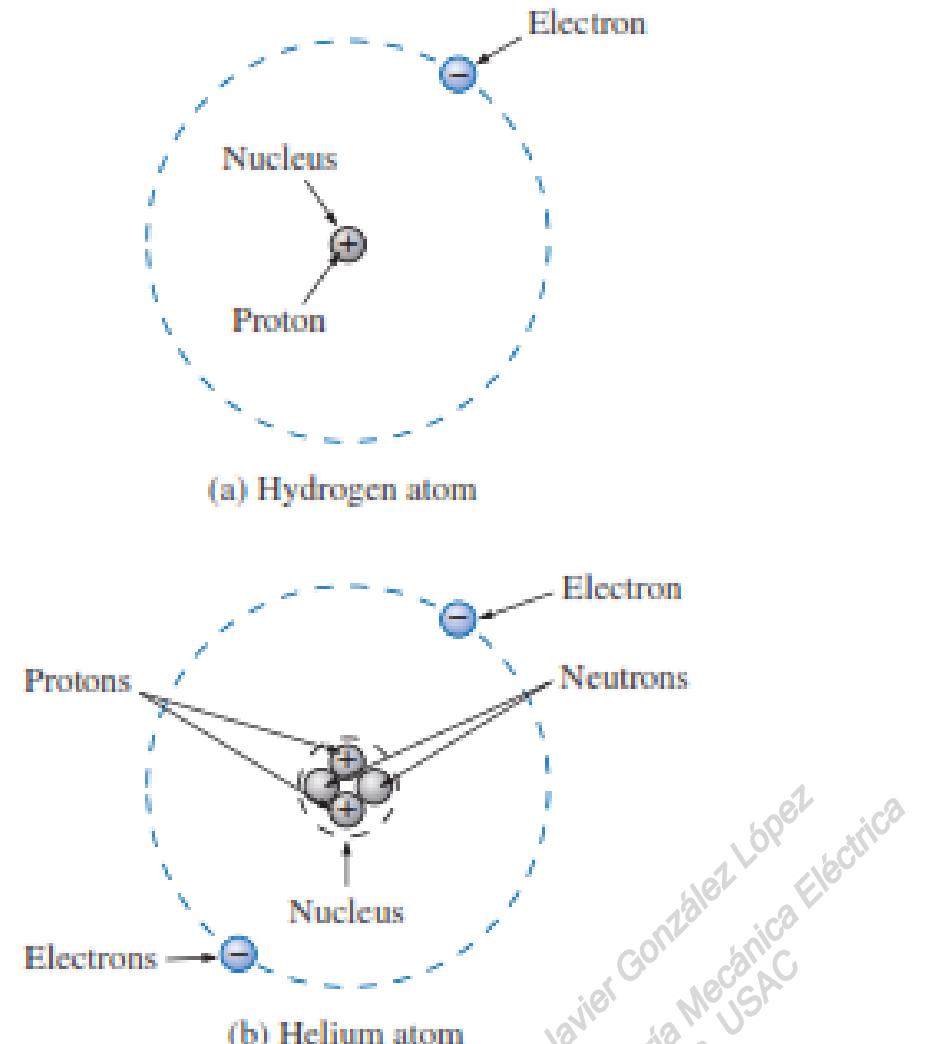


FIG. 2.1
The hydrogen and helium atoms.

Conceptos fundamentales

- Corriente: estructura de un átomo : $2n^2$

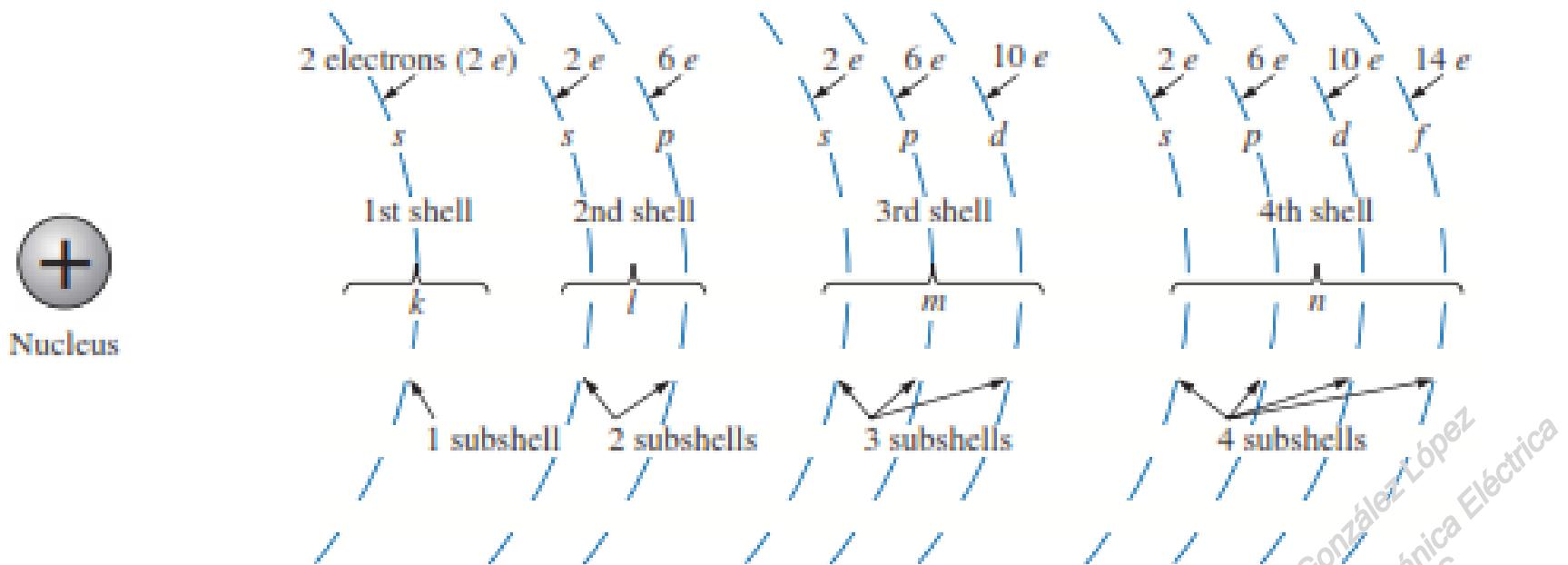
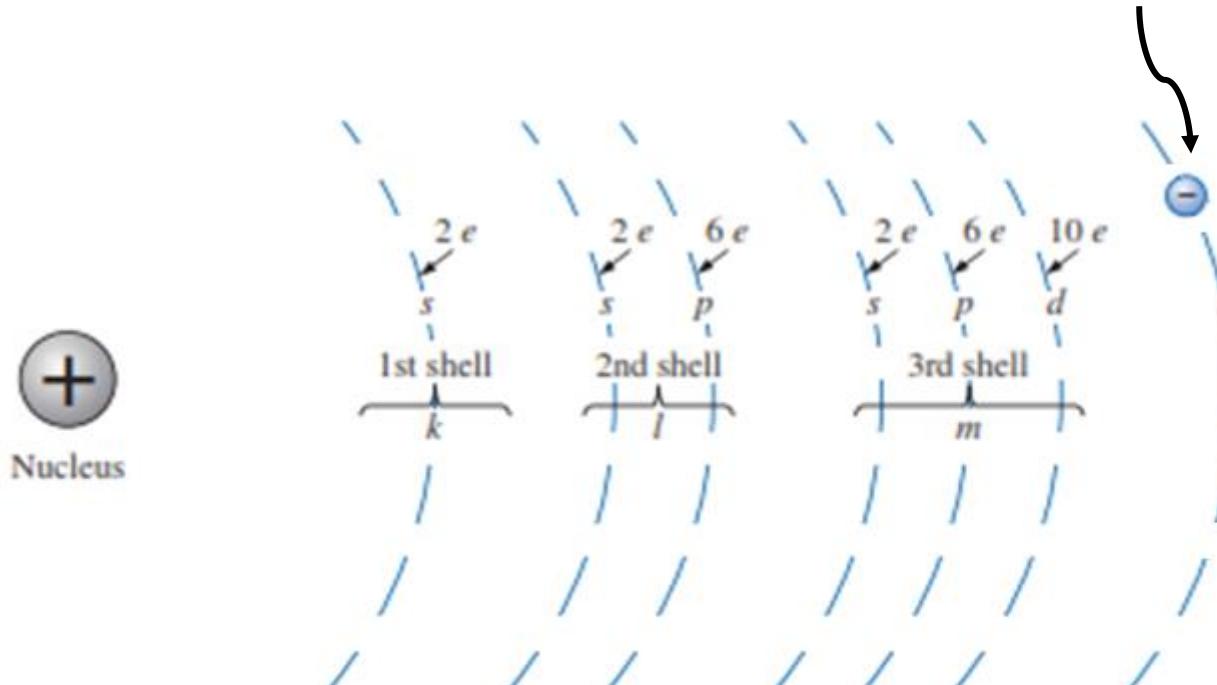


FIG. 2.2
Shells and subshells of the atomic structure.

Conceptos fundamentales

- Corriente: átomo de cobre

Electrón de valencia



The copper atom.

2.17×10^{23} electrones/cc

Conceptos fundamentales

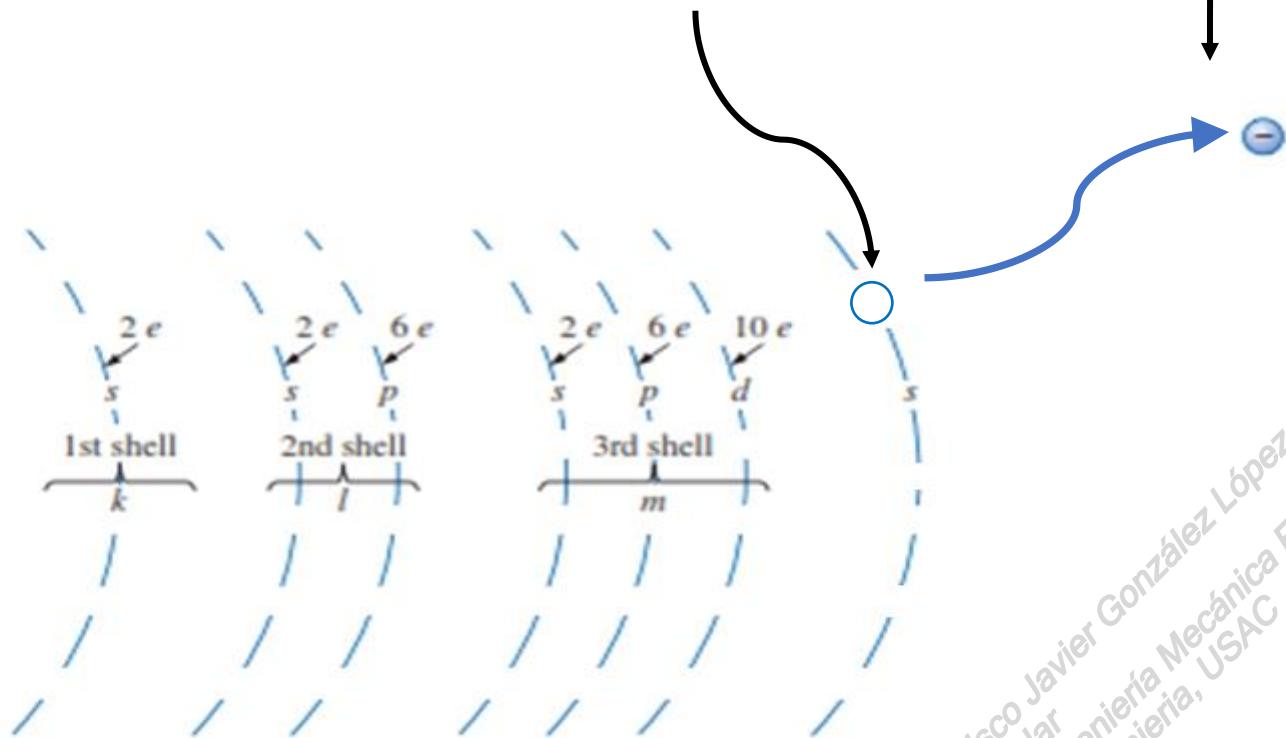
- Corriente: átomo de cobre

**Electrón de
valencia liberado**

**Vacío dejado por el
electrón de valencia**

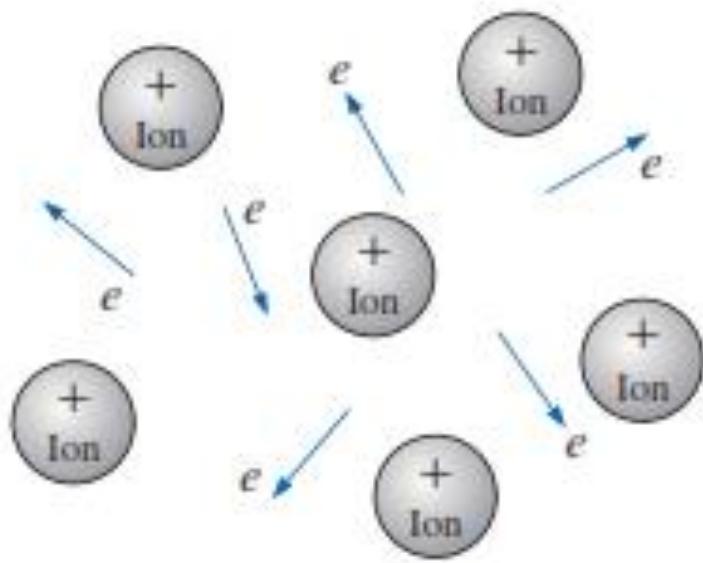


Nucleus



Conceptos fundamentales

- Corriente: átomo de cobre a temperatura ambiente sin energía externa suministrada



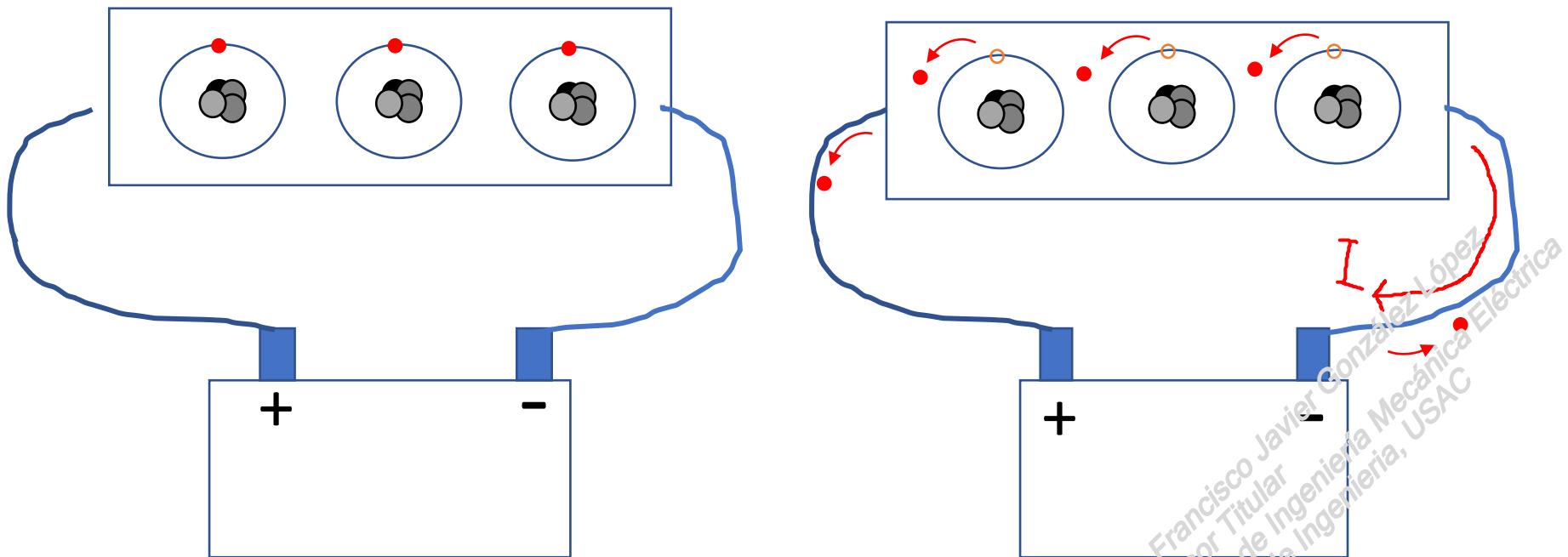
CABLE DE COBRE

FIG. 2.6
Random motion of free electrons in an atomic structure.

2.17×10^{23} electrones/cc

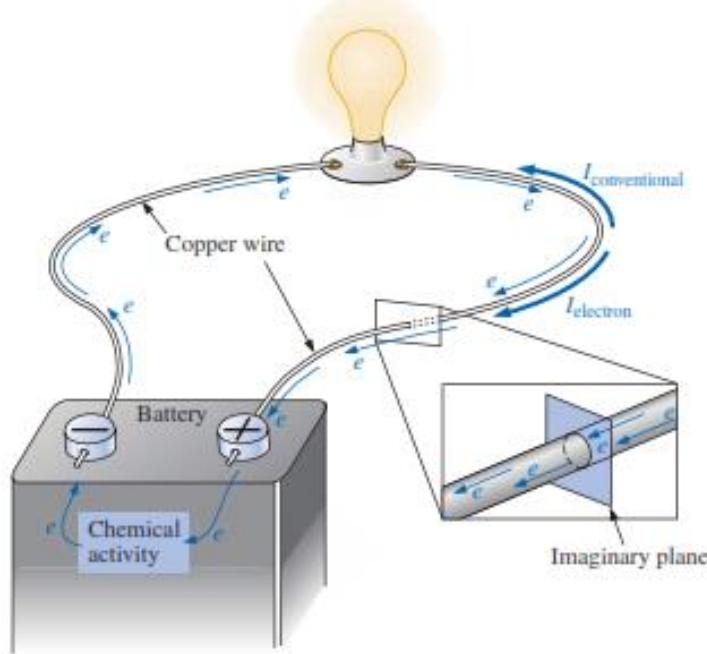
Conceptos fundamentales

- Corriente: Se representa con la letra I.
- Unidad de medida de la corriente: amperio (A)



Conceptos fundamentales

- Corriente: Instalación Eléctrica

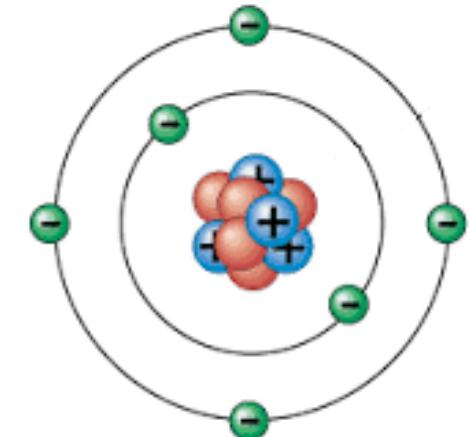
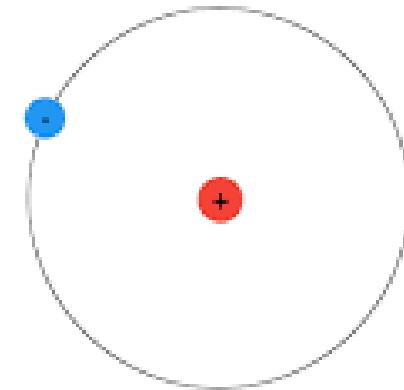
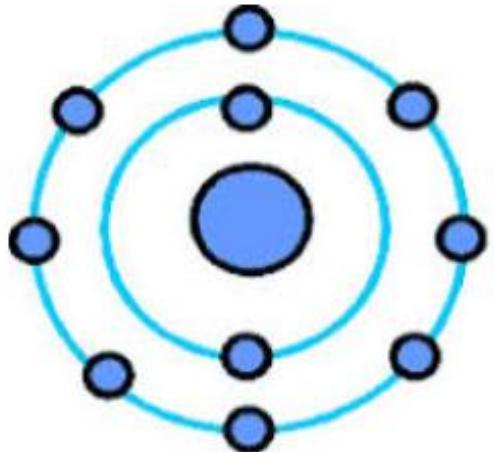


$$I = \frac{Q}{t} \quad \frac{C}{s}$$

$\frac{C}{s}$ es un amperio (A)

C culombio

- **Como la carga de un electrón es de 1.6×10^{-19} C, para que se produzca una corriente de 1 amperio deben estar pasando por segundo a través del plano imaginario 5.242×10^{18} electrones.**

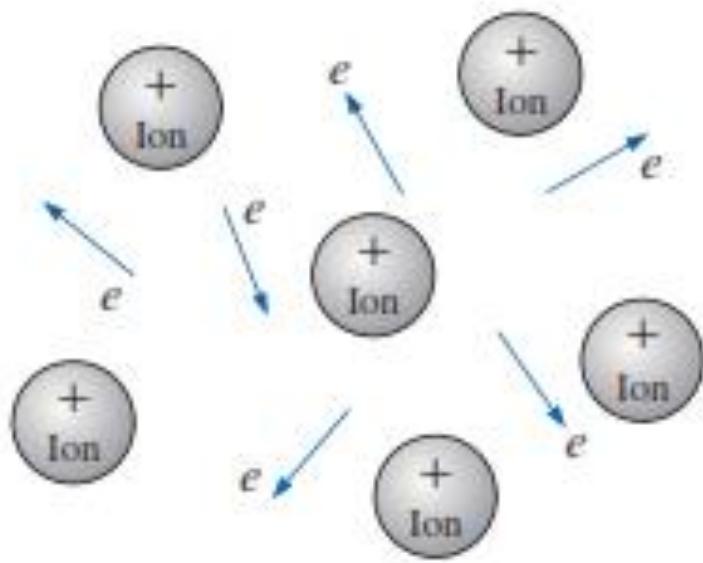


Carbon atom

¿En cuál de los tres materiales es más fácil obtener una corriente eléctrica?

Conceptos fundamentales

- Corriente: átomo de cobre a temperatura ambiente sin energía externa suministrada



CABLE DE COBRE

FIG. 2.6
Random motion of free electrons in an atomic structure.

2.17×10^{23} electrones/cc

Conceptos fundamentales

- OTROS MATERIALES QUE EXHIBEN LAS MISMAS PROPIEDADES QUE EL COBRE:



Plata y oro

Conceptos fundamentales

- OTROS MATERIALES QUE EXHIBEN LAS MISMAS PROPIEDADES QUE EL COBRE:

Conductores	Conductividad Eléctrica ($\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$)	Temperatura(°C)
Grafeno	$9,60 \times 10^7$	20
Plata	$6,30 \times 10^7$	20
Cobre	$5,96 \times 10^7$	20
Cobre Recocido	$5,80 \times 10^7$	20
Oro	$4,55 \times 10^7$	20-25
Aluminio	$3,78 \times 10^7$	20
Wolframio	$1,82 \times 10^7$	
Hierro	$1,53 \times 10^7$	

CONDUCTORES

Conceptos fundamentales

- OTROS MATERIALES QUE EXHIBEN LAS MISMAS PROPIEDADES QUE EL COBRE:

Material IACS	% Conductivity
Silver	105
Copper	100
Gold	70
Aluminum	61
Nickel	22
Zinc	27
Brass	28
Iron	17
Tin	15
Phosphor Bronze	15
Lead	7
Nickel Aluminum Bronze	7
Steel	3 to 15

CONDUCTORES

Conceptos fundamentales

- **Voltaje:** energía suministrada a una partícula portadora de carga eléctrica por unidad de carga eléctrica para moverla de un punto a otro.

$$V = \frac{W}{Q} \quad \begin{matrix} julio \\ \hline culombio \end{matrix}$$

La unidad de medida del voltaje es el voltio (volt), cuyo símbolo es V.

Conceptos fundamentales

- **INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO:** Fuerza por unidad de carga.

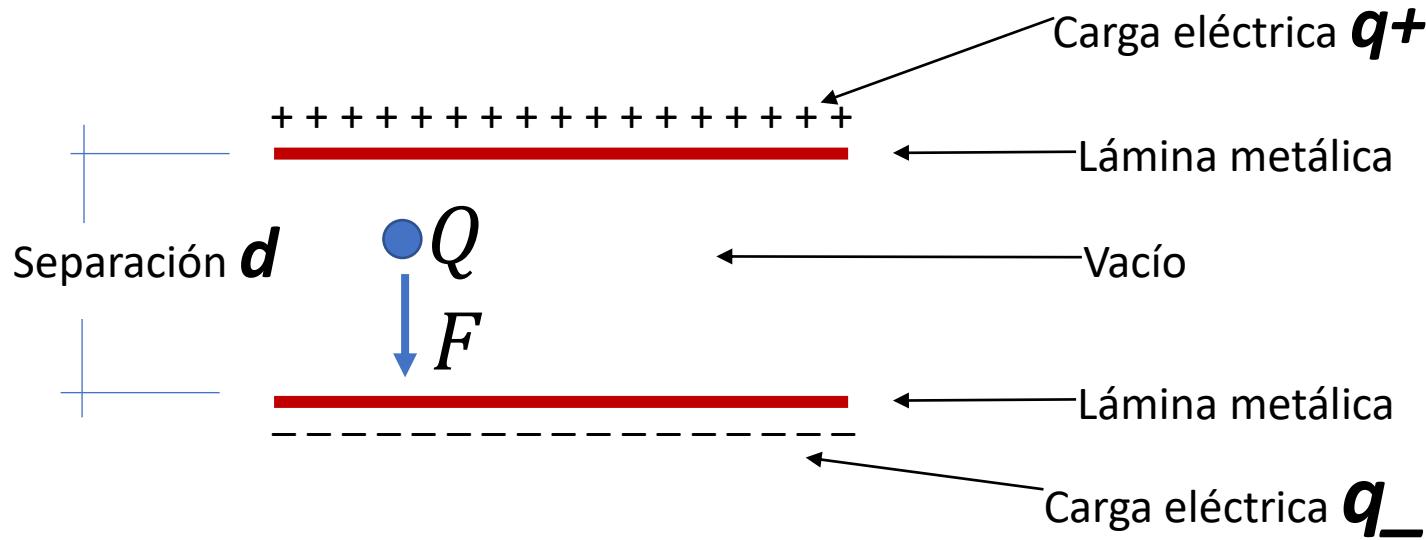
$$E = \frac{F}{Q}$$

newton
—————
coulombio

La unidad de medida del voltaje es el voltio (volt), cuyo símbolo es V.

Conceptos fundamentales

- **INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO:** Fuerza por unidad de carga.



*Q carga eléctrica positiva
F fuerza sobre la carga*

$$E = \frac{F}{Q}$$

*newton
coulomb*

Conceptos fundamentales

- **Voltaje**: energía por unidad de carga necesaria para mover la carga eléctrica de un punto a otro.

d distancia recorrida por la carga

$$\frac{Fd}{Q} = \frac{\text{trabajo}}{Q} \quad \frac{N \cdot m}{c} \quad \frac{\text{energía } W}{Q} \quad \frac{\text{joule}}{\text{culombio}}$$

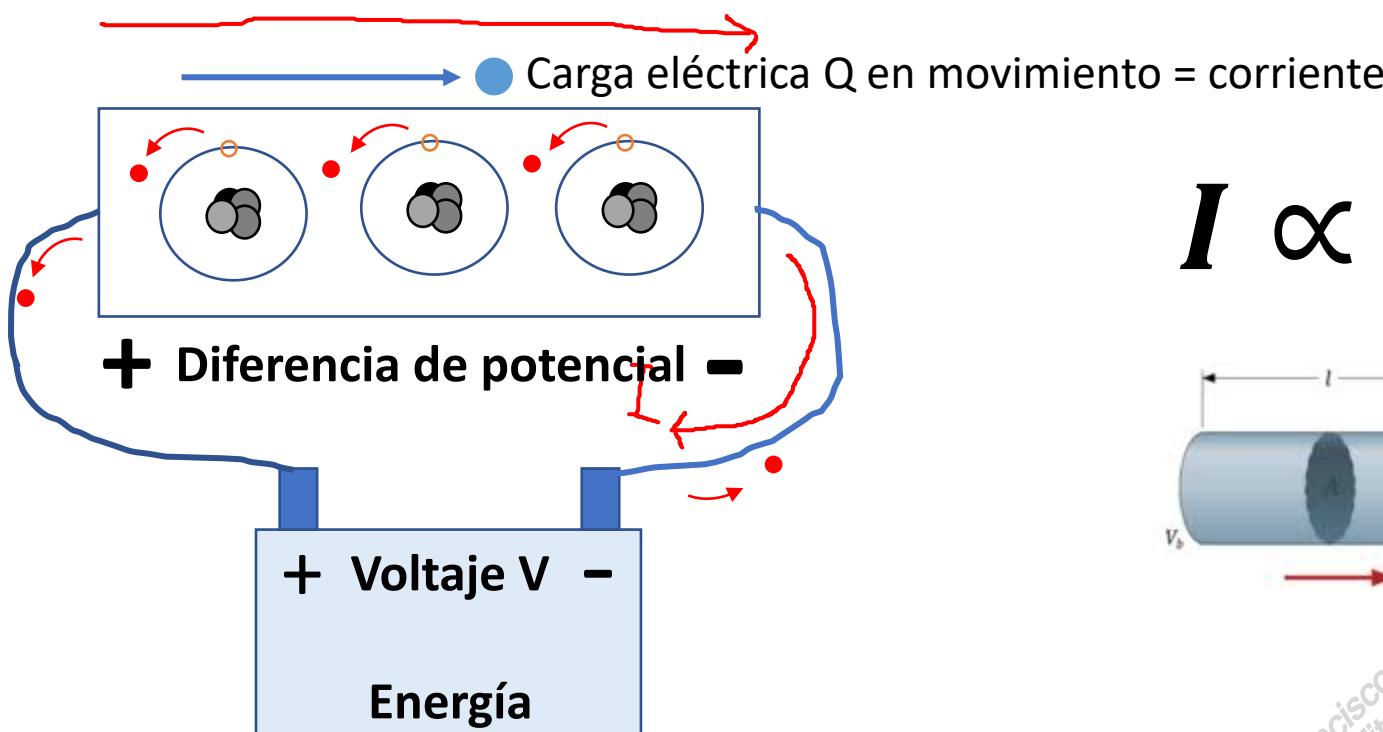
$$\frac{Fd}{Q} = Ed = \text{voltaje} = \frac{\text{energía } W}{Q} \quad \frac{\text{joule}}{\text{culombio}}$$

$$\text{Voltaje} = \frac{W}{Q} \quad \text{voltio}$$

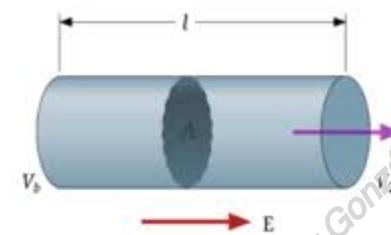
Conceptos fundamentales

- **Voltaje:** Se representa con la letra V.

- Unidad de medida del voltaje: voltio (V)

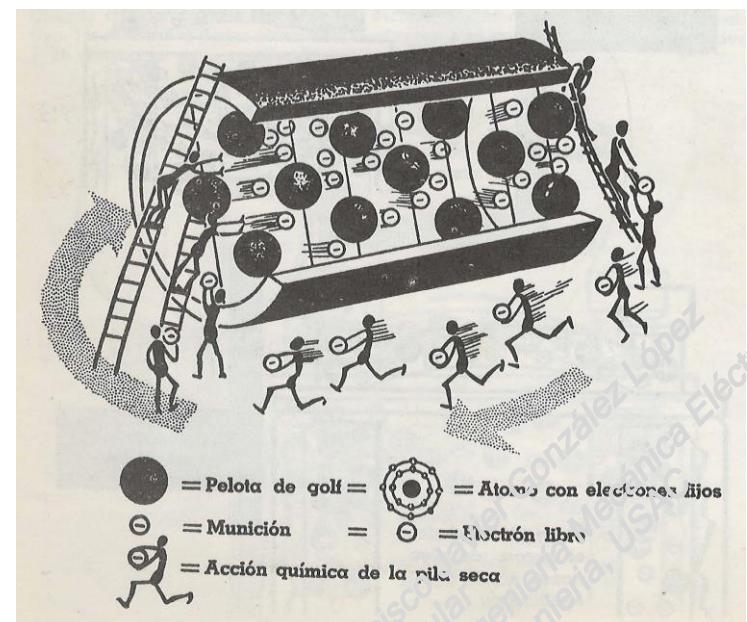
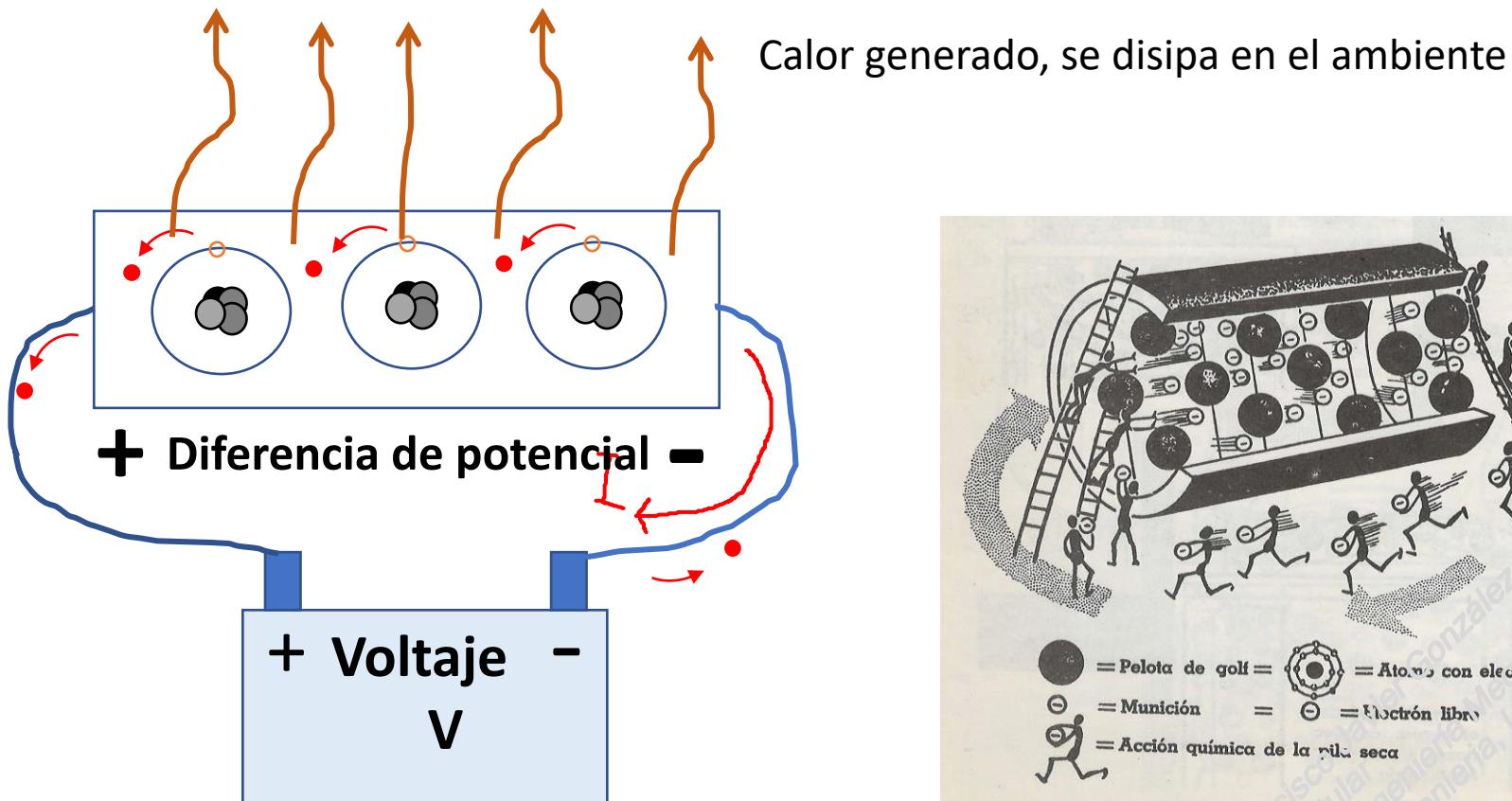


$$I \propto V$$



Conceptos fundamentales

- Colisiones de las partículas subatómicas: originan calor y dificultad para que dichas partículas se muevan libremente



Conceptos fundamentales

- **Resistencia:** oposición al flujo de electrones

$$I \propto \frac{1}{R}$$

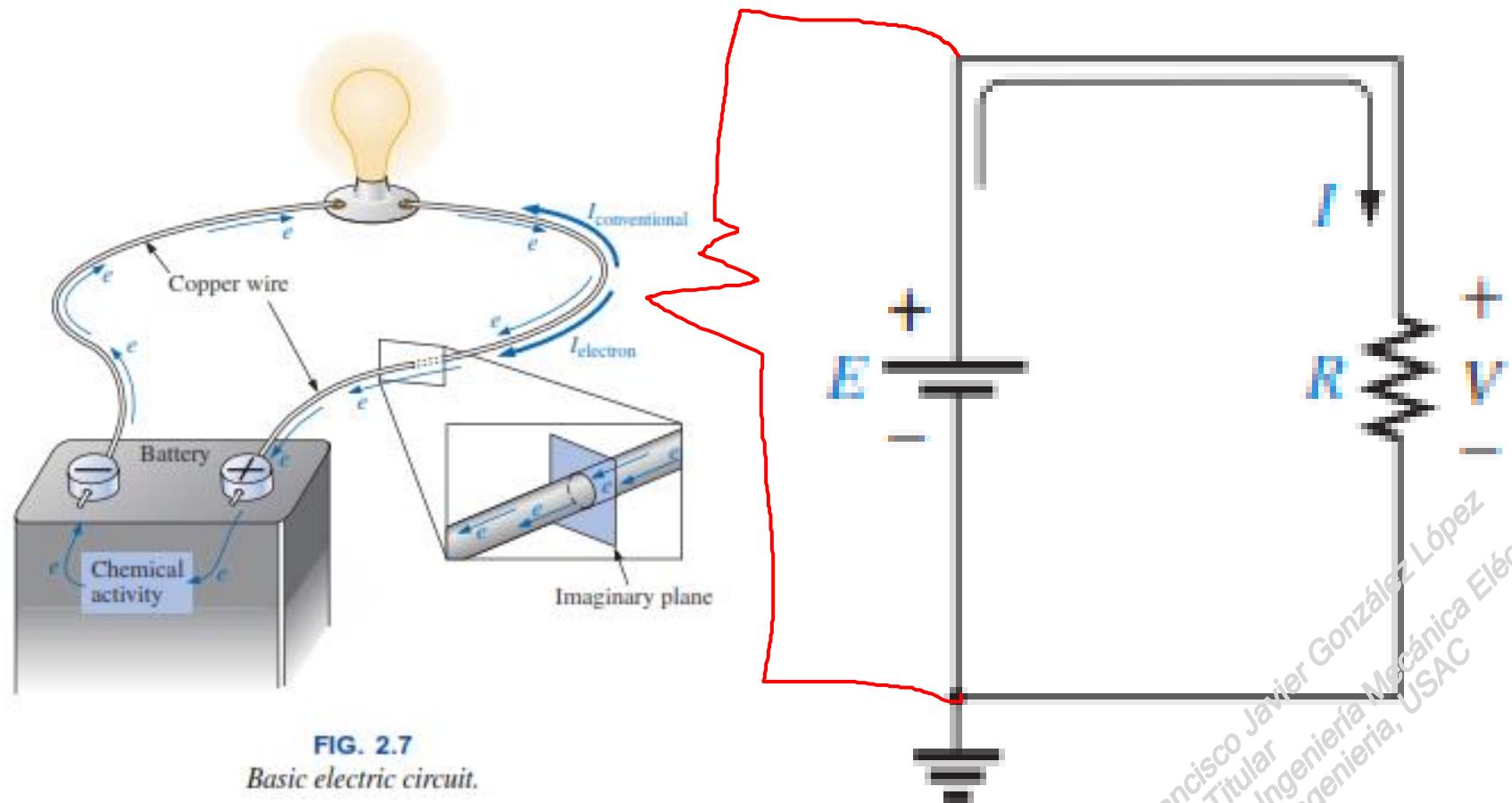
La unidad de medida de la resistencia es el ohmio y su símbolo Ω

- **Día 1**

Ing. Francisco Javier González López
Profesor Titular
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC

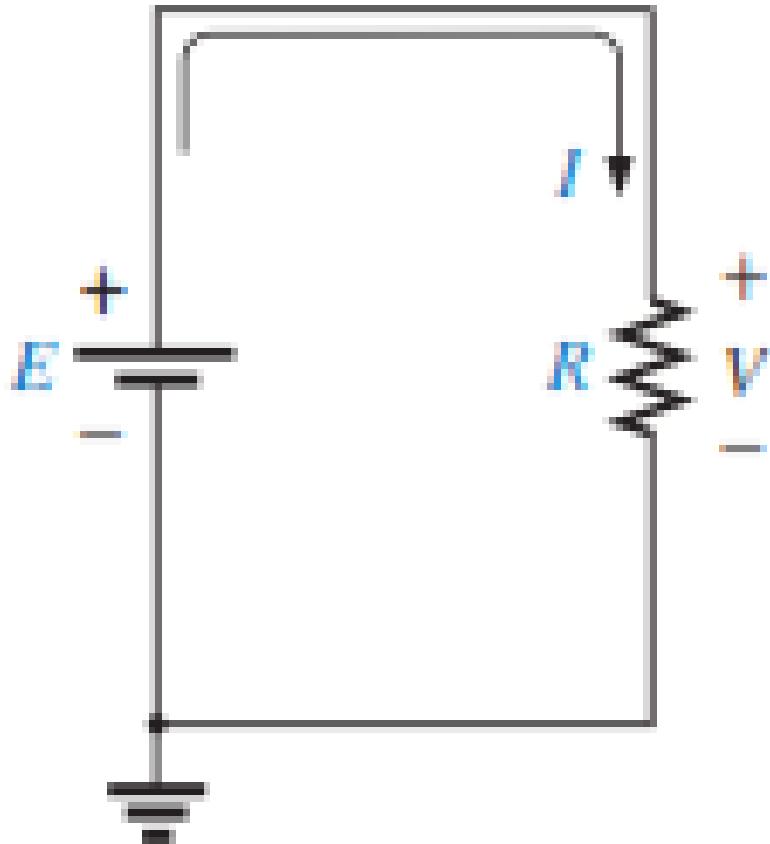
Conceptos fundamentales

- Voltaje → Corriente: Circuito Eléctrico



Conceptos fundamentales

- Relación Voltaje – Corriente en una resistencia: Circuito Eléctrico



$$I = \frac{V}{R}$$

$$V = IR$$

LEY DE OHM

INGENÍERIA ELÉCTRICA 1

**Curso obligatorio para Ingeniería Mécanica,
Industrial, Mecánica Industrial y Química**

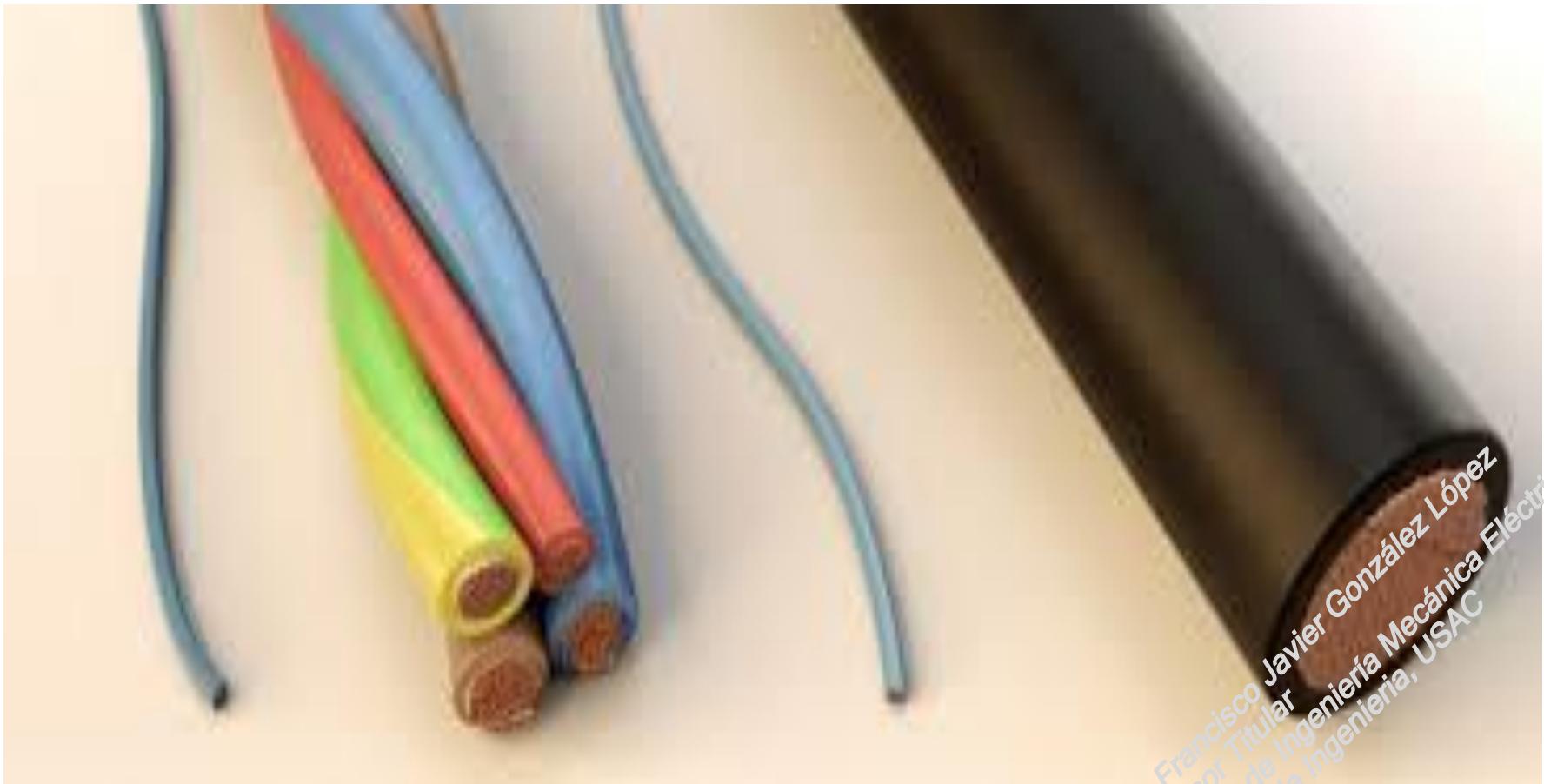
Ing. Francisco Javier González López
Profesor Titular
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC

Variación de la resistencia de un conductor

- Variación con la longitud
- Variación con el área transversal
- Variación con la temperatura

RESISTENCIA DE UN CONDUCTOR

¿EN FUNCIÓN DE QUÉ VARÍA LA RESISTENCIA DE UN CONDUCTOR?



Ing. Francisco Javier González López
Profesor Titular
Escuela de Ingeniería Mecánica USAC
Facultad de Ingeniería, USAC

RESISTENCIA DE UN CONDUCTOR

¿CÓMO SE CALCULA LA RESISTENCIA DE UN CONDUCTOR?

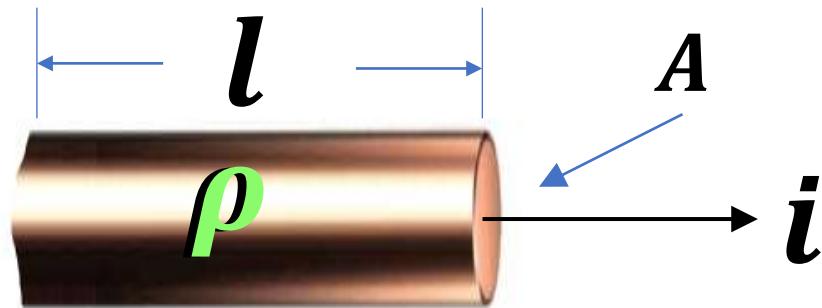
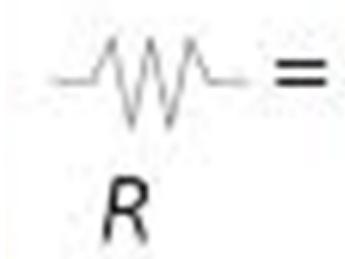


Ing. Francisco Javier González López
Profesor Titular
Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería, USAC

Cálculo de la resistencia de un conductor

¿DE QUÉ DEPENDE LA RESISTENCIA DE UN CONDUCTOR?

La resistencia opuesta a
la corriente depende del
material.....



ρ resistividad del material

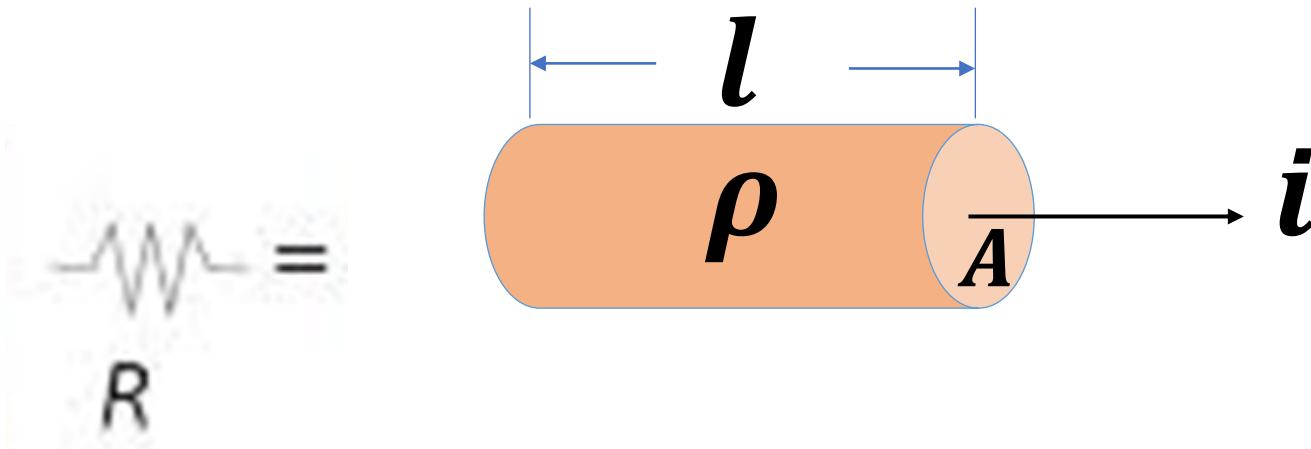
l longitud del material

A área transversal

Cálculo de la resistencia de un conductor

OR?

$\sigma = \text{conductividad}$



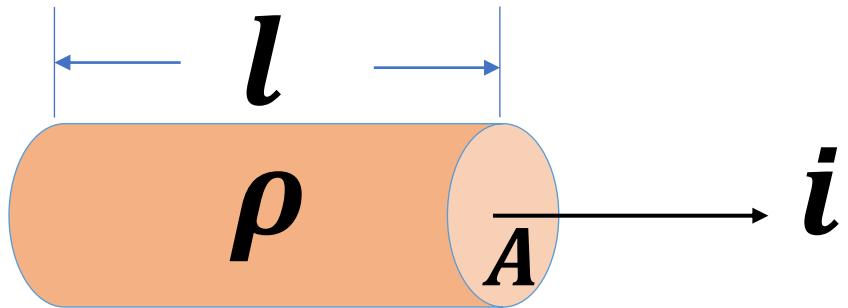
$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

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

Resistividad en función de la temperatura

¿POR QUÉ LA RESISTENCIA DEPENDE DE LA TEMPERATURA?

Pero... la resistividad
depende de la
temperatura



Entonces, la resistencia
depende de la
temperatura

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

$$\rho_T = \rho_0(1 + \alpha T)$$

Cálculo de la resistencia de un conductor

DE NUEVO SE MUESTRA CÓMO LA RESISTENCIA DEPENDE DE LA TEMPERATURA

La resistencia varía con
la temperatura.....



R



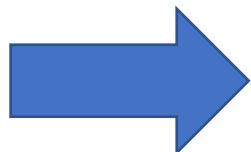
$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$R_T = R_0(1 + \alpha T)$$

Cálculo de la resistencia de un conductor

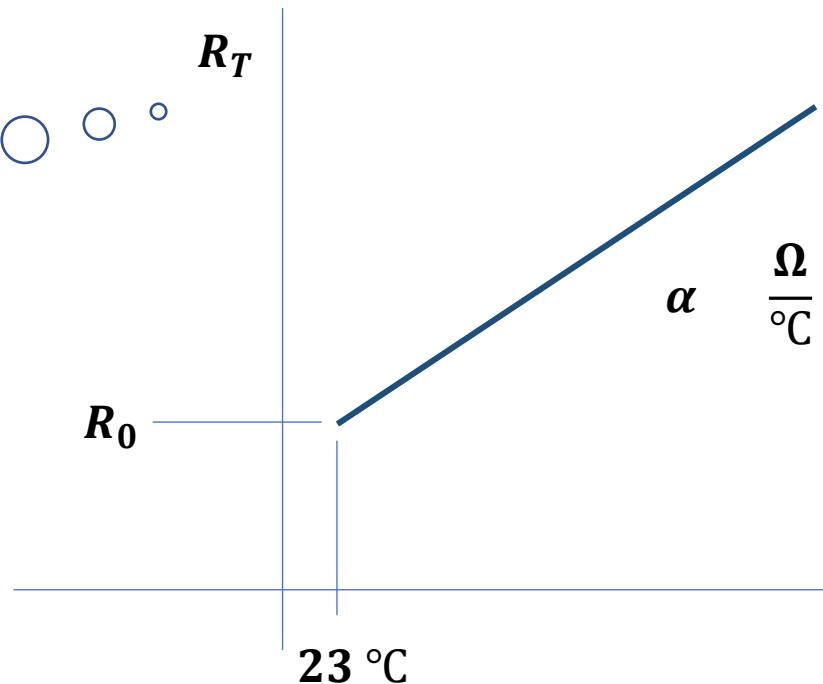
GRÁFICA R vrs T

$$R =$$



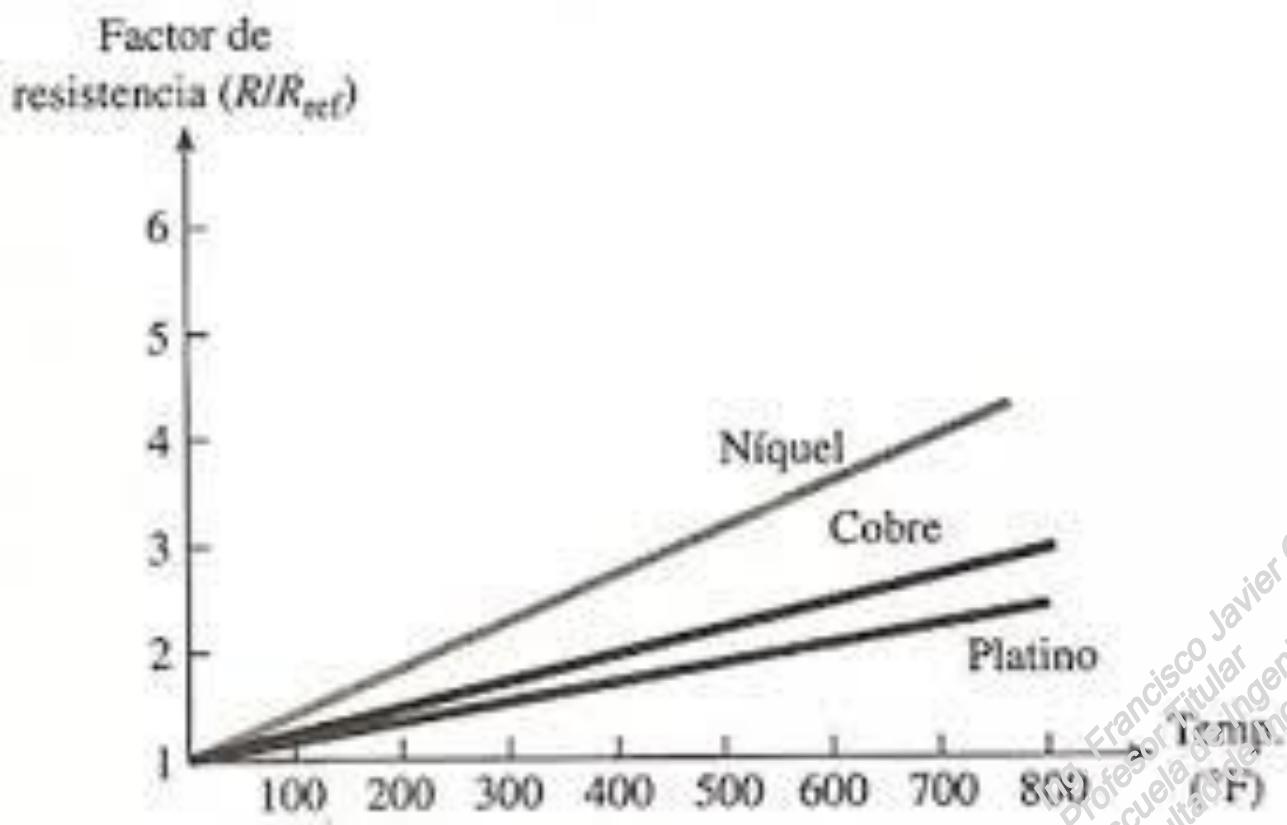
$$R_T = R_0(1 + \alpha T)$$

Una gráfica
de R vrs T.....



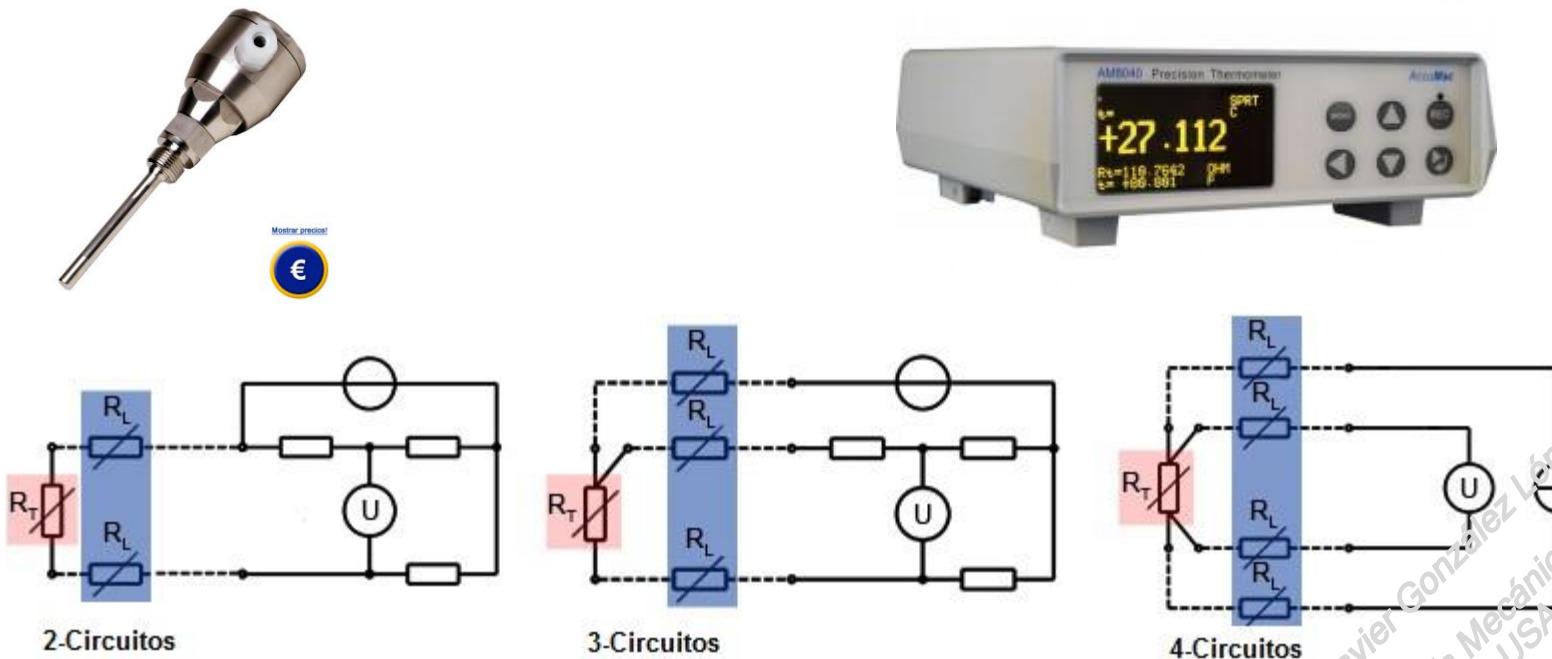
Variación de la resistencia con la temperatura: metales

$$R_T = R_0(1 + \alpha T)$$



Un uso beneficioso de la variación de la resistencia

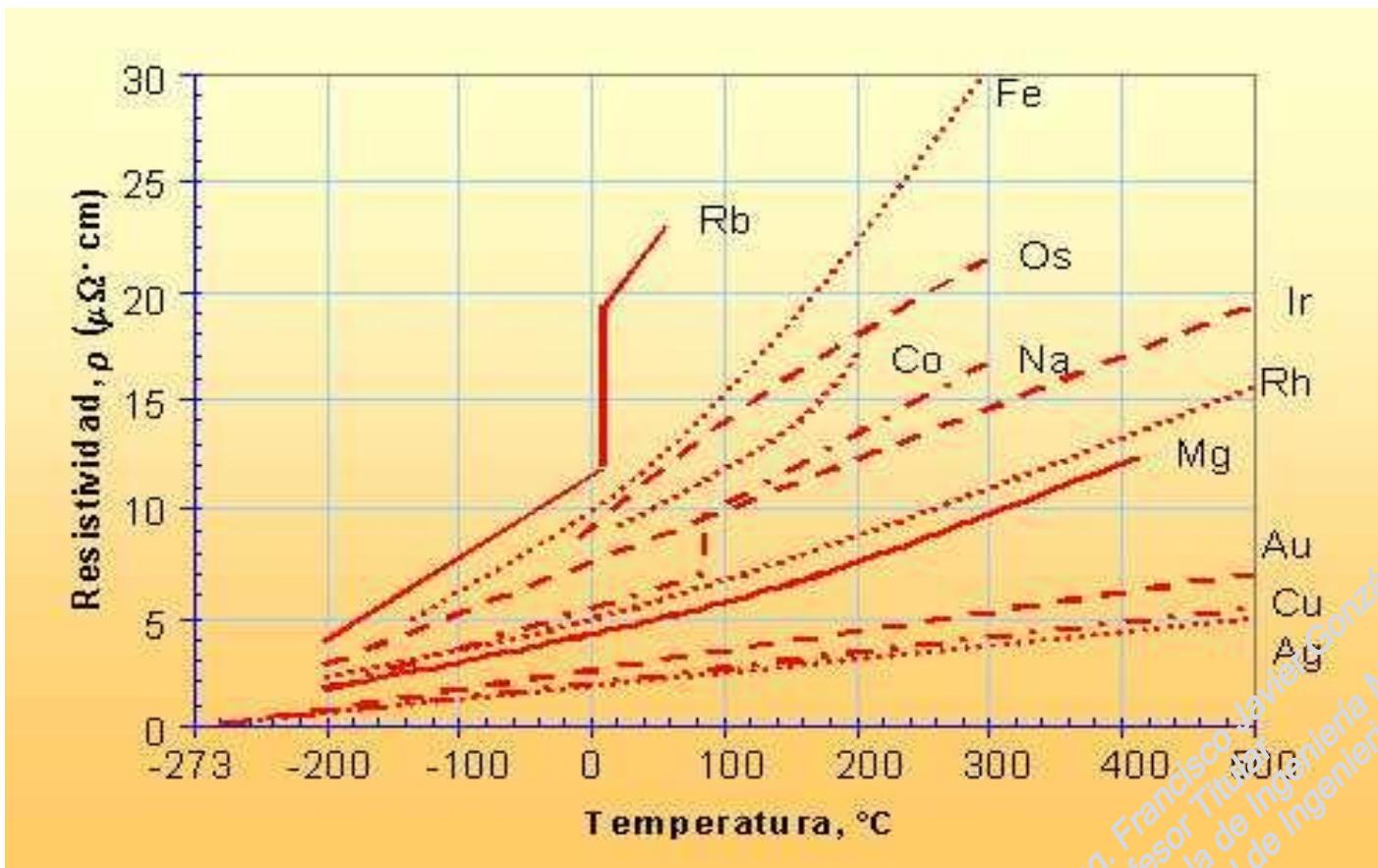
- Se aprovecha el cambio de la resistencia en función de la temperatura para medir o controlar temperatura
- Se miden temperaturas con RTD desde unos -260 °C hasta unos 960 °C con exactitudes de ± 0.001 °C



$$R_T = R_0(1 + \alpha T)$$

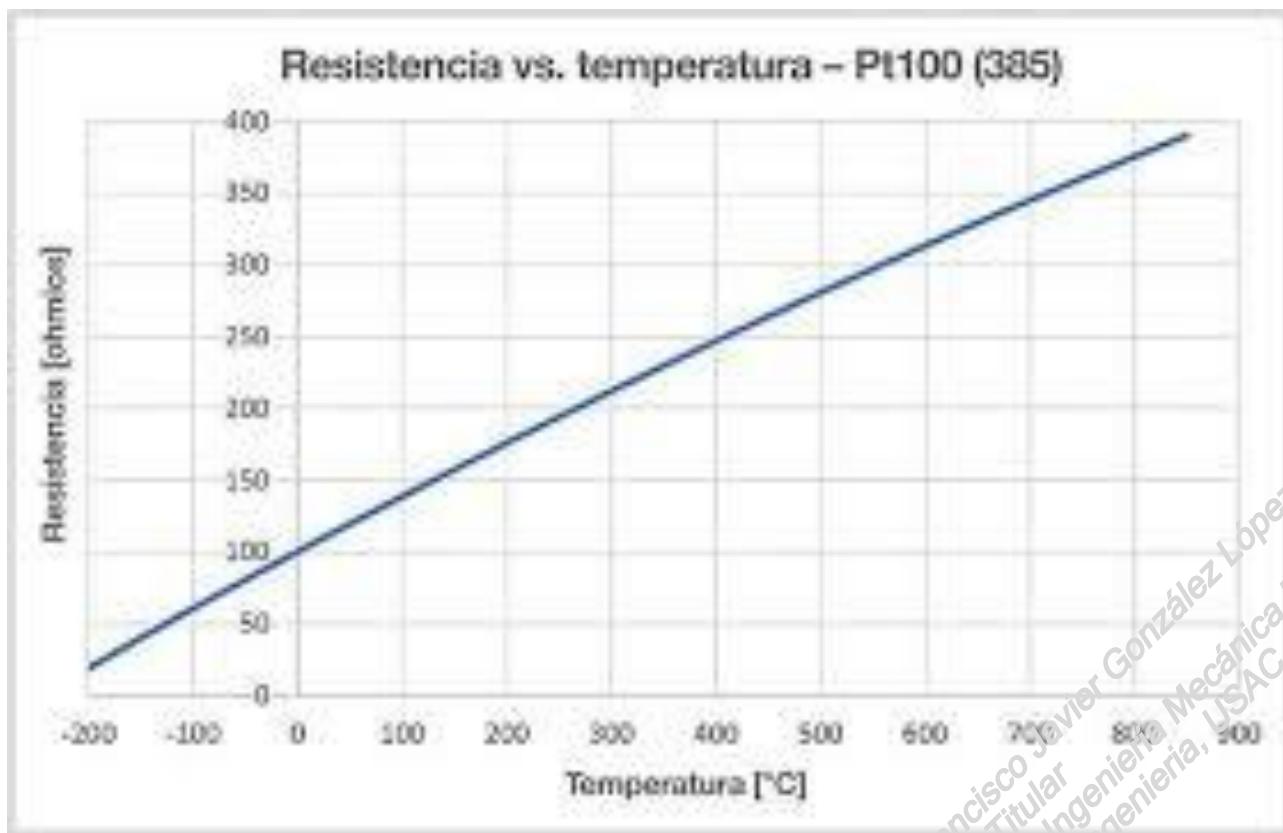
Variación de la resistencia con la temperatura

$$R_T = R_0(1 + \alpha T)$$



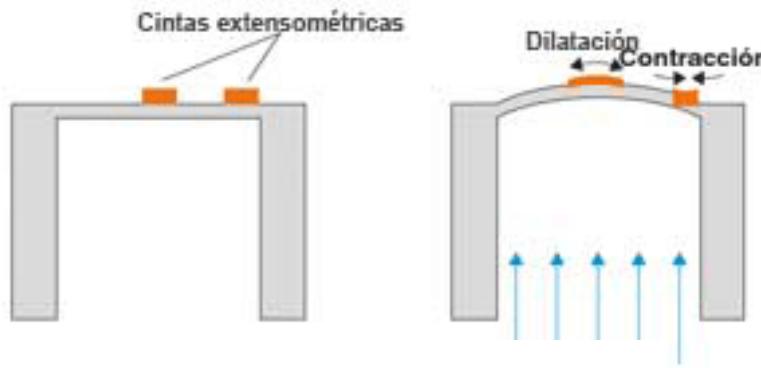
Variación de la resistencia de platino con la temperatura

$$R_T = R_0(1 + \alpha T)$$



USO DE LA VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA

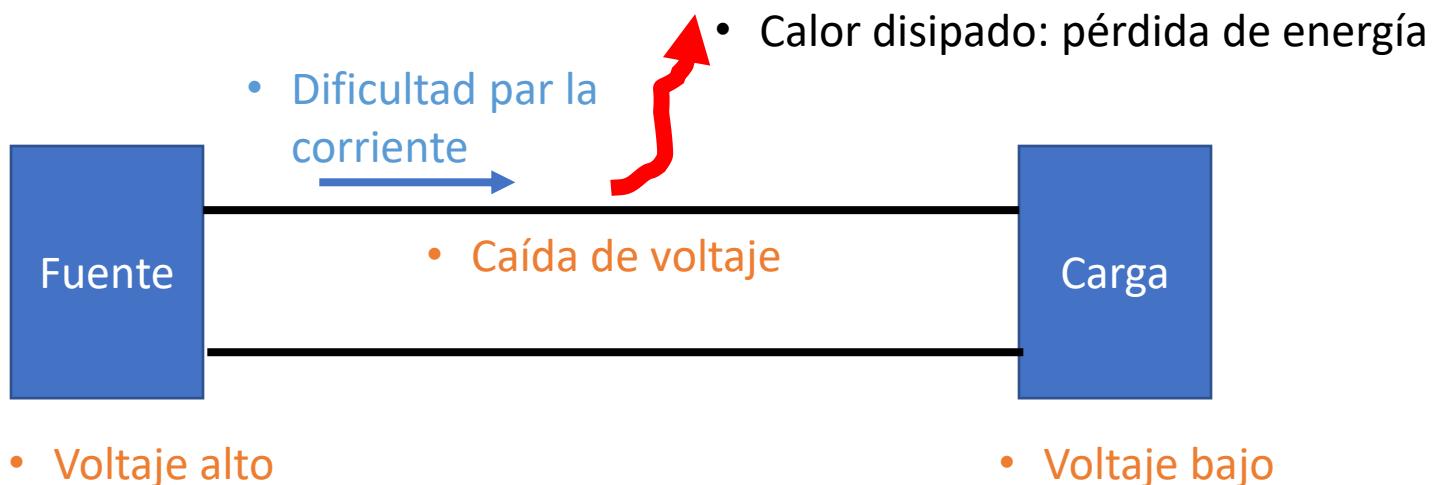
- Se aprovecha el cambio de área y de longitud para medir presión



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

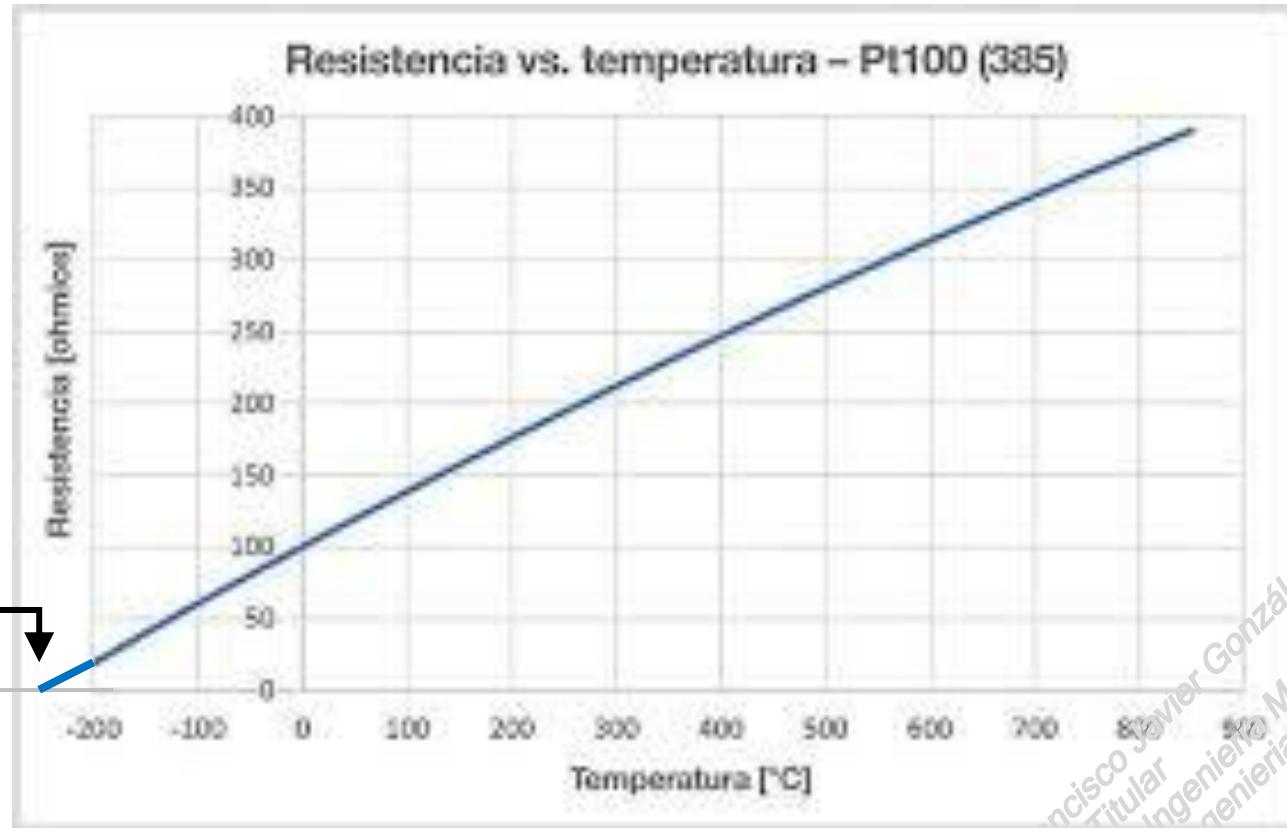
¿Cuáles son los efectos de la resistencia de un cable?

- Se opone a la corriente
- Provoca caída de voltaje
- Disipa calor

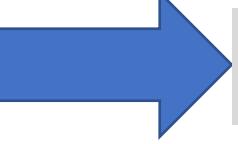
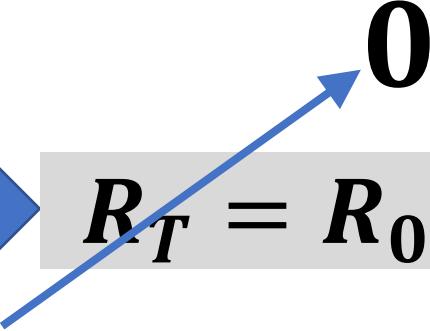


$$R_T = R_0(1 + \alpha T)$$

Superconductividad

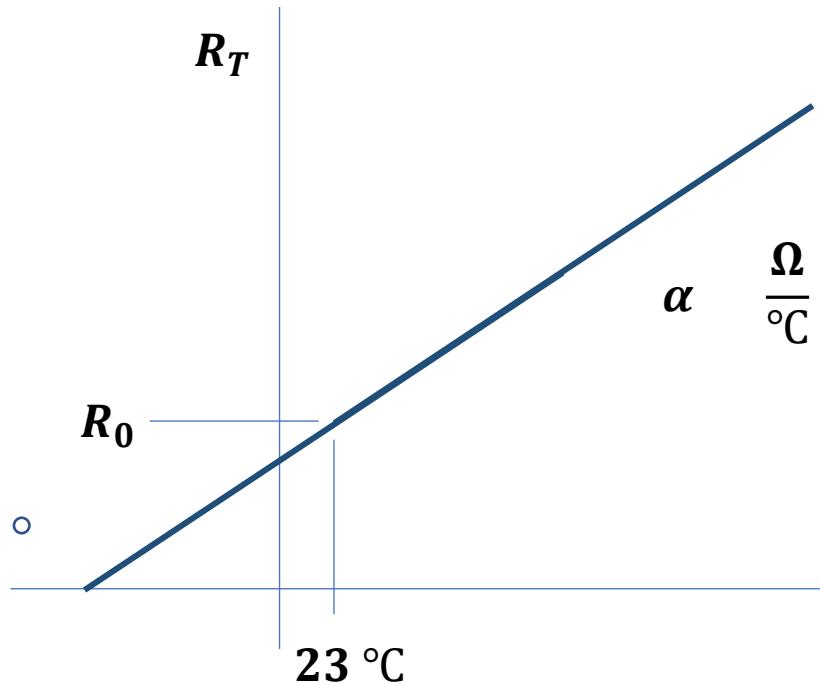


Cálculo de la resistencia de un conductor

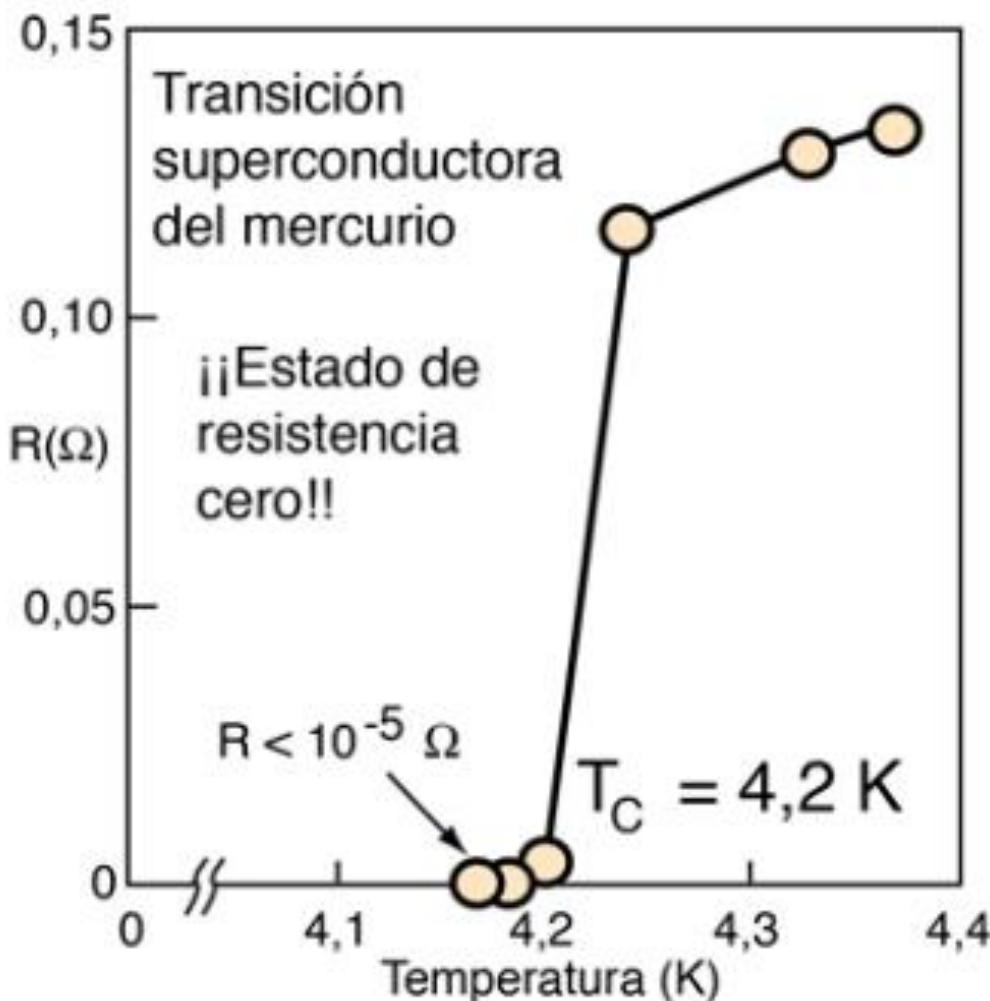
Superconductividad  $T = 0 \text{ K}$ 

$$R_T = R_0(1 + \alpha(0K))$$

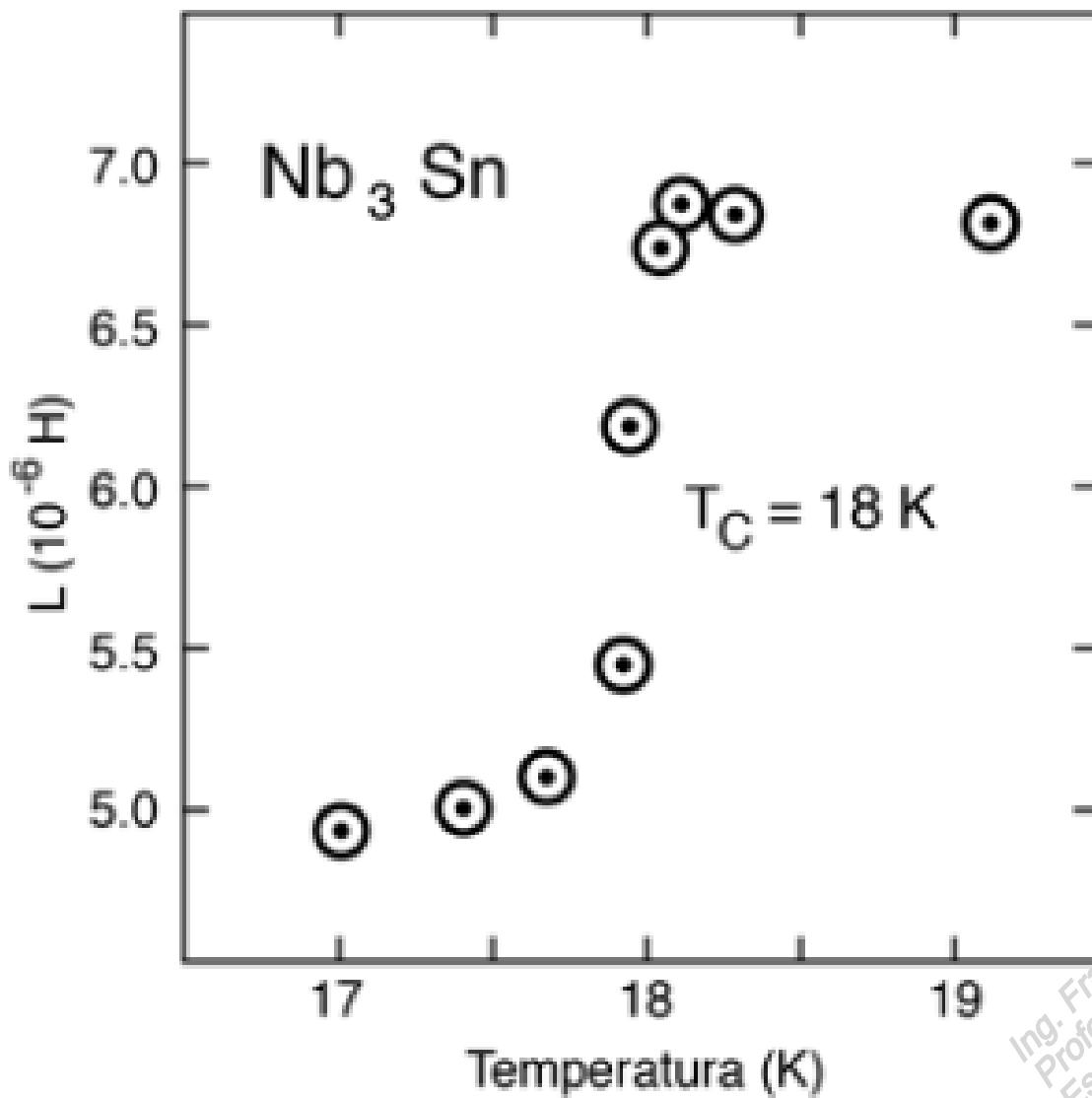
LA SUPER...



Superconductividad del mercurio

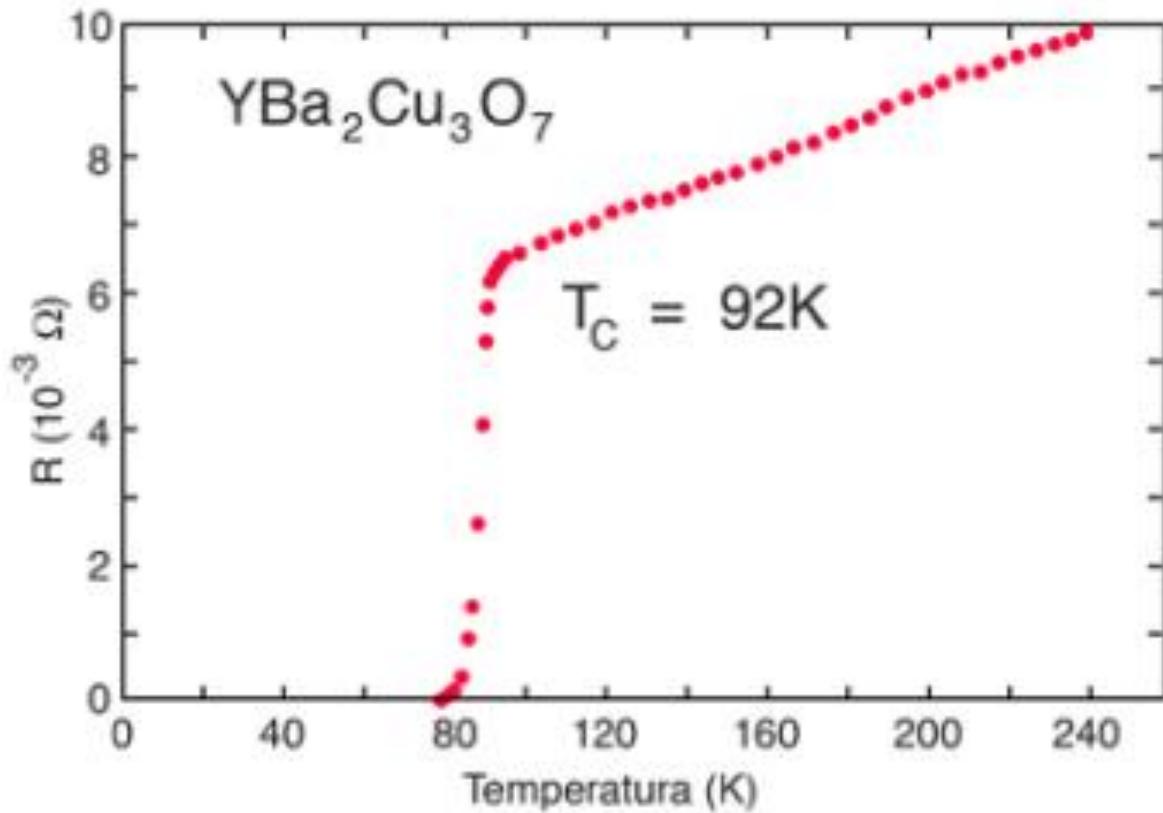


Superconductividad del niobio-estaño



Superconductividad de material cerámico:

Óxido de Itrio-Bario-Cobre



INGENÍERIA ELÉCTRICA 1

LEYES DE KIRCHHOFF

Ing. Francisco Javier González López
Profesor Titular
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC

3 días

INGENIERIA ELÉCTRICA 1

MALLAS

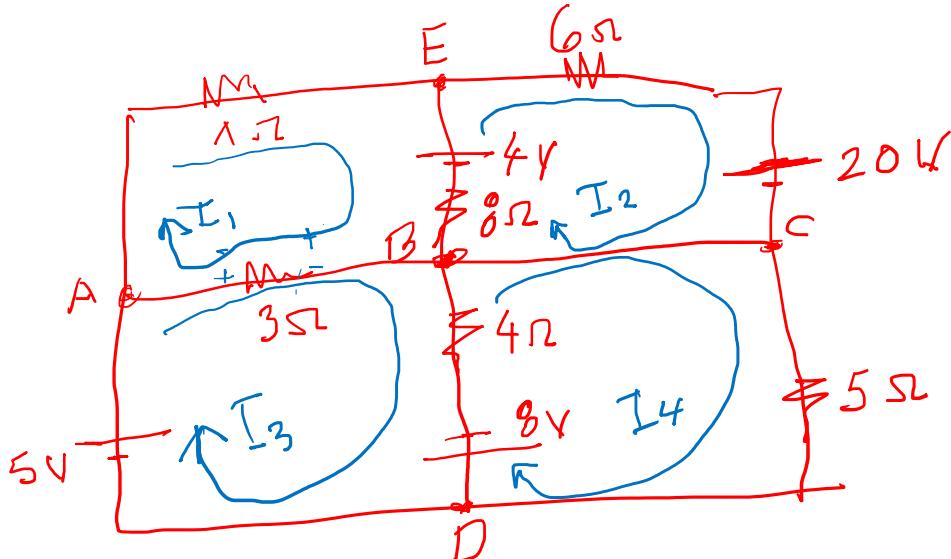
TEOREMA DE THÉVENIN

TEOREMA DE SUPERPOSICIÓN

BATERÍAS

TRABAJO POTENCIA ENERGÍA EFICIENCIA

Ejemplo Mallas



Solución

$$\Delta = \begin{vmatrix} 12 & -8 & -3 & 0 \\ -8 & 14 & 0 & 0 \\ -3 & 0 & 7 & -4 \\ 0 & 0 & -4 & 9 \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -4 \\ -16 \\ 13 \\ -8 \end{vmatrix}$$

$$12I_1 - 8I_2 - 3I_3 - 0I_4 = -4$$

$$-8I_1 + 14I_2 - 0I_3 - 0I_4 = -16$$

$$I_1 = -1.35 \text{ A}$$

$$I_2 = -1.92 \text{ A}$$

$$I_3 = 1.03 \text{ A}$$

$$I_4 = -0.43 \text{ A}$$

$$I_{BC} = I_3 - I_2 = 1.49 \text{ A}$$

$$I_{AD} = -I_3 = -1.03 \text{ A}$$

$$V_{32} = 3(I_3 - I_1) = 7.14 \text{ V}$$

$$V_{BA} = 3(I_1 - I_3) = -7.14 \text{ V}$$

$$V_{ED} =$$

$$\begin{pmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & R_{14} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & R_{24} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & R_{34} \\ R_{41} & R_{42} & R_{43} & R_{44} \end{pmatrix}$$

1) hallar corrientes de las mallas -

2) ΣI_{BC}

3) I_{AD}

4) V_{32}

5) V_{BA}

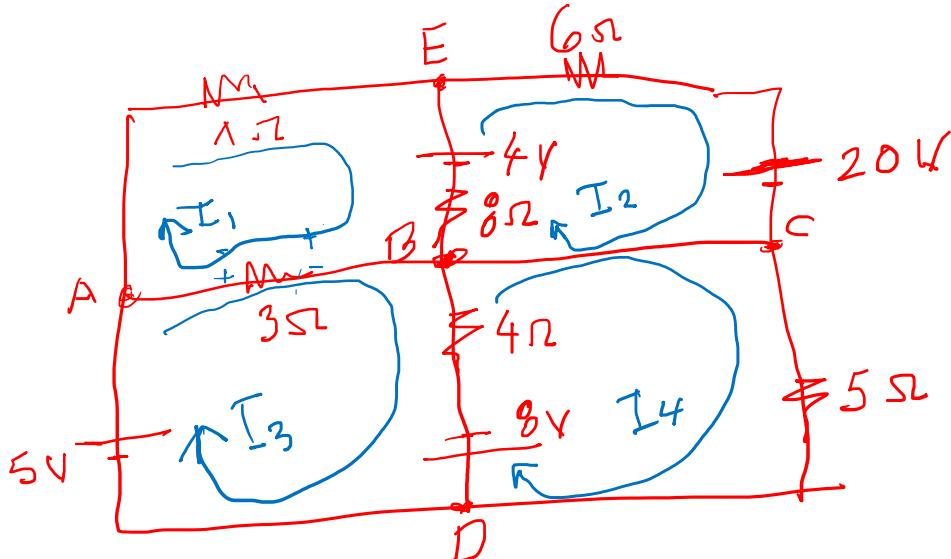
6) V_{ED}

7) Penresistorias

8) Pfuentes

9) $\sum P_D = \sum P_G$

Ejemplo Mallas



Solución

$$\Delta = \begin{vmatrix} 12 & -8 & -3 & 0 \\ -8 & 14 & 0 & 0 \\ -3 & 0 & 7 & -4 \\ 0 & 0 & -4 & 9 \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -4 \\ -16 \\ 13 \\ -8 \end{vmatrix}$$

$$12I_1 - 8I_2 - 3I_3 - 0I_4 = -4$$

$$-8I_1 + 14I_2 - 0I_3 - 0I_4 = -16$$

$$I_1 = -1.35 \text{ A}$$

$$I_2 = -1.92 \text{ A}$$

$$I_3 = 1.03 \text{ A}$$

$$I_4 = -0.43 \text{ A}$$

$$I_{BC} = I_3 - I_2 = 1.49 \text{ A}$$

$$I_{AD} = -I_3 = -1.03 \text{ A}$$

$$V_{32} = 3(I_3 - I_1) = 7.14 \text{ V}$$

$$V_{BA} = 3(I_1 - I_3) = -7.14 \text{ V}$$

$$V_{ED} =$$

$$\begin{pmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & R_{14} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & R_{24} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & R_{34} \\ R_{41} & R_{42} & R_{43} & R_{44} \end{pmatrix}$$

1) hallar corrientes de las mallas -

2) ΣI_{BC}

3) I_{AD}

4) V_{32}

5) V_{BA}

6) V_{ED}

7) Penresistorias

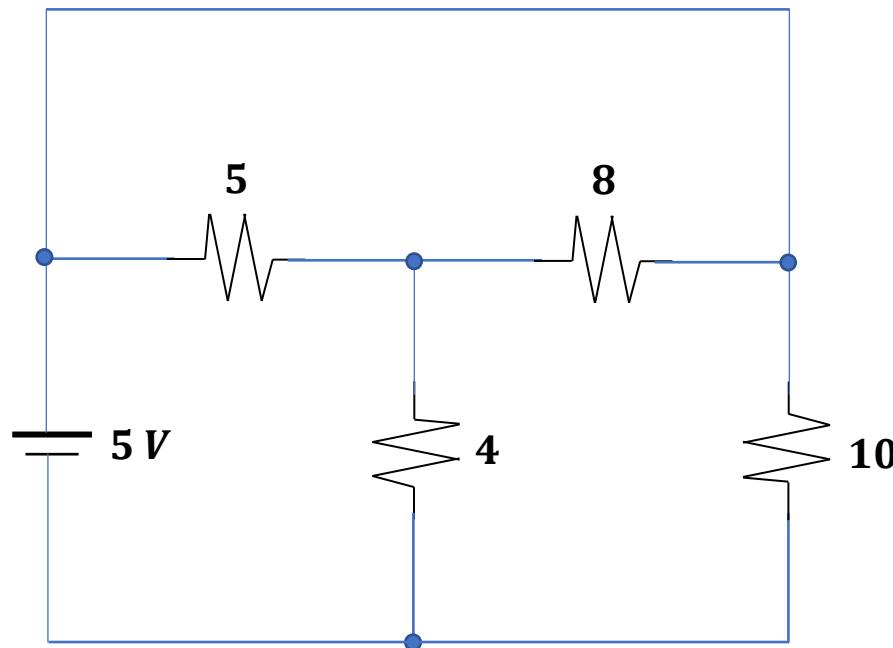
8) Pfuentes

9) $\sum P_D = \sum P_G$

METODO DE MALLAS

Consiste en la aplicación de la segunda ley de Kirchhoff

Ejemplo 1: en el circuito mostrado hallar la corriente de cada malla

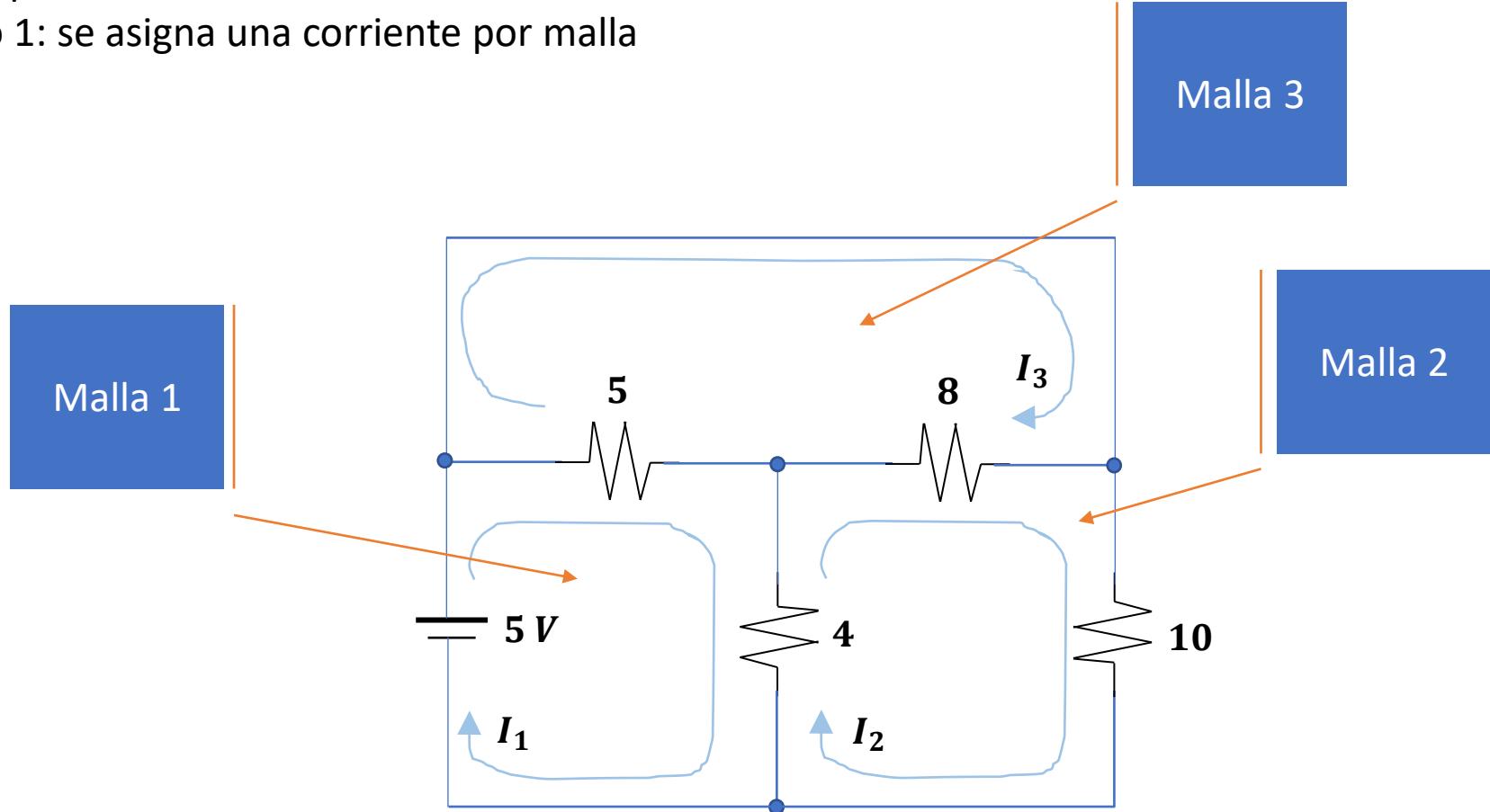


METODO DE MALLAS

Consiste en la aplicación de la segunda ley de Kirchhoff

Ejemplo 1: en el circuito mostrado hallar la corriente de cada malla

Paso 1: se asigna una corriente por malla

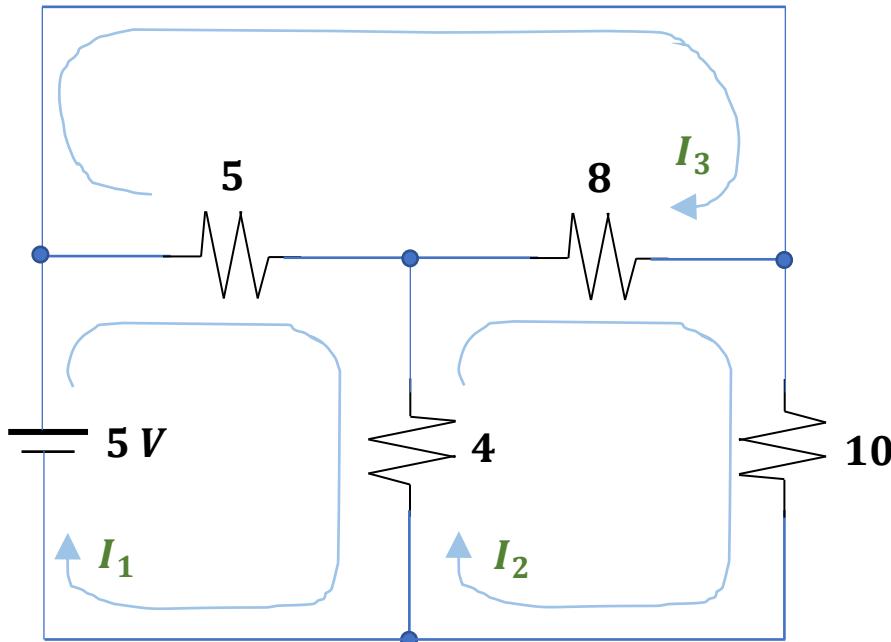


METODO DE MALLAS

Consiste en la aplicación de la segunda ley de Kirchhoff

Ejemplo 1: en el circuito mostrado hallar la corriente de cada malla

Paso 2: se aplica la segunda ley de Kirchhoff en cada malla



Malla 1

$$+ 9I_1 - 4I_2 - 5I_3 = +5$$

Malla 2

$$- 4I_1 + 22I_2 - 8I_3 = 0$$

Malla 3

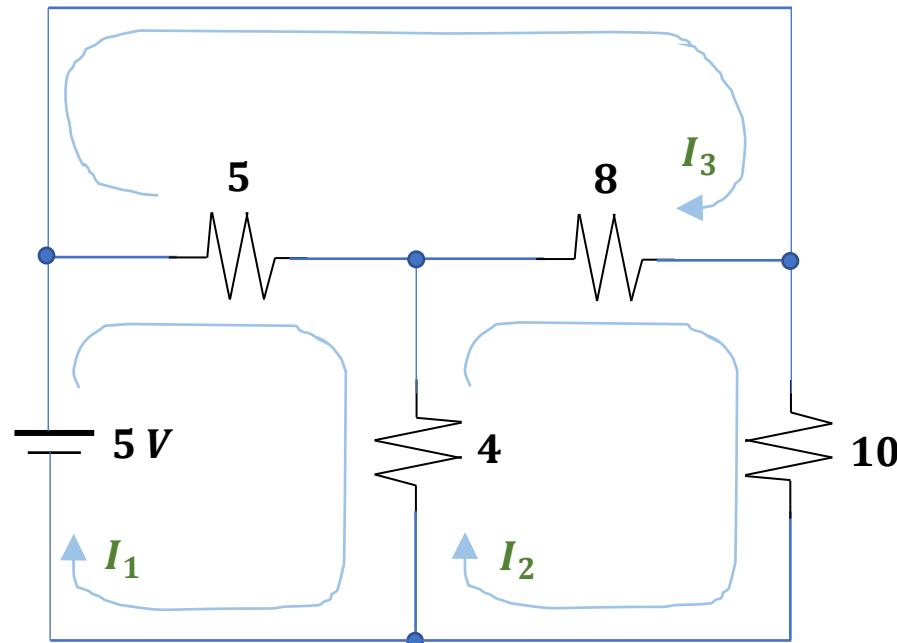
$$- 5I_1 - 8I_2 + 13I_3 = 0$$

METODO DE MALLAS

Consiste en la aplicación de la segunda ley de Kirchhoff

Ejemplo 1: en el circuito mostrado hallar la corriente de cada malla

Paso 3: resolver el conjunto de ecuaciones



Ecuaciones de mallas

$$+ 9I_1 - 4I_2 - 5I_3 = +5$$

$$-4I_1 + 22I_2 - 8I_3 = 0$$

$$-5I_1 - 8I_2 + 13I_3 = 0$$

$$I_1 = 1.207 \text{ A}$$

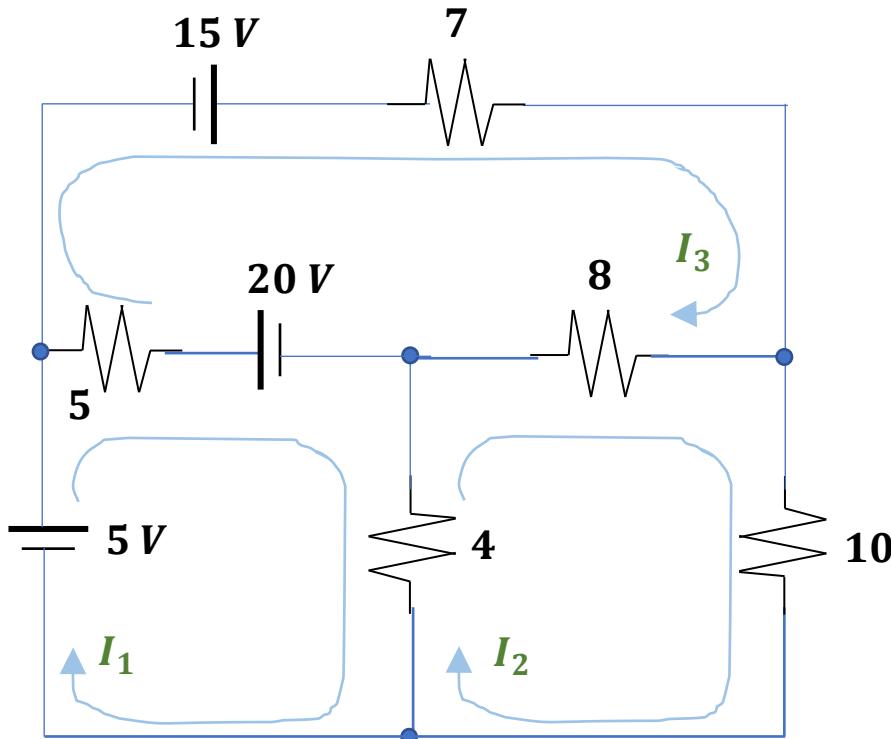
$$I_2 = 0.500 \text{ A}$$

$$I_3 = 0.772 \text{ A}$$

METODO DE MALLAS

Consiste en la aplicación de la segunda ley de Kirchhoff

Ejemplo 2: en el circuito mostrado hallar la corriente de cada malla



Ecuaciones de mallas

$$+ 9I_1 - 4I_2 - 5I_3 = +5 - 20$$

$$-4I_1 + 22I_2 - 8I_3 = 0$$

$$-5I_1 - 8I_2 + 20I_3 = 20 + 15$$

$$I_1 = -0.305 \text{ A}$$

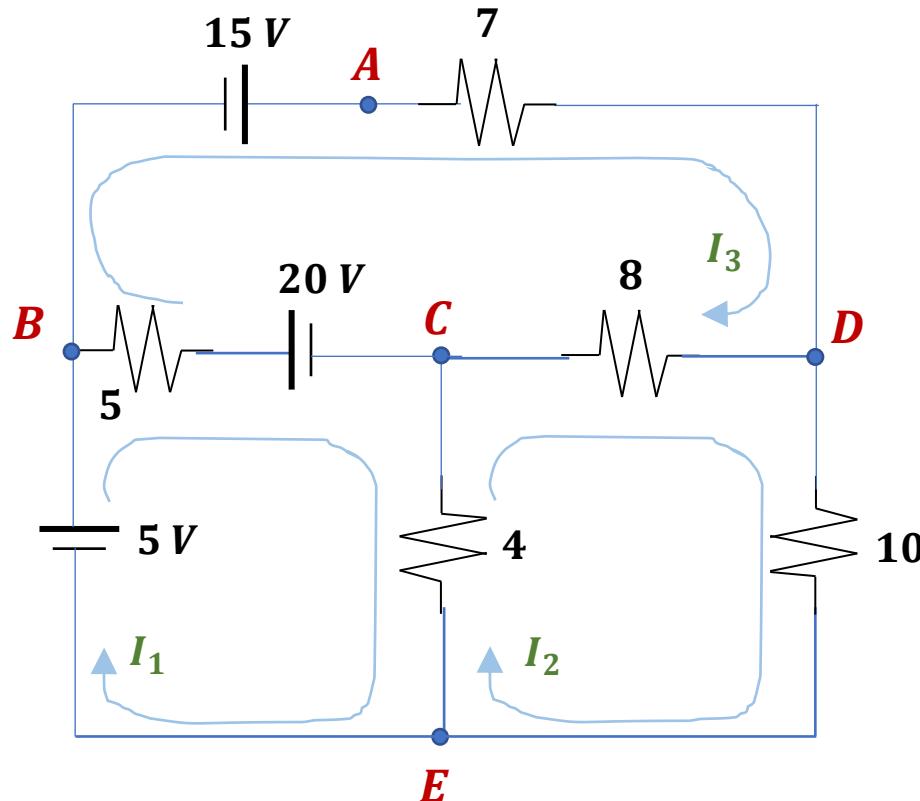
$$I_2 = 0.647 \text{ A}$$

$$I_3 = 1.933 \text{ A}$$

RESULTADOS ADICIONALES, METODO DE MALLAS

Encontrar otras magnitudes después de conocer las corrientes

Ejemplo 3, hallar: 1) la corriente en la fuente de 20 V, 2) la corriente en la resistencia de 10 Ω, 3) el voltaje entre los nodos A y B, V_{AB} , 4) la potencia en las resistencias de 7 Ω y 4 Ω



Corriente en la fuente de 20 V

Corriente en la resistencia de 10 Ω

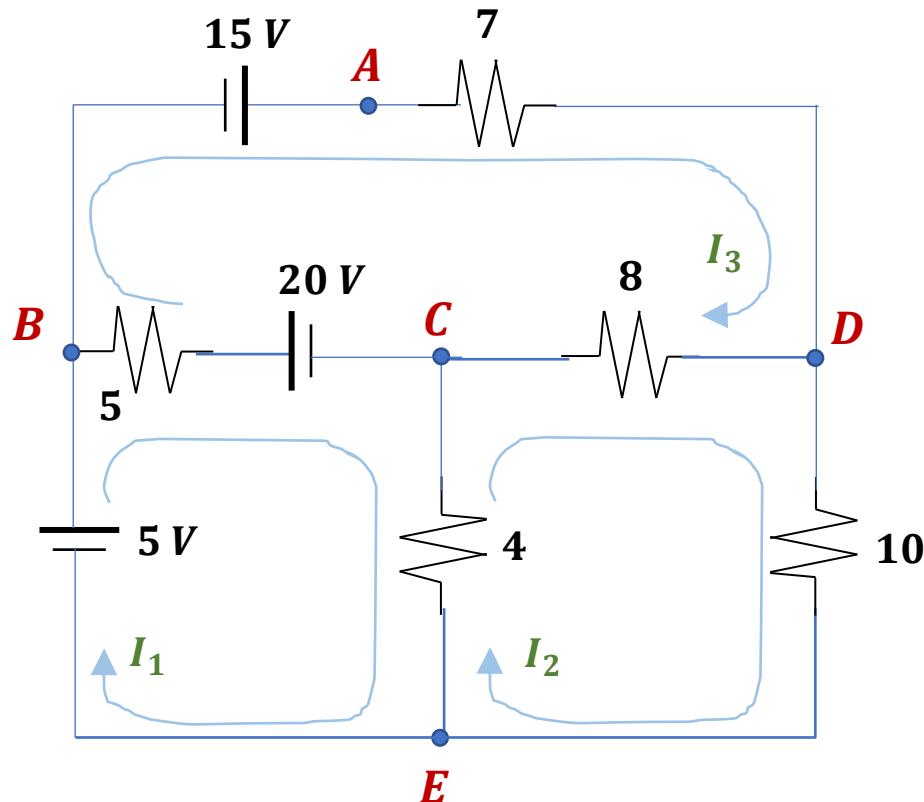
Voltaje del nodo A al nodo B

Potencia en las resistencias

RESULTADOS ADICIONALES, METODO DE MALLAS

Encontrar otras magnitudes después de conocer las corrientes

Ejemplo 3, hallar: 1) la corriente en la fuente de 20 V, 2) la corriente en la resistencia de 10 Ω, 3) el voltaje entre los nodos A y B, V_{AB} , 4) la potencia en las resistencias de 7 Ω y 4 Ω



Corriente en la fuente de 20 V

La corriente en la fuente de 20 V es

$$I_{BC}$$

Por la fuente de 20 voltios pasan dos corrientes, la I_1 y la I_3

I_1 Corriente que va del nodo B al nodo C ... sale del nodo C

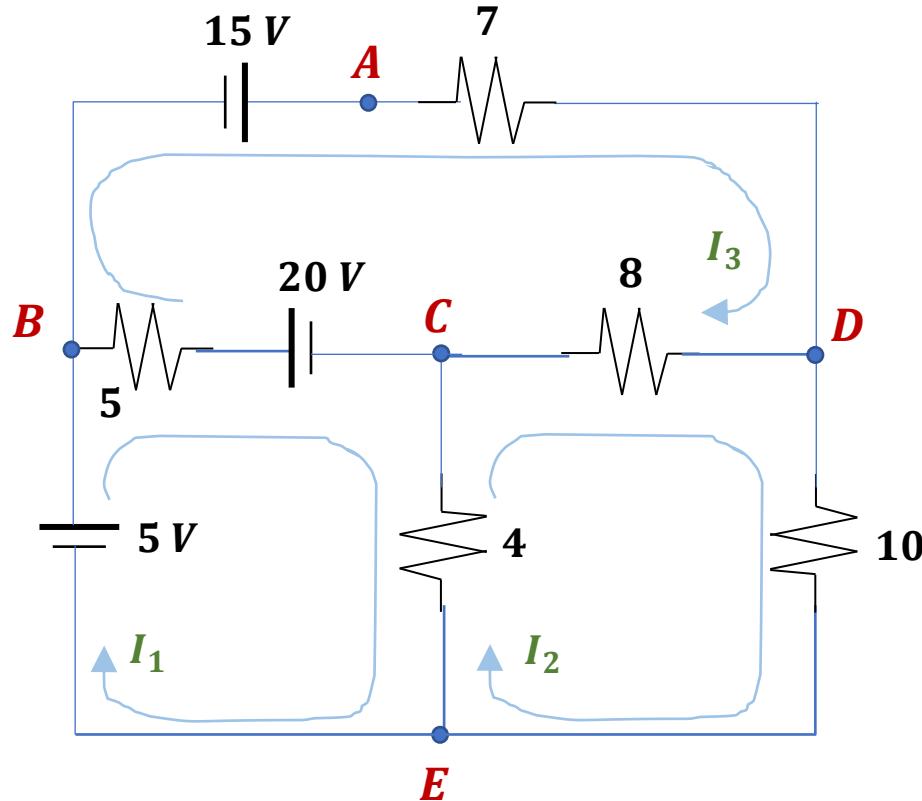
I_3 Corriente que va del nodo C al nodo B ... entra al nodo C

RESULTADOS ADICIONALES, METODO DE MALLAS

Aquí me toca el miércoles 26

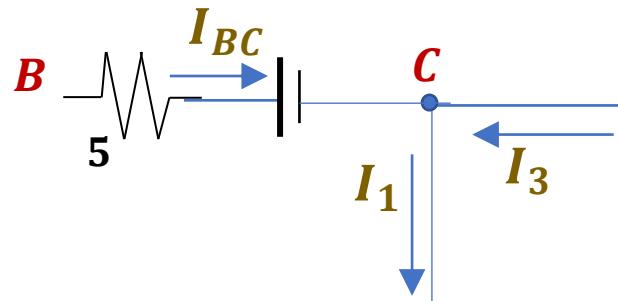
Encontrar otras magnitudes después de conocer las corrientes

Ejemplo 3, hallar: 1) la corriente en la fuente de 20 V, 2) la corriente en la resistencia de 10 Ω, 3) el voltaje entre los nodos A y B, V_{AB} , 4) la potencia en las resistencias de 7 Ω y 4 Ω



Corriente en la fuente de 20 V

La corriente en la fuente de 20 V es



Según la primera Ley de Kirchhoff

$$I_{BC} + I_3 = I_1$$

$$I_{BC} = I_1 - I_3$$

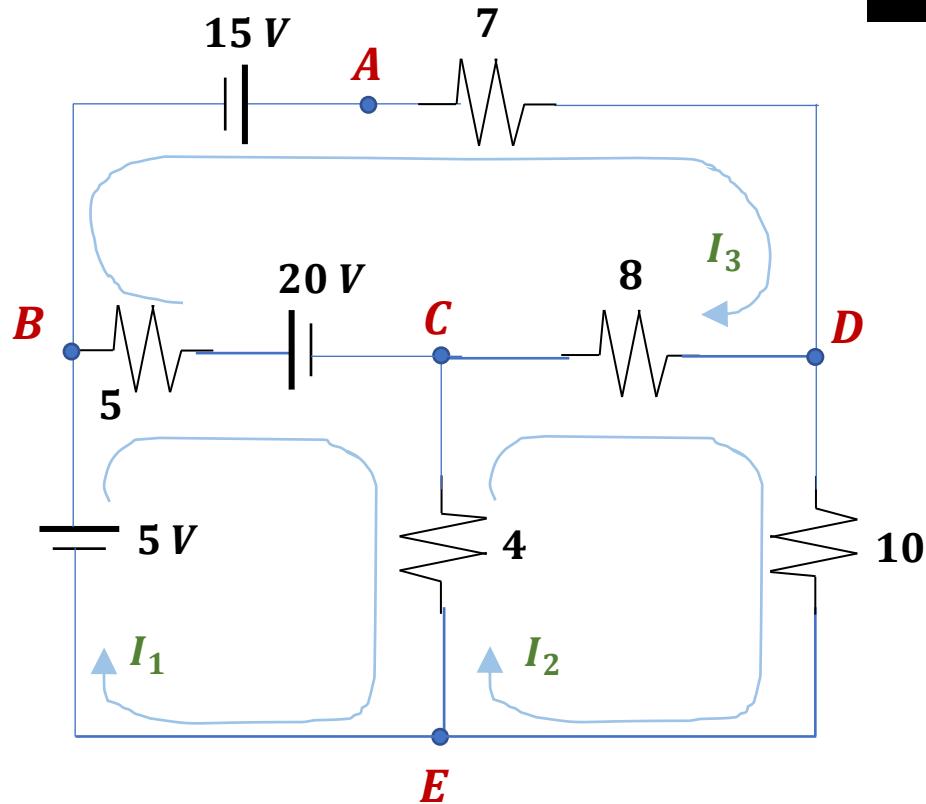
$$I_{BC} = -0.305 - 1.933$$

$$I_{BC} = -2.238 \text{ A}$$

RESULTADOS ADICIONALES, METODO DE MALLAS

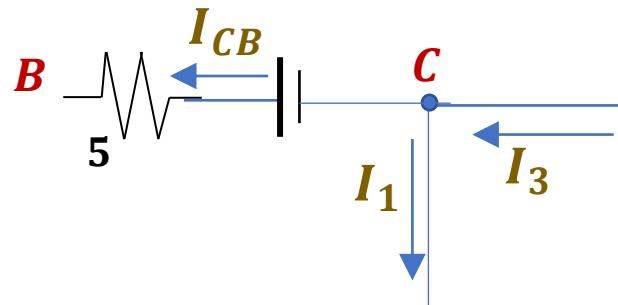
Encontrar otras magnitudes después de conocer las corrientes

Ejemplo 3, hallar: 1) la corriente en la fuente de 20 V, 2) la corriente en la resistencia de 10 Ω, 3) el voltaje entre los nodos A y B, V_{AB} , 4) la potencia en las resistencias de 7 Ω y 4 Ω



Corriente en la fuente de 20 V de C a B

La corriente en la fuente de 20 V es



Según la primera Ley de Kirchhoff

$$I_{CB} + I_1 = I_3$$

$$I_{CB} = I_3 - I_1$$

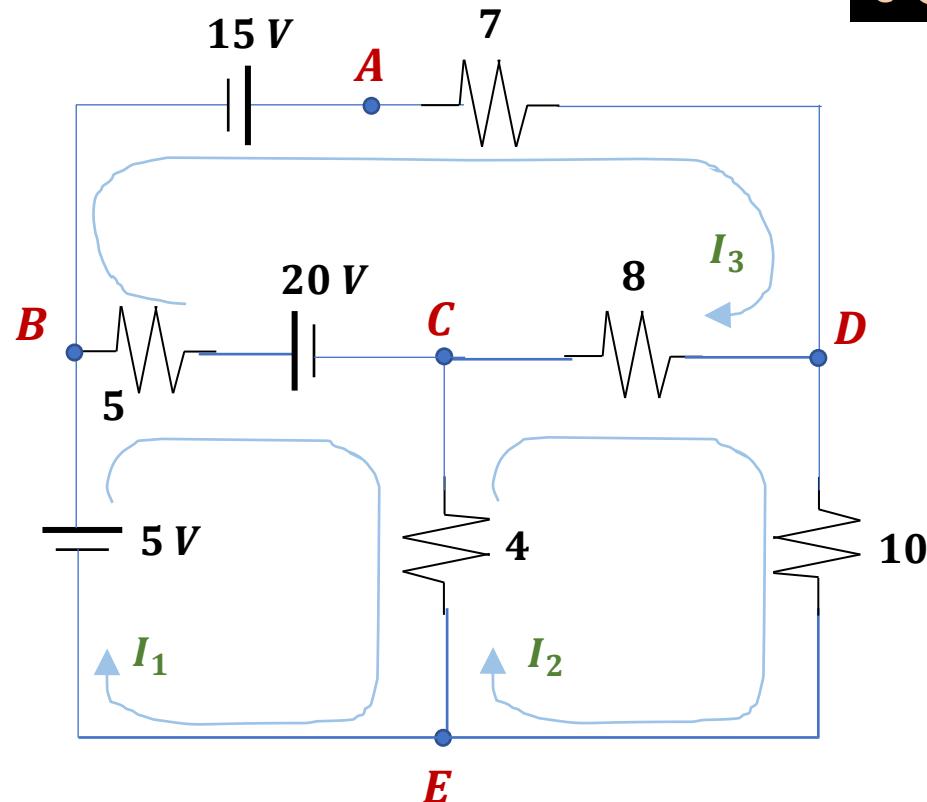
$$I_{CB} = 1.933 - (-0.305)$$

$$I_{CB} = 2.238 \text{ A}$$

RESULTADOS ADICIONALES, METODO DE MALLAS

Encontrar otras magnitudes después de conocer las corrientes

Ejemplo 3, hallar: 1) la corriente en la fuente de 20 V, 2) la corriente en la resistencia de 10 Ω, 3) el voltaje entre los nodos A y B, V_{AB} , 4) la potencia en las resistencias de 7 Ω y 4 Ω



¿Qué se deduce de los resultados anteriores

$$I_{BC} = -I_{CB}$$

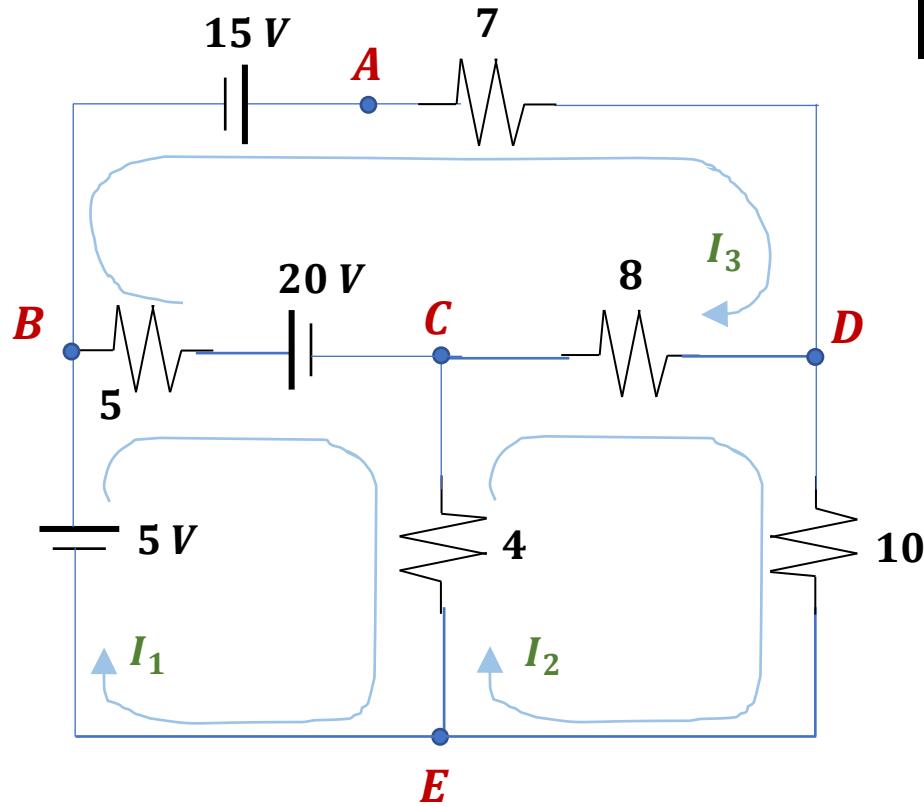
En general:

$$I_{xy} = -I_{yx}$$

RESULTADOS ADICIONALES, METODO DE MALLAS

Encontrar otras magnitudes después de conocer las corrientes

Ejemplo 3, hallar: 1) la corriente en la fuente de 20 V, 2) la corriente en la resistencia de 10 Ω, 3) el voltaje entre los nodos A y B, V_{AB} , 4) la potencia en las resistencias de 7 Ω y 4 Ω



Corriente en la resistencia de 10 ohmios

La corriente única en la resistencia de 10 ohmios es I_2

$$I_2 = 0.647 \text{ A}$$

$$I_2 = I_{DE}$$

$$I_{DE} = 0.647 \text{ A}$$

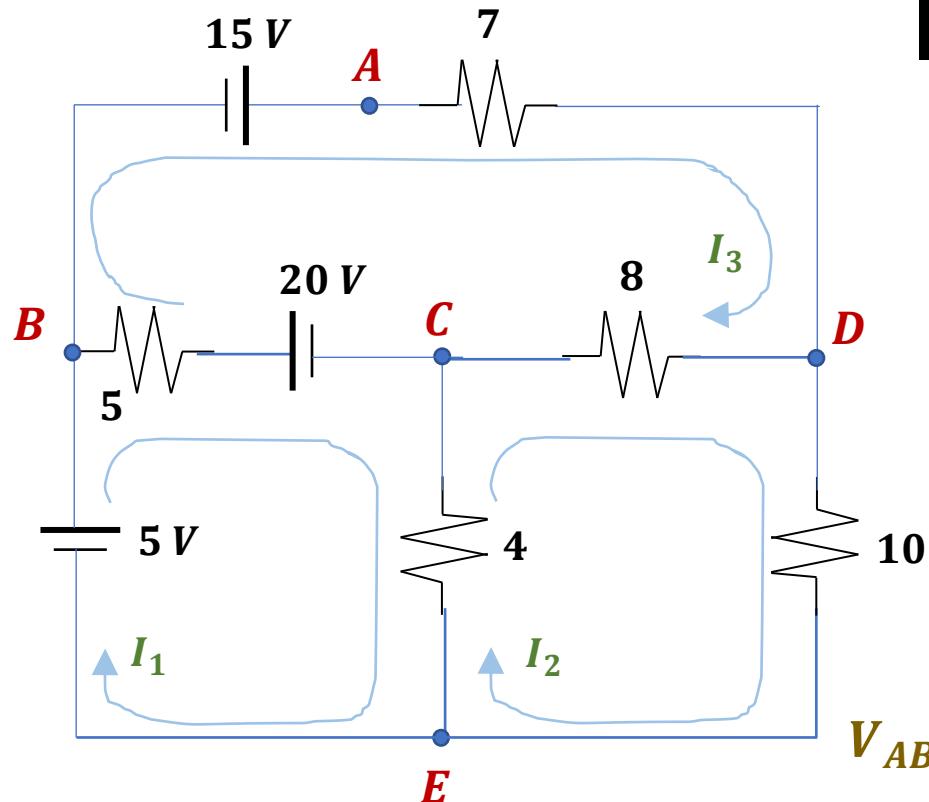
$$I_{ED} = -0.647 \text{ A}$$

$$I_2 = -I_{ED}$$

RESULTADOS ADICIONALES, METODO DE MALLAS

Encontrar otras magnitudes después de conocer las corrientes

Ejemplo 3, hallar: 1) la corriente en la fuente de 20 V, 2) la corriente en la resistencia de 10 Ω, 3) el voltaje entre los nodos A y B, V_{AB} , 4) la potencia en las resistencias de 7 Ω y 4 Ω



Voltaje del nodo A al nodo B

Elegimos una trayectoria de A a B.
Primero, la trayectoria AB

$$V_{AB} = 15 \text{ V}$$

Ahora, elegimos una trayectoria de A a B. Primero, la trayectoria ADCEB

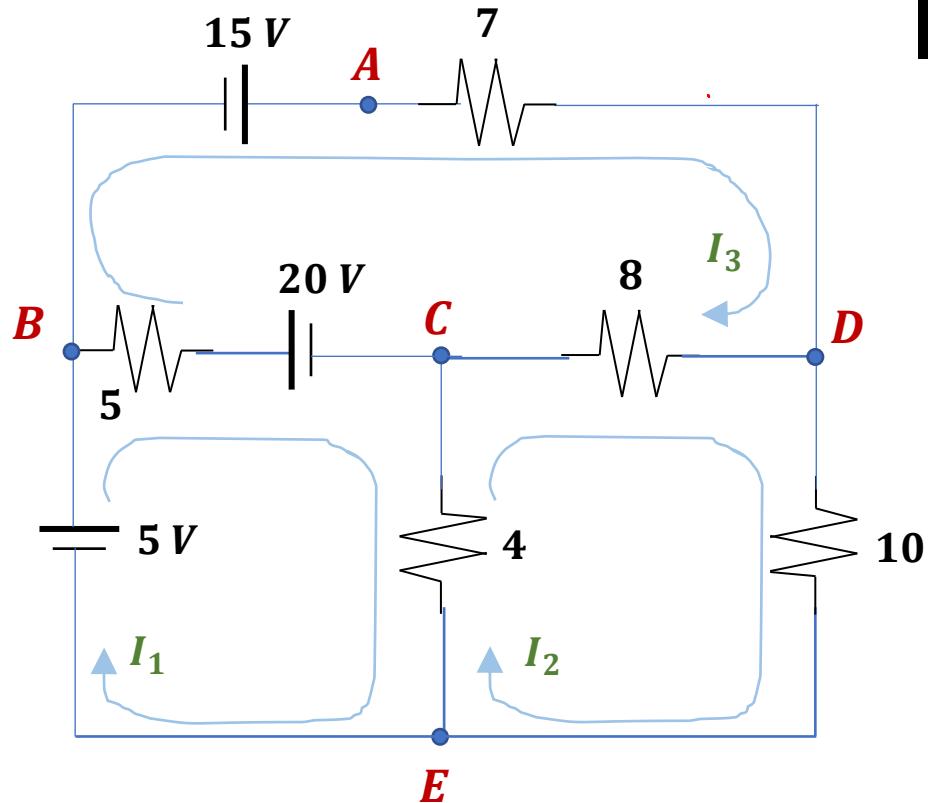
$$V_{AB} = 7I_3 + 8(I_3 - I_2) + 4(I_1 - I_2) - 5$$

$$V_{AB} = 15 \text{ V}$$

RESULTADOS ADICIONALES, METODO DE MALLAS

Encontrar otras magnitudes después de conocer las corrientes

Ejemplo 3, hallar: 1) la corriente en la fuente de 20 V, 2) la corriente en la resistencia de 10 Ω, 3) el voltaje entre los nodos A y B, V_{AB} , 4) la potencia en las resistencias de 7 Ω y 4 Ω



Potencia en las resistencias = RI^2

$$P_{7\Omega} = 7(I_3)^2 =$$

$$P_{8\Omega} = 8(I_3 - I_2)^2 = 8(1.933 - 0.647)^2 = 13.23 \text{ W}$$

Potencia en la resistencia de 7 ohmios

$$P_{10\Omega} = 10I^2 = 10(0.647)^2 = 4.19 \text{ W}$$

$$P_{7\Omega} = 7(I_3)^2 = 26.15 \text{ W}$$

$$P_{5\Omega} = 5(I_1 - I_2)^2 = 5(-0.305 - 1.933)^2 = 25.04 \text{ W}$$

Potencia en la resistencia de 4 ohmios

$$P_{4\Omega} = 4(I_1 - I_2)^2 = 3.62 \text{ W}$$

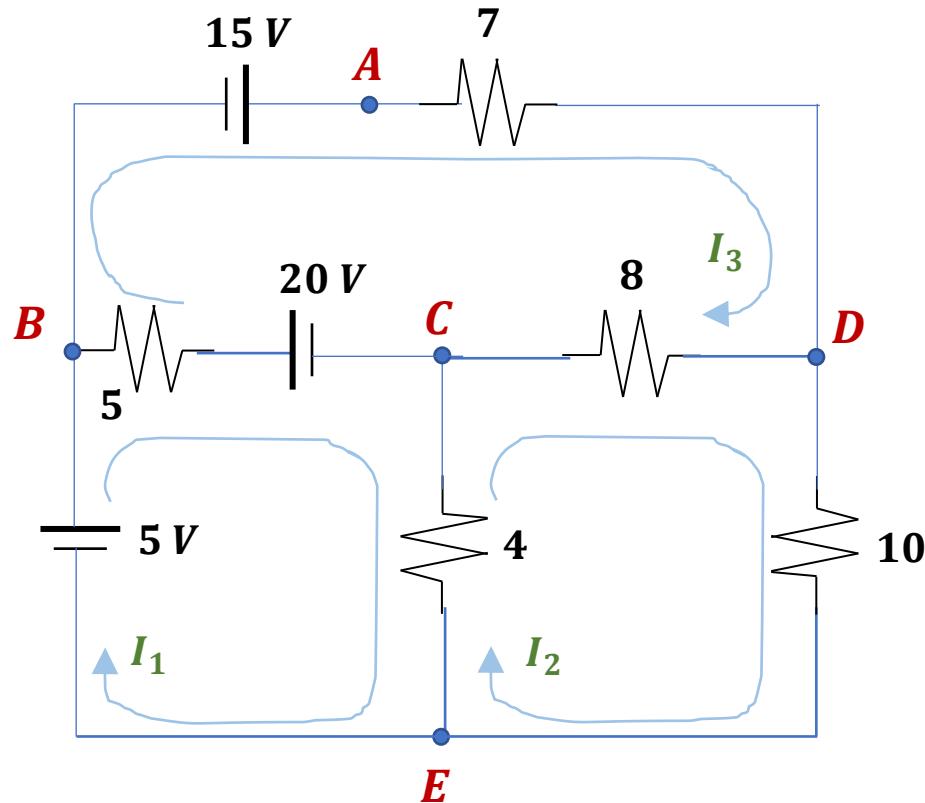
$$\sum P_R = 77.13 + 1.525 = 73.76 \text{ W}$$

$$\sum P_{\text{Generada}} = 73.76 \text{ W}$$

RESULTADOS ADICIONALES, METODO DE MALLAS

Encontrar otras magnitudes después de conocer las corrientes

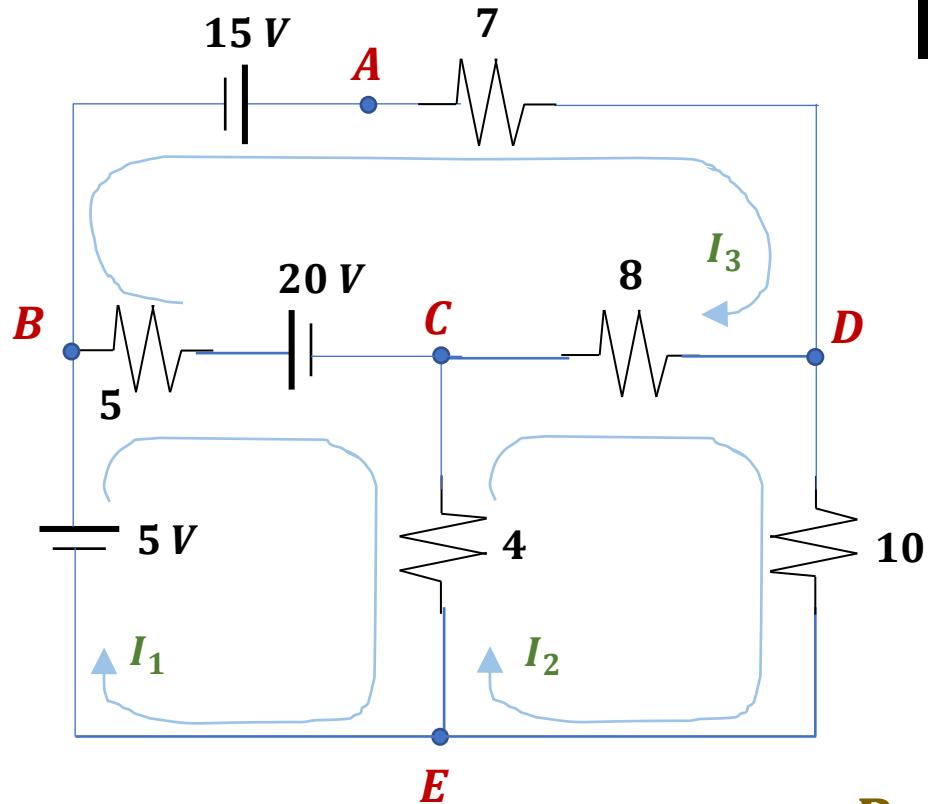
Ejemplo 3, hallar: 1) la corriente en la fuente de 20 V, 2) la corriente en la resistencia de 10 Ω, 3) el voltaje entre los nodos A y B, V_{AB} , 4) la potencia en las resistencias de 7 Ω y 4 Ω



RESULTADOS ADICIONALES, METODO DE MALLAS

Encontrar otras magnitudes después de conocer las corrientes

Ejemplo 3, hallar: 1) la corriente en la fuente de 20 V, 2) la corriente en la resistencia de 10 Ω, 3) el voltaje entre los nodos A y B, V_{AB} , 4) la potencia en las resistencias de 7 Ω y 4 Ω



$$\text{Potencia en una fuente} = VI$$

Potencia en la fuente de 15 V

$$P_{15V} = 15I_3 = 29 \text{ W}$$

Potencia en la fuente de 5 V

$$P_{5V} = 5I_1 = -1.525 \text{ W}$$

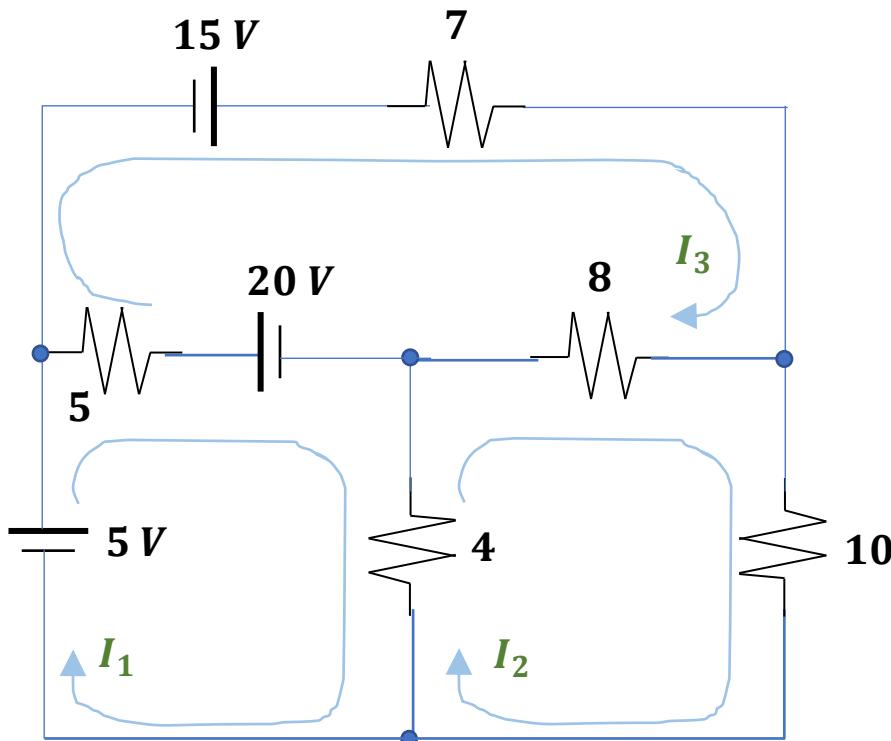
Potencia en la fuente de 20 V

$$P_{20V} = 20(I_3 - I_1) = 44.76 \text{ W}$$

METODO DE MALLAS

REGLA DE KRAMER

Ejemplo 4: en el circuito mostrado hallar la corriente de cada malla por medio de Kramer



Ecuaciones de mallas

$$+ 9I_1 - 4I_2 - 5I_3 = +5 - 20$$

$$-4I_1 + 22I_2 - 8I_3 = 0$$

$$-5I_1 - 8I_2 + 20I_3 = 20 + 15$$

$$I_1 = -0.305 \text{ A}$$

$$I_2 = 0.647 \text{ A}$$

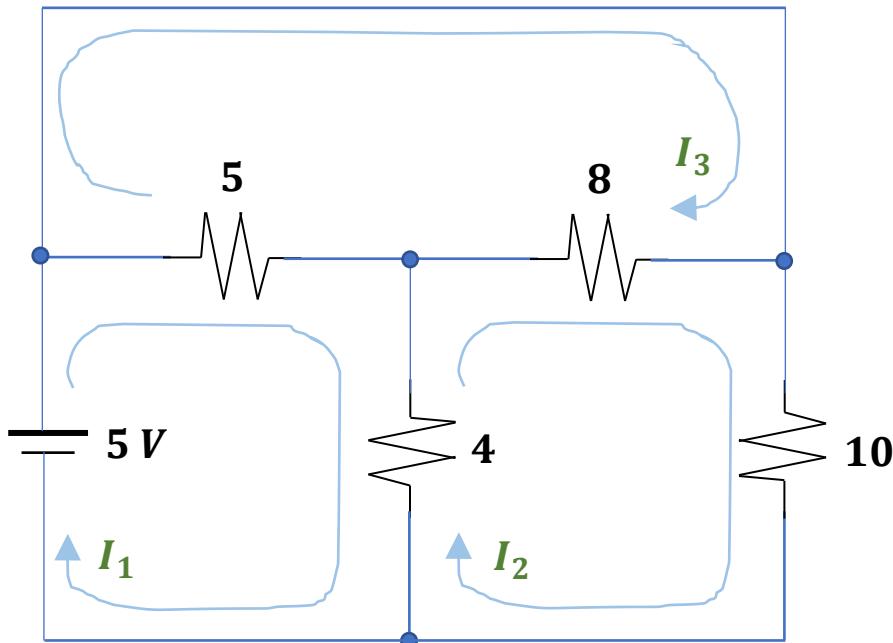
$$I_3 = 1.933 \text{ A}$$

METODO DE MALLAS

Consiste en la aplicación de la segunda ley de Kirchhoff

Ejemplo 1: en el circuito mostrado hallar la corriente de cada malla

Paso 2: se aplica la segunda ley de Kirchhoff en cada malla



Resistencia propia

$$R_{11} = 5 + 4 = 9 \Omega$$

$$R_{22} = 4 + 8 + 10 = 22 \Omega$$

$$R_{33} = 5 + 8 = 13 \Omega$$

Resistencia mutua

$$R_{12} = R_{21} = 4 \Omega$$

$$R_{13} = 5 \Omega$$

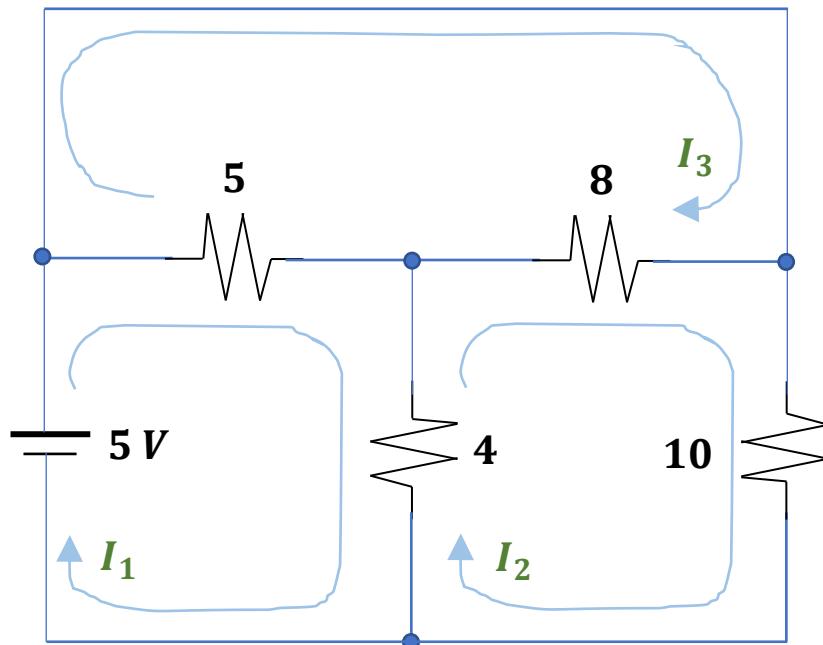
$$R_{32} = 8 \Omega$$

METODO DE MALLAS

Consiste en la aplicación de la segunda ley de Kirchhoff

Ejemplo 1: en el circuito mostrado hallar la corriente de cada malla

Paso 2: se aplica la segunda ley de Kirchhoff en cada malla



Ecuaciones generales

Malla 1

$$+ R_{11} I_1 - R_{12} I_2 - R_{13} I_3 = \sum V_{Fuentes malla 1}$$

Malla 2

$$- R_{21} I_1 + R_{22} I_2 - R_{23} I_3 = \sum V_{Fuentes malla 2}$$

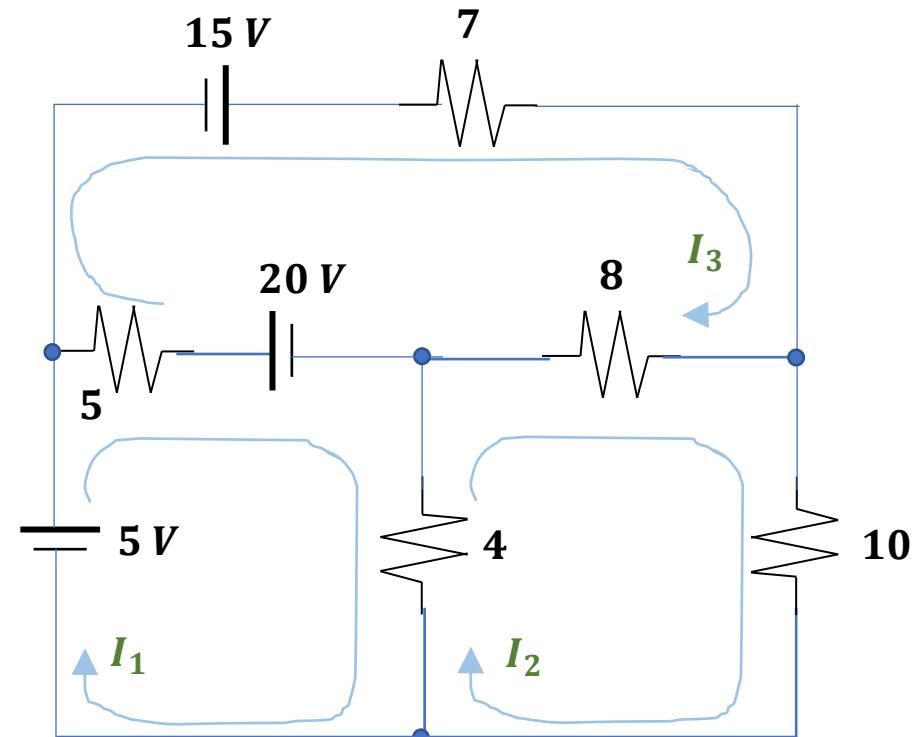
Malla 3

$$- R_{31} I_1 - R_{32} I_2 + R_{33} I_3 = \sum V_{Fuentes malla 3}$$

METODO DE MALLAS

REGLA DE KRAMER

Ejemplo 4: en el circuito mostrado hallar la corriente de cada malla



$$\begin{vmatrix} +9 & -4 & -5 \\ -4 & +22 & -8 \\ -5 & -8 & +20 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -15 \\ 0 \\ 35 \end{vmatrix}$$

Regla de Kramer

REGLA DE KRAMER

$$\begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} j \\ k \\ l \end{bmatrix}$$

$$x = \frac{\begin{vmatrix} j & b & c \\ k & e & f \\ l & h & i \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix}}; \quad y = \frac{\begin{vmatrix} a & j & c \\ d & k & f \\ g & l & i \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix}}, \quad z = \frac{\begin{vmatrix} a & b & j \\ d & e & k \\ g & h & l \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix}}$$

METODO DE MALLAS

Aplicando Kramer al Ejemplo

Ejemplo 4: en el circuito mostrado hallar la corriente de cada malla

REGLA DE KRAMER

$$\begin{vmatrix} +9 & -4 & -5 \\ -4 & +22 & -8 \\ -5 & -8 & +20 \end{vmatrix} \begin{matrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{matrix} = \begin{vmatrix} -15 \\ 0 \\ 35 \end{vmatrix}$$

Δ = determinante total

$$\Delta = \begin{vmatrix} +9 & -4 & -5 \\ -4 & +22 & -8 \\ -5 & -8 & +20 \end{vmatrix} = 9 \begin{vmatrix} +22 & -8 \\ -8 & +20 \end{vmatrix} + 4 \begin{vmatrix} -4 & -8 \\ -5 & +20 \end{vmatrix} - 5 \begin{vmatrix} -4 & +22 \\ -5 & -8 \end{vmatrix}$$

$$\Delta = 9(22 * 20 - 8 * 8) + 4((-4 * 20) - (-5 * -8)) - 5((-4 * -8) - (-5 * 22))$$

$$\Delta = 3,384 - 480 - 710 = 2194$$

METODO DE MALLAS

Consiste en la aplicación de la segunda ley de Kirchhoff

Ejemplo 4: en el circuito mostrado hallar la corriente de cada malla

REGLA DE KRAMER

$$\begin{vmatrix} +9 & -4 & -5 \\ -4 & +22 & -8 \\ -5 & -8 & +20 \end{vmatrix} \begin{matrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{matrix} = \begin{vmatrix} -15 \\ 0 \\ 35 \end{vmatrix}$$
$$I_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} \quad I_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} \quad I_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta}$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} -15 & -4 & -5 \\ 0 & +22 & -8 \\ 35 & -8 & +20 \end{vmatrix} = -15 \begin{vmatrix} +22 & -8 \\ -8 & +20 \end{vmatrix} + 4 \begin{vmatrix} 0 & -8 \\ 35 & +20 \end{vmatrix} - 5 \begin{vmatrix} 0 & +22 \\ 35 & -8 \end{vmatrix}$$

$$\Delta_1 = -15(22 * 20 - 8 * 8) + 4((0 * 20) - (35 * -8)) - 5((0 * -8) - (35 * 22))$$

$$\Delta_1 = -5640 + 1120 + 3850 = -670$$

METODO DE MALLAS

Consiste en la aplicación de la segunda ley de Kirchhoff

Ejemplo 4: en el circuito mostrado hallar la corriente de cada malla

$$I_1 = \frac{\Delta 1}{\Delta} = \frac{-670}{2194} = -0.305 \text{ A}$$

METODO DE MALLAS

Consiste en la aplicación de la segunda ley de Kirchhoff

Ejemplo 4: en el circuito mostrado hallar la corriente de cada malla

REGLA DE KRAMER

$$\begin{vmatrix} +9 & -4 & -5 \\ -4 & +22 & -8 \\ -5 & -8 & +20 \end{vmatrix} \begin{matrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{matrix} = \begin{vmatrix} -15 \\ 0 \\ 35 \end{vmatrix}$$
$$I_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta}, \quad I_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta}, \quad I_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta}$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 9 & -15 & -5 \\ -4 & 0 & -8 \\ -5 & 35 & +20 \end{vmatrix} = +9 \begin{vmatrix} 0 & -8 & +15 \\ 35 & +20 & -5 \\ -5 & +20 & -5 \end{vmatrix} - 5 \begin{vmatrix} -4 & -8 & -4 \\ -5 & +20 & -5 \\ -5 & -5 & 0 \end{vmatrix} = 0$$

$$\Delta_2 = 9(0 + 8 * 35) + 15((-4 * 20) - (-5 * -8)) - 5((-4 * 35) - (-5 * 0))$$

$$\Delta_2 = 2520 - 1800 + 700 = 1420$$

METODO DE MALLAS

Consiste en la aplicación de la segunda ley de Kirchhoff

Ejemplo 4: en el circuito mostrado hallar la corriente de cada malla

$$I_1 = \frac{\Delta 1}{\Delta} = \frac{-670}{2194} = -0.305 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{\Delta 2}{\Delta} = \frac{1420}{2194} = 0.647 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{\Delta 3}{\Delta} = \frac{4240}{2194} = 1.933 \text{ A}$$

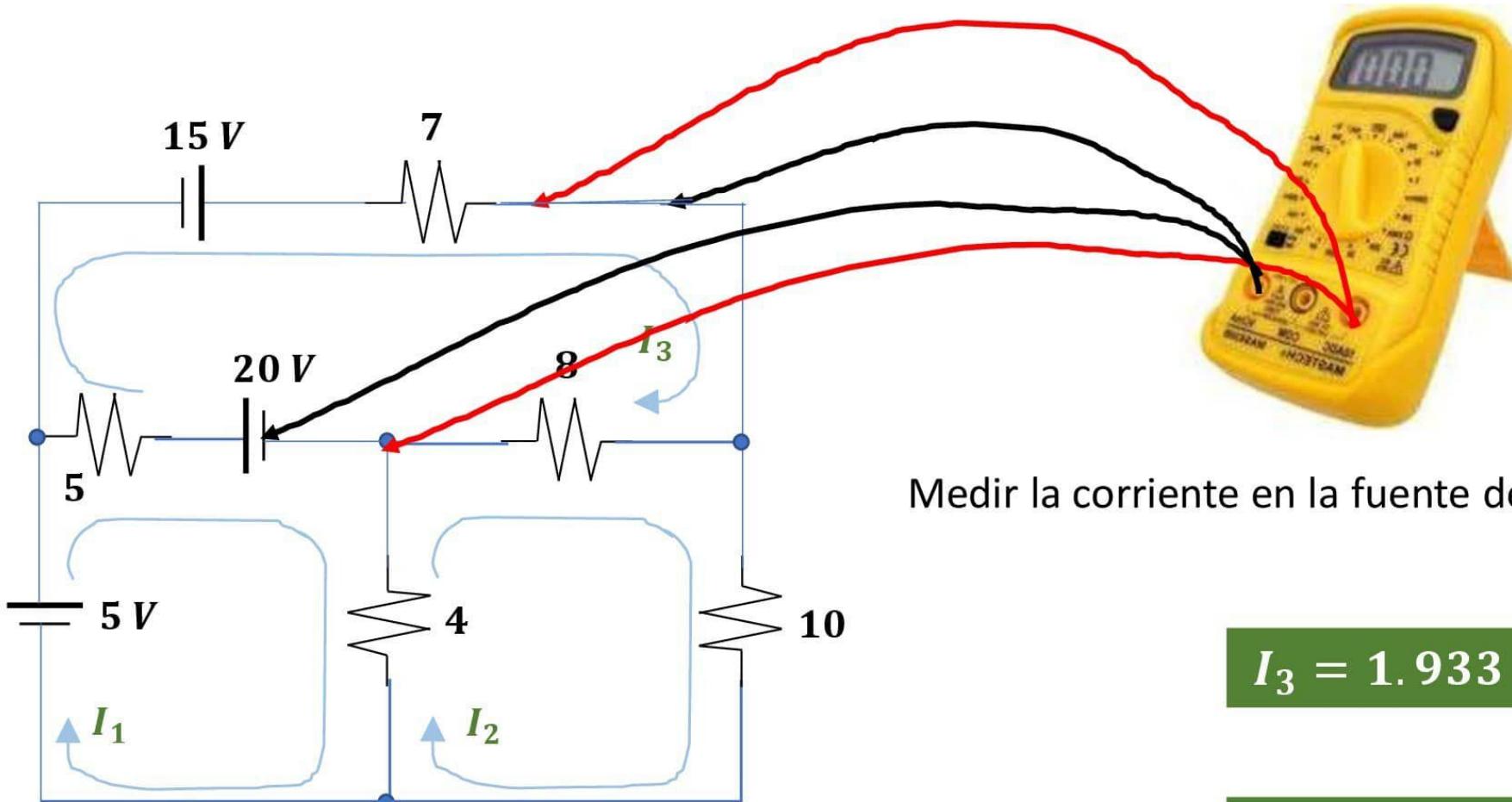
INGENIERÍA ELÉCTRICA 1

MEDICIONES

corriente

CÓMO SE MIDE LA CORRIENTE

Medir la corriente en la resistencia de 7 ohmios

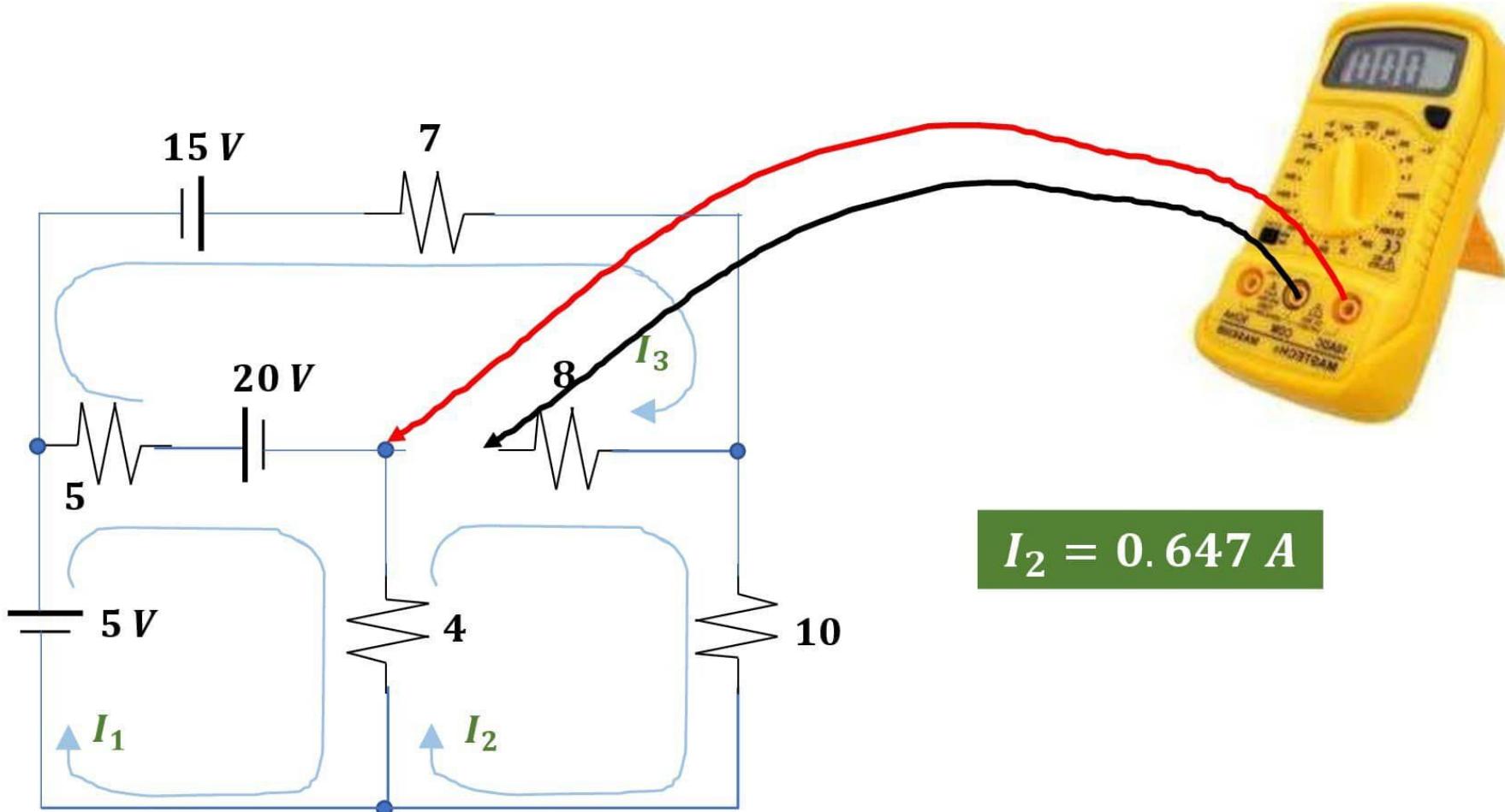


Medir la corriente en la fuente de 20 V

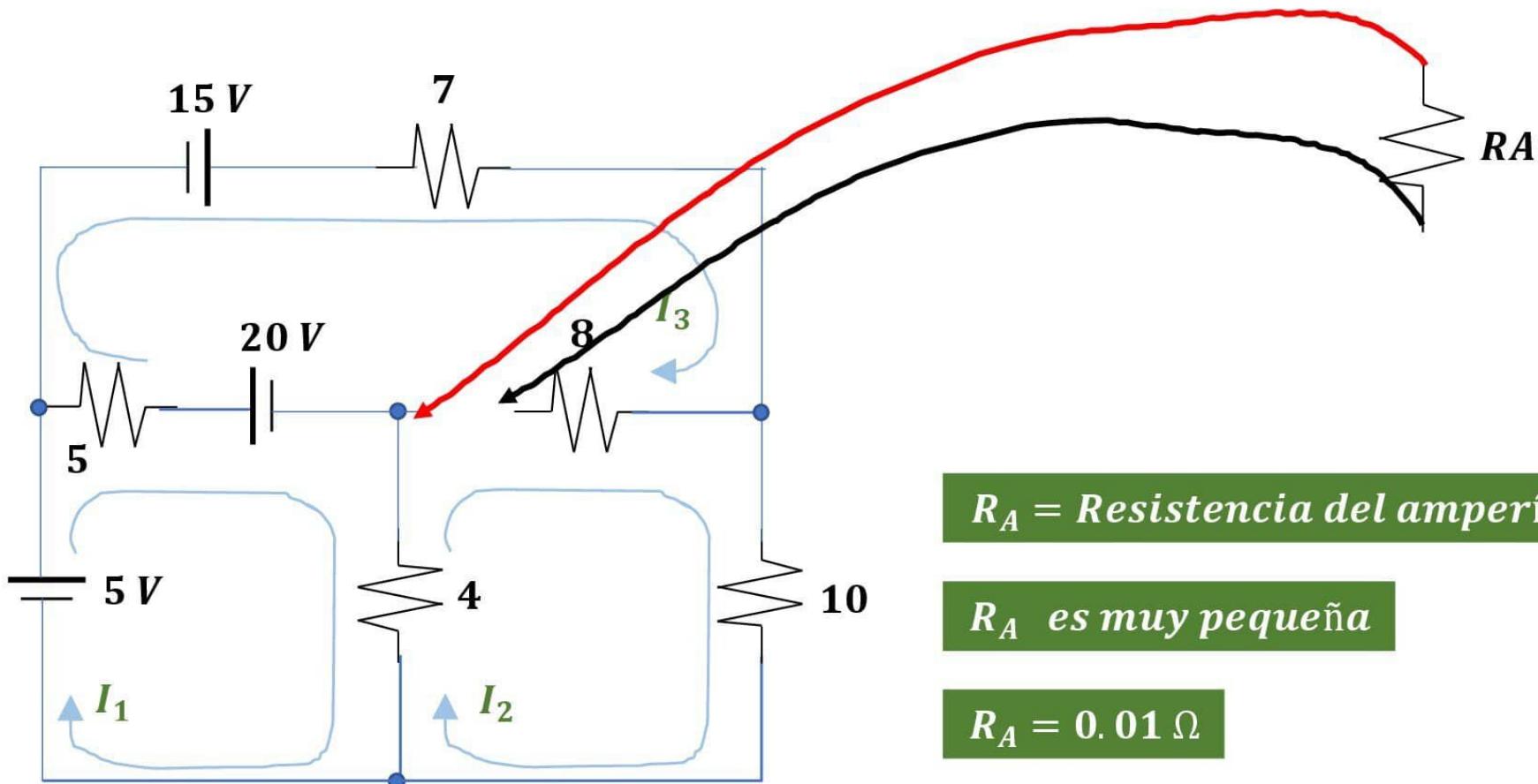
$$I_3 = 1.933 \text{ A}$$

$$I_{CB} = 2.238 \text{ A}$$

CÓMO SE MIDE LA CORRIENTE



CÓMO SE MIDE LA CORRIENTE



$R_A = \text{Resistencia del amperímetro}$

R_A es muy pequeña

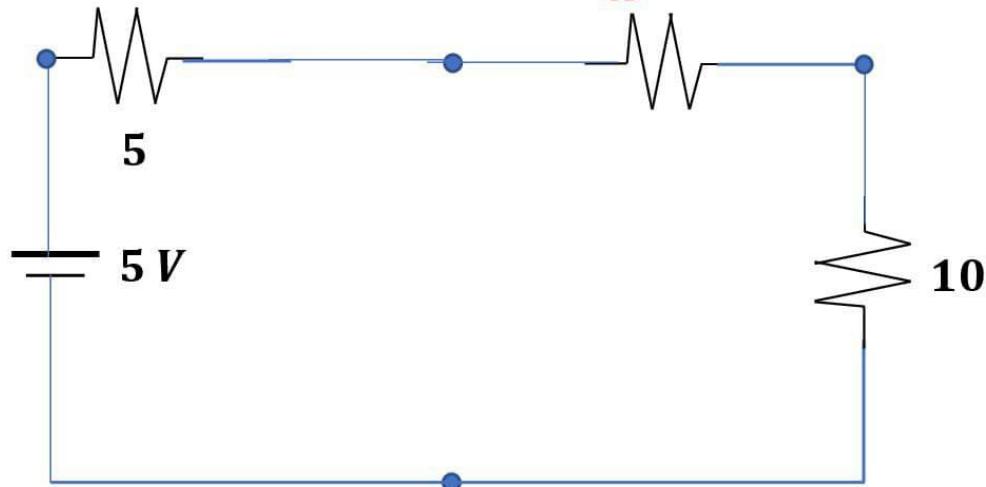
$$R_A = 0.01 \Omega$$

CÓMO SE MIDE LA CORRIENTE

Calcular el error de medición

Amperímetro

$$R_A = 4$$



$$\text{Error \%} = \frac{0.263 - 0.333}{0.333} = -21\%$$

$$I \text{ sin amperímetro} = \frac{5}{5 + 10} = 0.333 \text{ A}$$

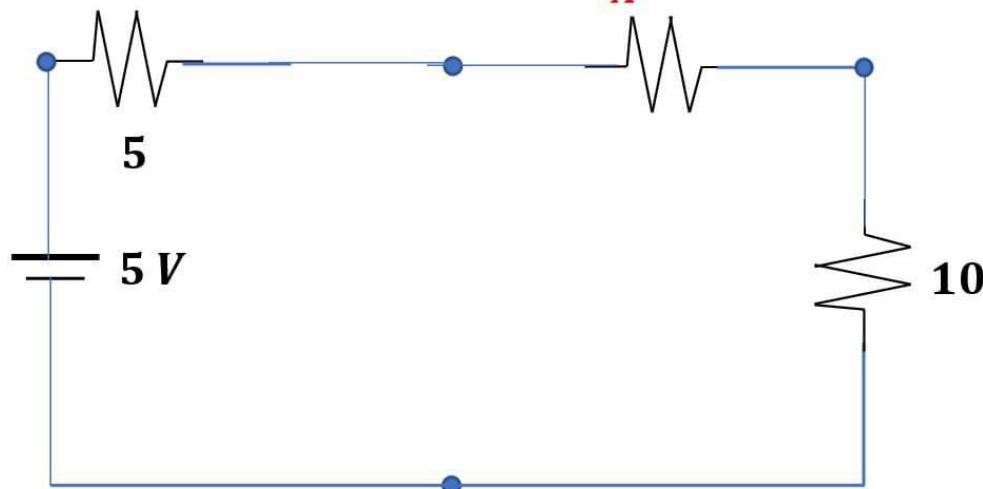
$$I \text{ con amperímetro} = \frac{5}{5 + 4 + 10} = 0.263 \text{ A}$$

CÓMO SE MIDE LA CORRIENTE

Calcular el error de medición

Amperímetro

$$R_A = 0.01$$



$$\text{Error \%} = \frac{0.331 - 0.333}{0.333} = -0.6\%$$

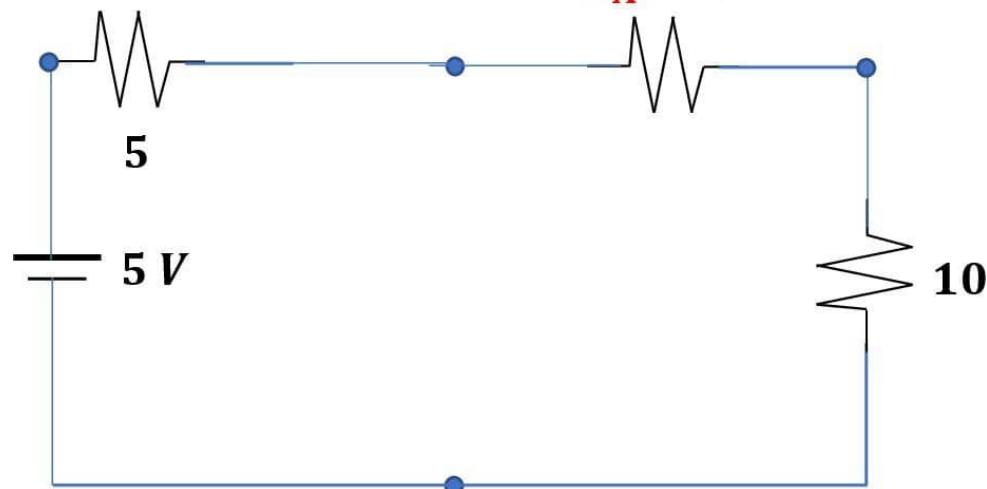
$$I \text{ sin amperímetro} = \frac{5}{5 + 10} = 0.333 \text{ A}$$

$$I \text{ con amperímetro} = \frac{5}{5 + 0.1 + 10} = 0.331 \text{ A}$$

CÓMO SE MIDE LA CORRIENTE

Amperímetro

$$R_A = 0.01$$

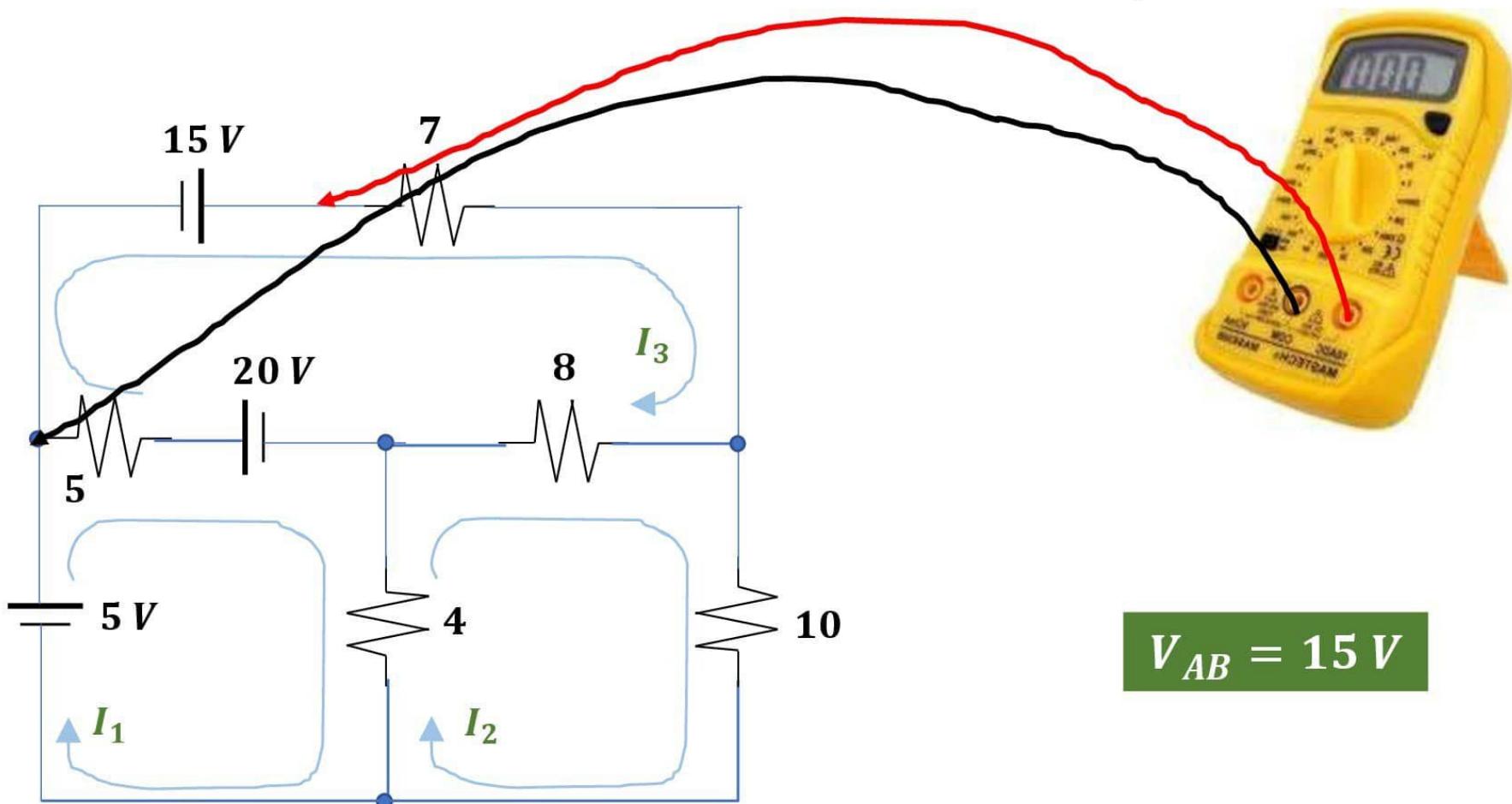


EL AMPERÍMTRO

1. *se conecta en serie*
2. *Se elige la escala más alta*
3. *La resistencia tiende a cero*
4. *Se mide la más cerca de plena escala*
5. *puede originar efecto de carga*

CÓMO SE MIDE EL VOLTAJE

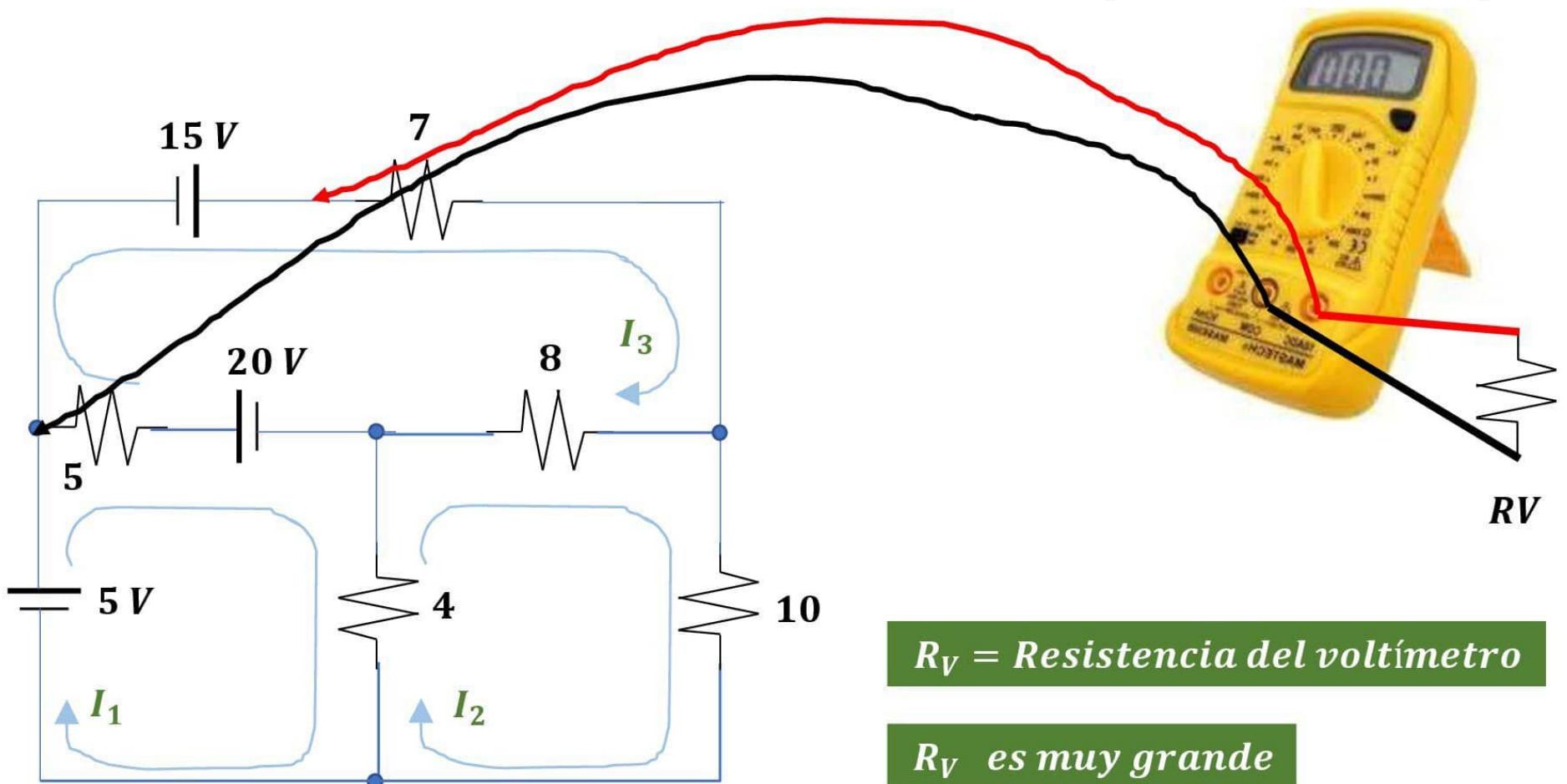
Medir el voltaje entre los nodos A y B



$$V_{AB} = 15 \text{ V}$$

CÓMO SE MIDE EL VOLTAJE

Medir el voltaje entre los nodos A y B

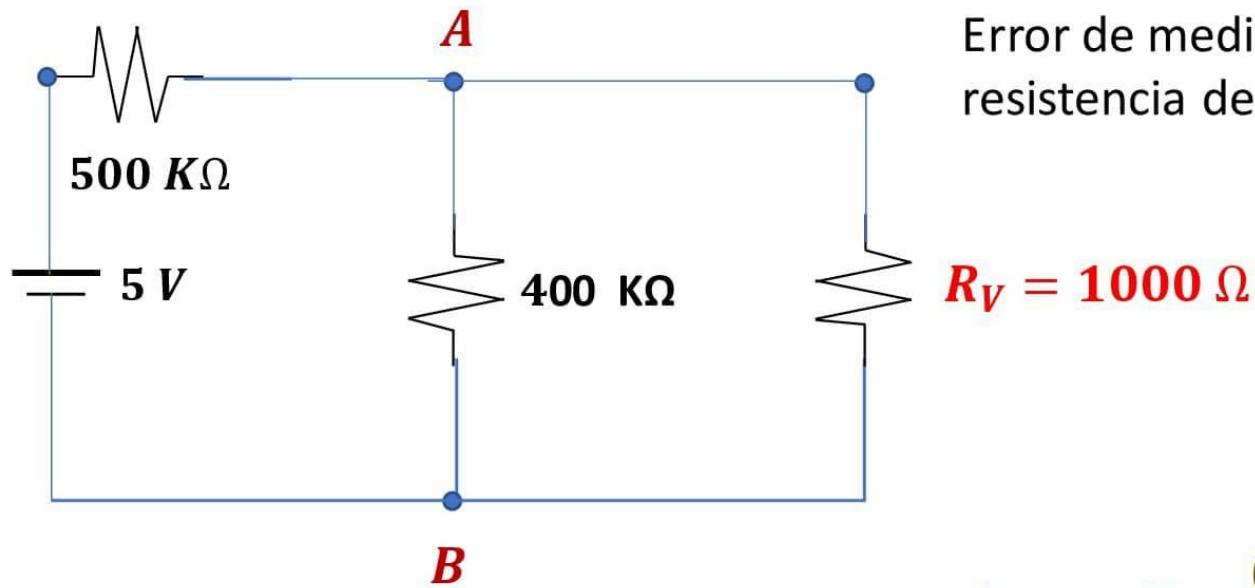


$R_V = \text{Resistencia del voltímetro}$

R_V es muy grande

$R_V = 10,000,000 \Omega$

EFFECTO DE CARGA DEL VOLTÍMETRO



Error de medición al medir el voltaje en la resistencia de 400 kΩ

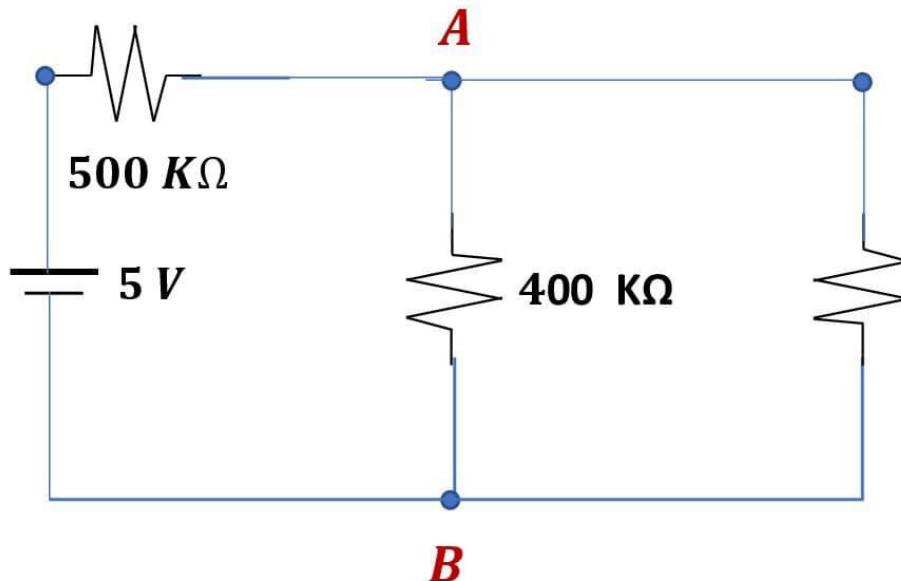
$$R_V = 1000 \Omega$$

$$\text{Error \%} = \frac{0.0098 - 2.222}{2.222} \times 100 = -99 \%$$

$$V \sin \text{voltímetro} = \frac{5}{500k + 400k} 400k = 2.222 \text{ V}$$

$$V \text{ con voltímetro} = \frac{5}{1000 + 500k} 1000 = 0.0098 \text{ V}$$

EFFECTO DE CARGA DEL VOLTÍMETRO



Error de medición al medir el voltaje en la
resistencia de 400 kΩ

$$R_V = 1,000,000 \Omega$$

$$\text{Error \%} = \frac{2.17 - 2.222}{2.222} = -2.25 \%$$

$$V \sin \text{voltímetro} = \frac{5}{500k + 400k} 400k = 2.222 \text{ V}$$

$$V \text{ con voltímetro} = \frac{5}{500k + 384k} 384k = 2.17 \text{ V}$$

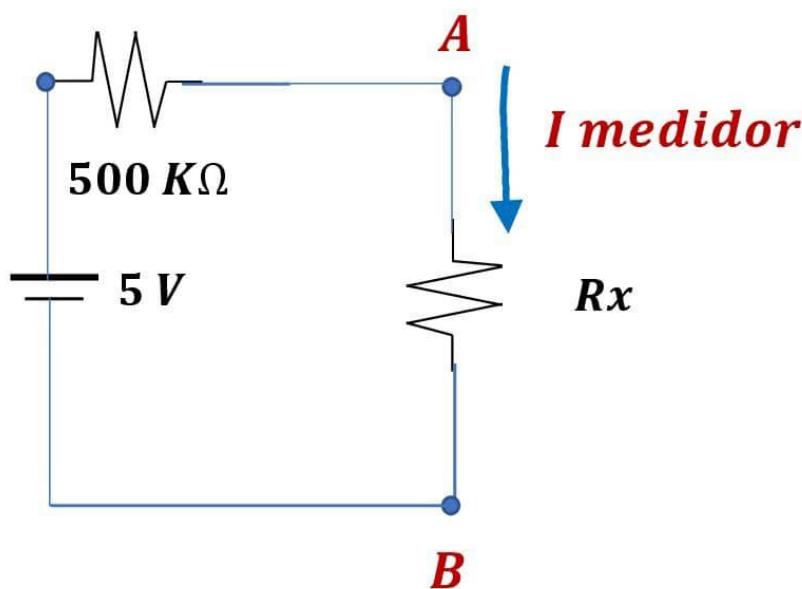
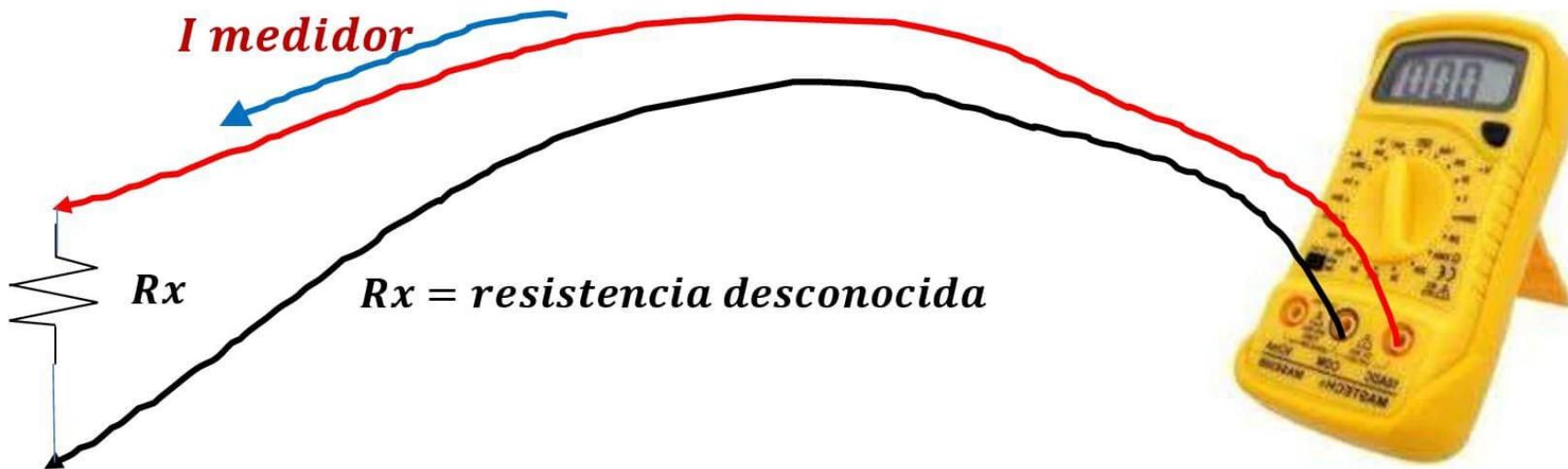
CÓMO SE MIDE VOLTAJE

EL VOLTÍMETRO

- 1. se conecta en paralelo*
- 2. Se elige la escala más alta*
- 3. La resistencia tiende a infinito*
- 4. Se mide lo más cerca de plena escala*
- 5. puede originar efecto de carga*

PRINCIPIO DE MEDICIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA

CÓMO SE MIDE RESISTENCIA: Óhmetro



PROBLEMA CUANDO SE MIDEN RESISTENCIAS BAJAS

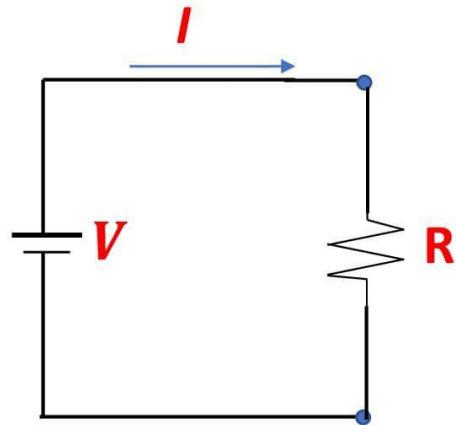
PROBLEMA CUANDO SE MIDEN RESISTENCIAS ALTAS

POTENCIA, ENERGÍA

119 2020

POTENCIA, ENERGÍA

LEY DE JOULE $W = RI^2t$



Energía en Joules (J)
Resistencia en ohmios
Corriente en amperios

LEY DE OHM $V = RI$

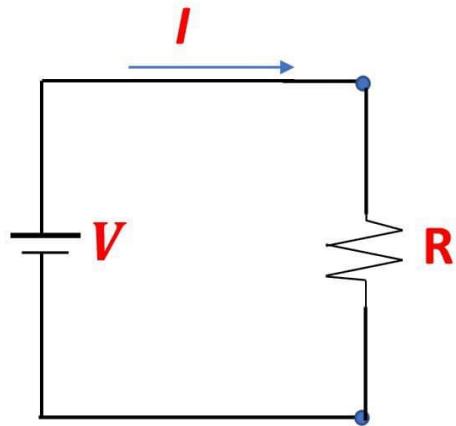
$$W = \frac{V^2}{R} t$$

$$W = Vit$$

POTENCIA, ENERGÍA

DEFINICIÓN DE POTENCIA

$$P = \frac{W}{t}$$

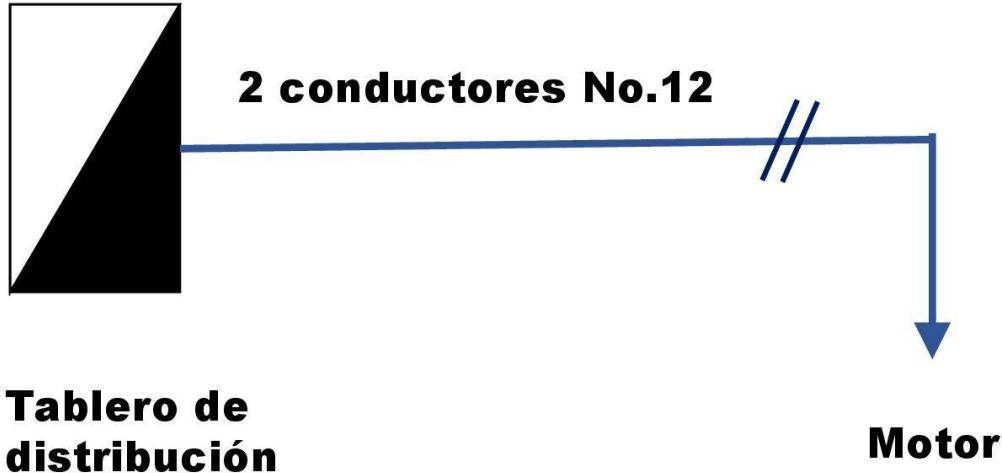


$$P = RI^2$$

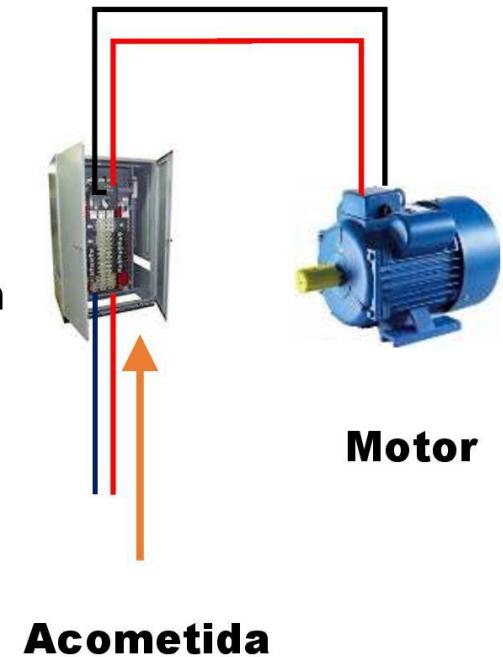
$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$P = VI$$

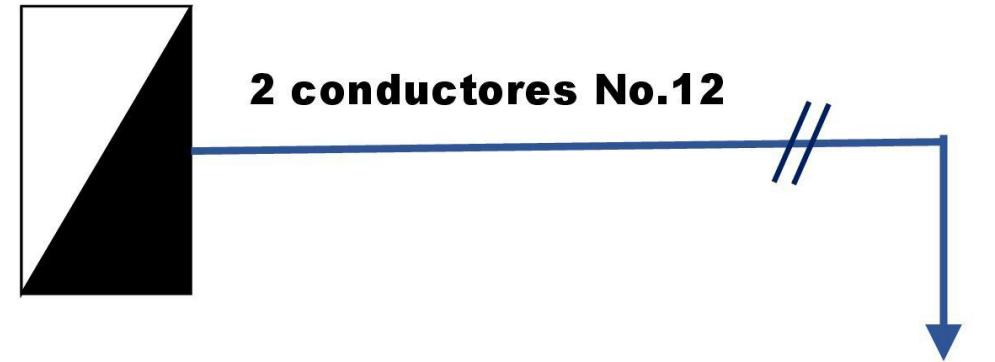
POTENCIA



Tablero de distribución

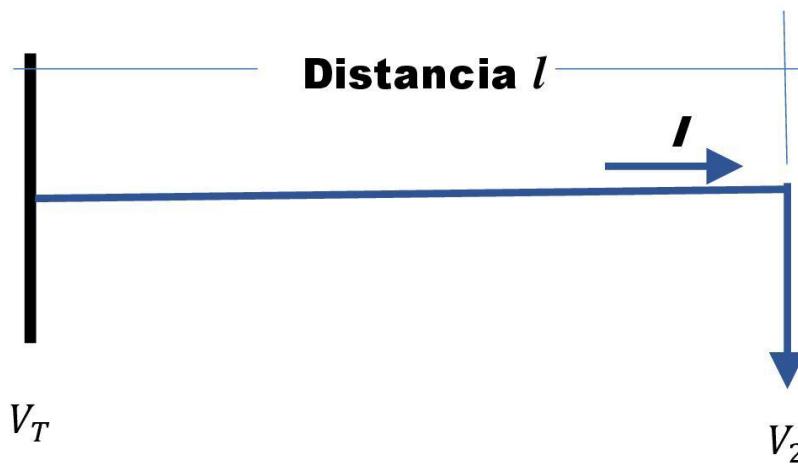


POTENCIA



**Tablero de
distribución**

Motor



**Tablero de
distribución**

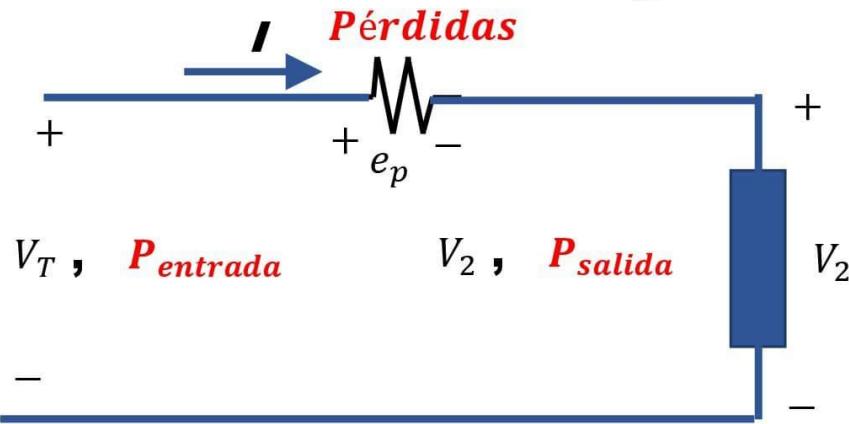
Motor

V_T

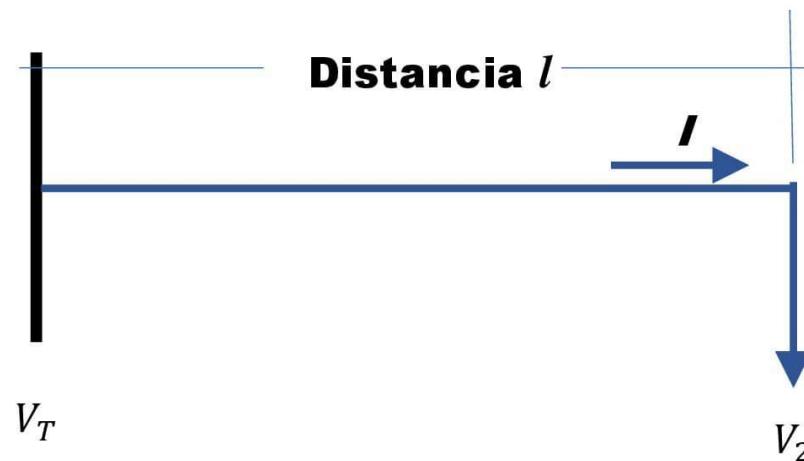
V_2

POTENCIA

$$\text{Resistencia del cable} = \rho \frac{l}{A}$$



$V_2 < V_T$ \rightarrow pérdida de voltaje en los cables

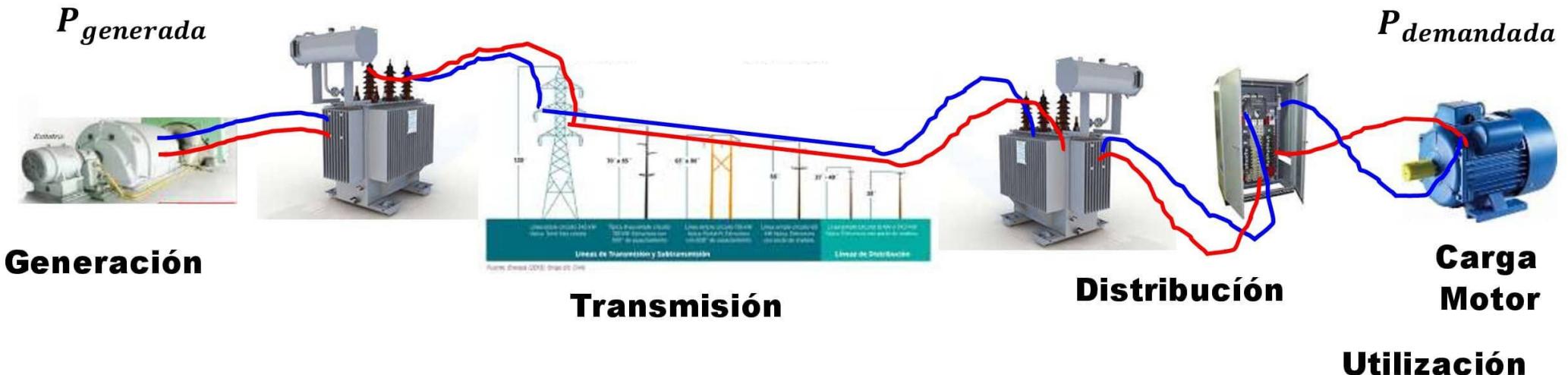


Tablero de distribución

Motor

POTENCIA

CÓMO ES UN SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA AISLADO



POTENCIA, ENERGÍA EFICIENCIA



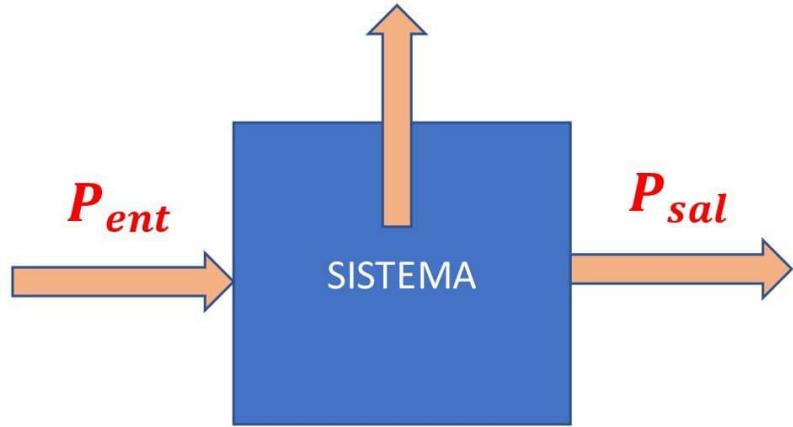
P_{ent} potencia de entrada

P_{sal} potencia de salida

$$P_{sal} < P_{ent}$$

POTENCIA, ENERGÍA EFICIENCIA

Pérdidas



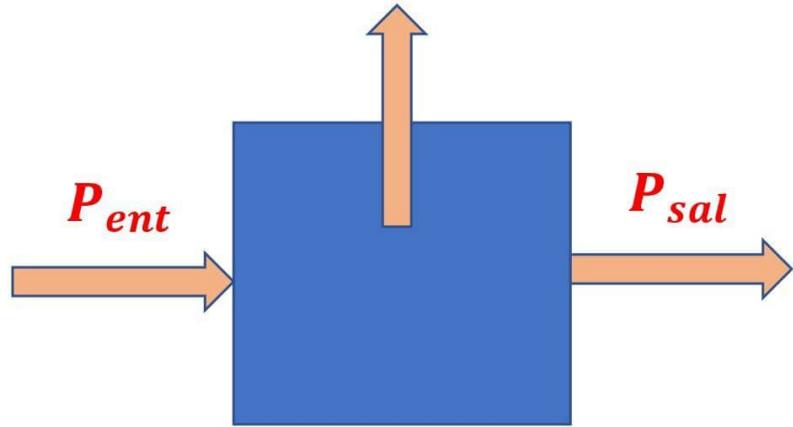
P_{ent} potencia de entrada

P_{sal} potencia de salida

$$P_{sal} < P_{ent}$$

POTENCIA, ENERGÍA EFICIENCIA

Pérdidas



$$P_{sal} < P_{ent}$$

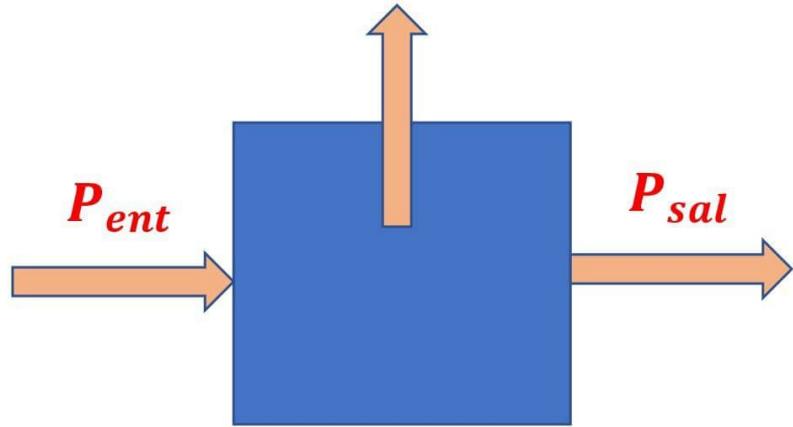
$$\eta = \frac{P_{sal}}{P_{ent}}$$

η eficiencia

POTENCIA, ENERGÍA

EFICIENCIA DE SISTEMAS Y EQUIPOS

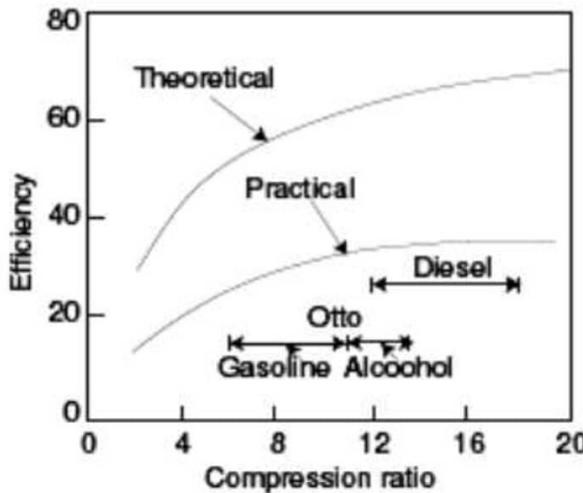
Pérdidas



Eficiencia de Motores de gasolina 30%

Eficiencia de Motores eléctricos 96%

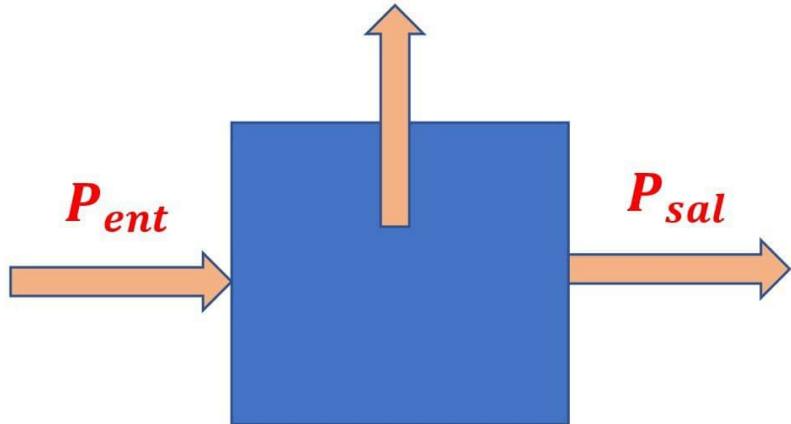
Eficiencia de Transformadores eléctricos 99%



POTENCIA, ENERGÍA

EFICIENCIA DE SISTEMAS Y EQUIPOS

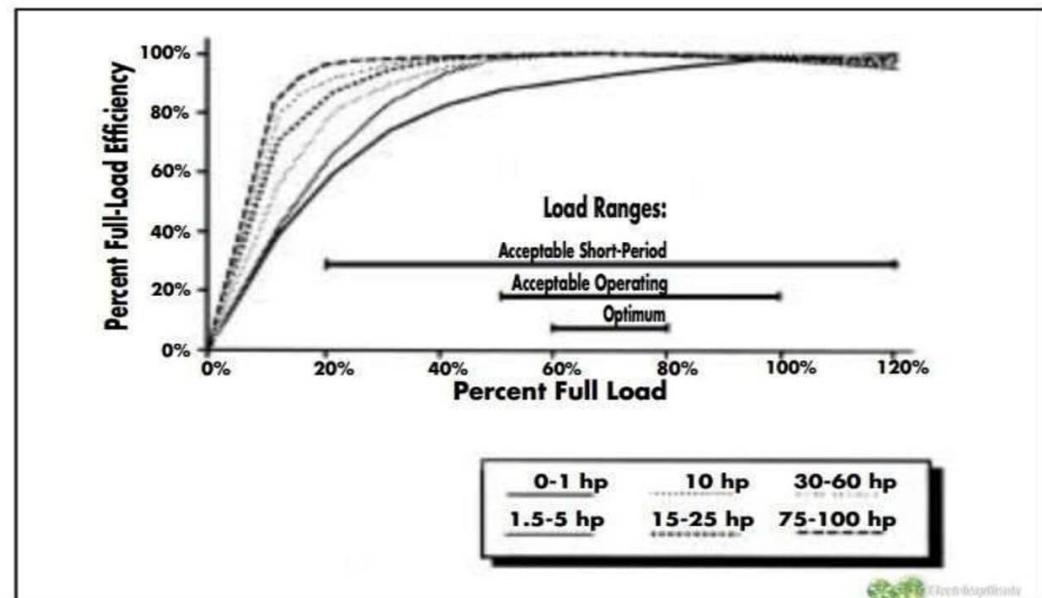
Pérdidas



Eficiencia de Motores de gasolina 30%

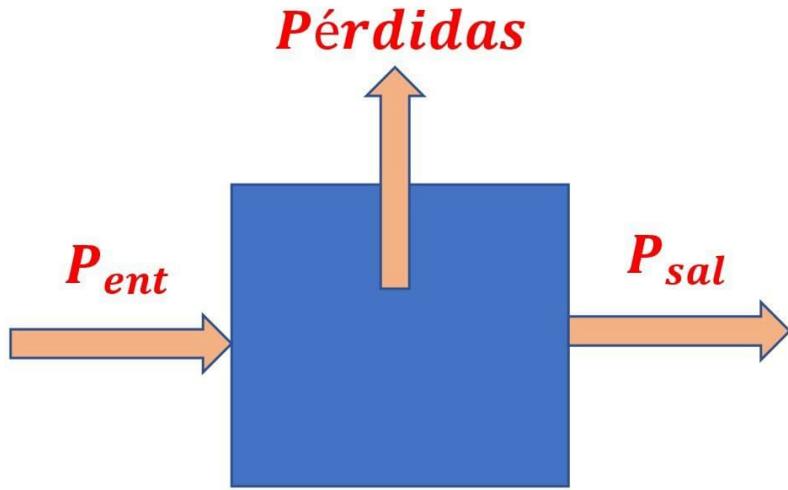
Eficiencia de Motores eléctricos 96%

Eficiencia de Transformadores eléctricos 99%

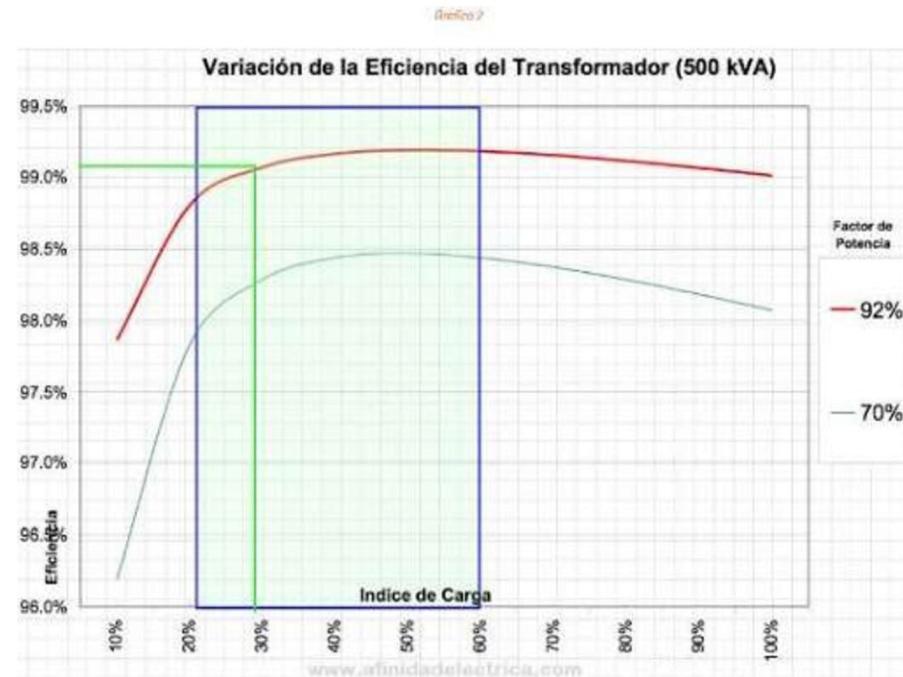


POTENCIA, ENERGÍA

EFICIENCIA DE SISTEMAS Y EQUIPOS



Eficiencia de Motores de gasolina 30%
Eficiencia de Motores eléctricos 96%
Eficiencia de Transformadores eléctricos 99%



POTENCIA, ENERGÍA

Ejemplo:

Se dispone de un calentador de agua de resistencia eléctrica de 4Ω , 120 V, 60 Hz y eficiencia de 45%.

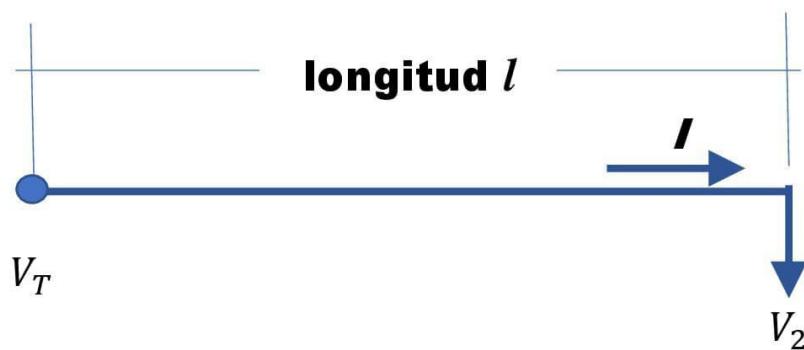
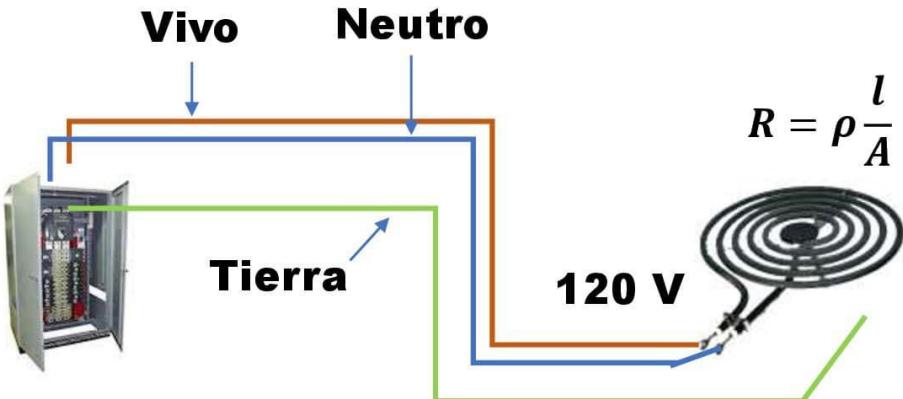
- a) *¿En cuánto tiempo se cambiará la temperatura de 20 litros de agua, desde 24 °C hasta 85 °C?*
- b) *¿Cuál es la potencia del calentador?*
- c) *¿Cuál es la corriente demandada por el calentador durante el proceso?*
- d) *¿Cuánta energía se ha transferido al agua?*
- e) *¿Cuánta energía se ha perdido en el ambiente que rodea al calentador?*
- f) *¿Cuánto debemos pagar a final de mes por consumo de energía eléctrica, asumiendo que el kW h vale Q.2.00 y que el proceso se repite a diario?*
- g) *¿Qué % hemos pagado por energía no aprovechada?*
- h) *¿Cuál es el calibre del conductor a elegir si el calentador se encuentra a 25 metros del tablero de distribución?*
- i) *Si el calentador se alimenta con 240 V ¿Qué beneficio se obtiene?*

POTENCIA, ENERGÍA

Ejemplo:

Se dispone de un calentador de agua de resistencia eléctrica de 4Ω , 120 V, 60 Hz y eficiencia de 45%.

- a) *¿En cuánto tiempo se cambiará la temperatura de 20 litros de agua, desde 24 °C hasta 85 °C?*



Flujo de energía

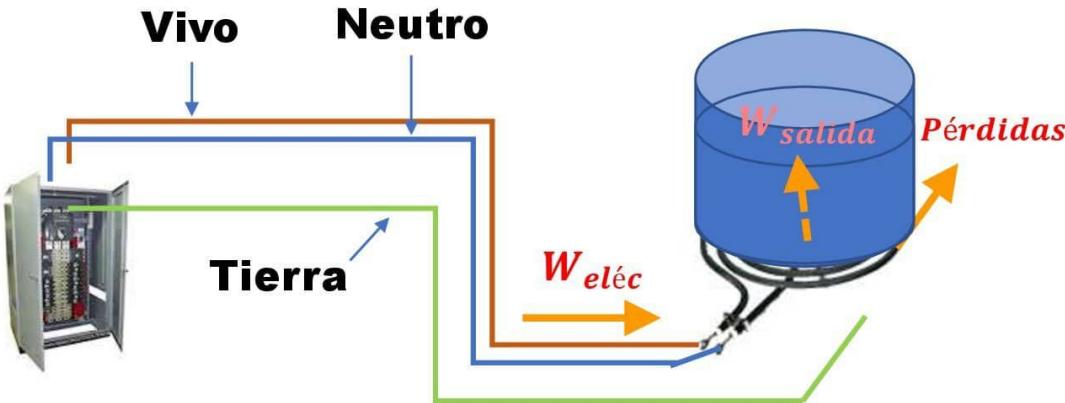
Solución.

a) *El tiempo necesario*

$$W_{elec} = \frac{V^2}{R} t \quad 1$$

$$t = \frac{W_{elec}}{V^2} R \quad 2$$

$$\eta = \frac{W_{sal}}{W_{elec}} \quad 3$$



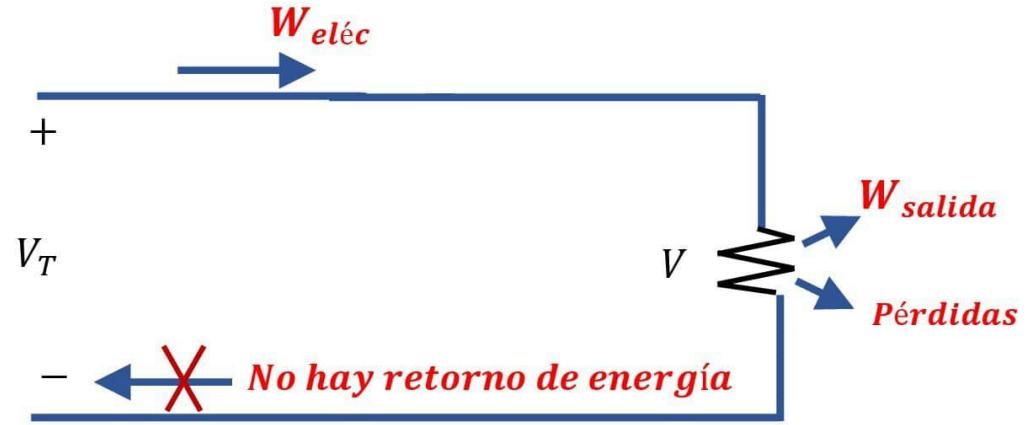
Solución.

a) El tiempo necesario

$$W_{elec} = \frac{V^2}{R} t \quad 1$$

$$t = \frac{W_{elec}}{V^2} R \quad 2$$

$$\eta = \frac{W_{sal}}{W_{elec}} \quad 3$$



Flujo de energía

$$W_{elec} = \frac{W_{sal}}{\eta} \quad 4$$

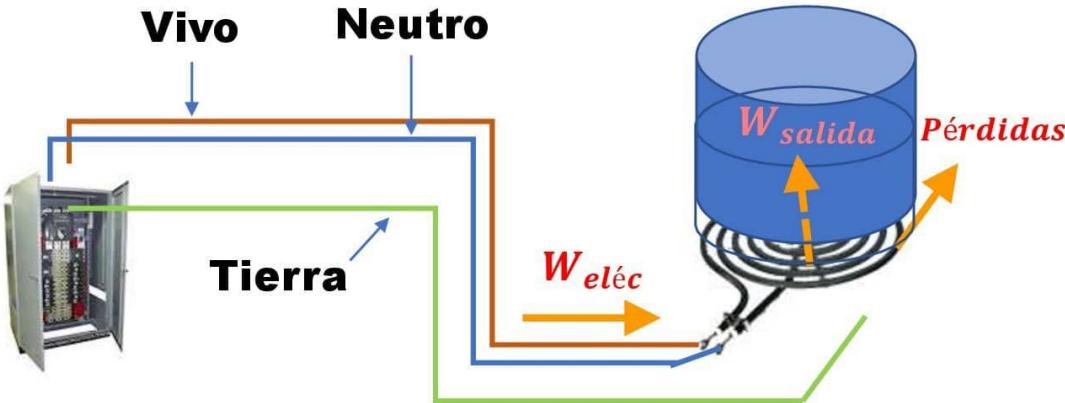
$$W_{sal} = ?$$

W_{sal} es el calor que se le suministra al agua

W_{sal} depende de la masa del fluido que se va a calentar del calor específico C_e del fluido y de la diferencia Entre los límites superior e inferior de la temperatura

TABLA DE CALOR ESPECÍFICO DE MATERIALES

Líquidos y gases	Calor específico (c)	
	J/kg · °C	kcal/kg · °C
Benceno	1740	0.415
Etanol	2450	0.586
Glicerina	2410	0.576
Mercurio	139	0.0333
Agua	4186	1.000
Aire (seco)	721 (1015)	0.172 (0.242)
Amoníaco	1670 (2190)	0.399 (0.523)
Dióxido de carbono	638 (833)	0.152 (0.199)
Nitrógeno	739 (1040)	0.177 (0.248)
Oxígeno	651 (913)	0.156 (0.218)
Humo	1520 (2020)	0.363 (0.482)



Sigue solución.

...a) El tiempo necesario

$$W_{sal} = mC_e\Delta T$$

5

m masa del agua en kg

C_e Calor específico del agua en $\frac{kcal}{kg \text{ } ^\circ C}$

$$C_{eagua} = 1.00 \frac{kcal}{^\circ C * kg}$$

$$\Delta T = T_f - T_i$$

T_f temperatura final

T_i temperatura inicial

$$W_{sal} = 20 * 1 * (85 - 24)$$

$$W_{sal} = 1220 \text{ kcal}$$

$$1 \text{ kcal} = 4186 J$$

$$W_{sal} = 1220 * 4186 = 5,106,920 \text{ j}$$

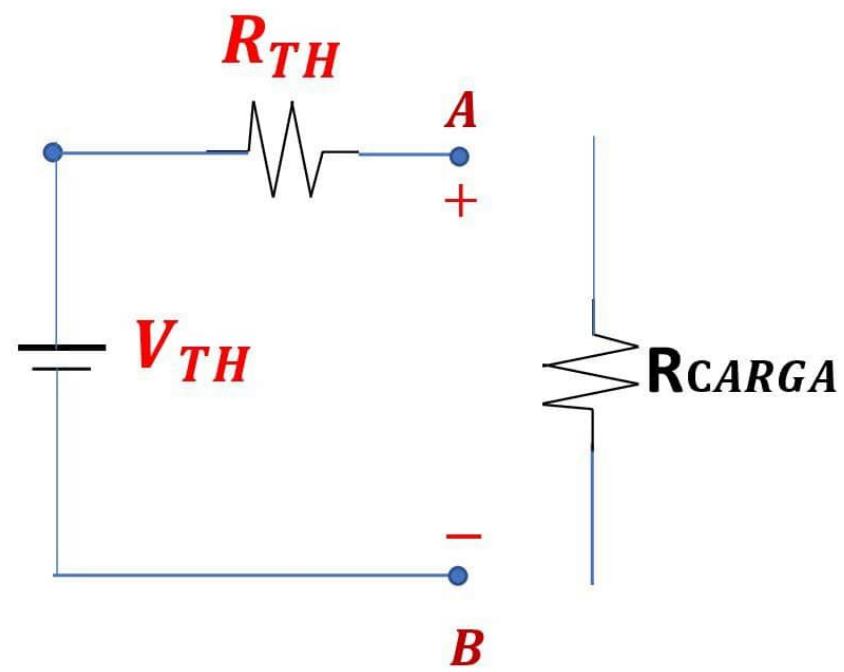
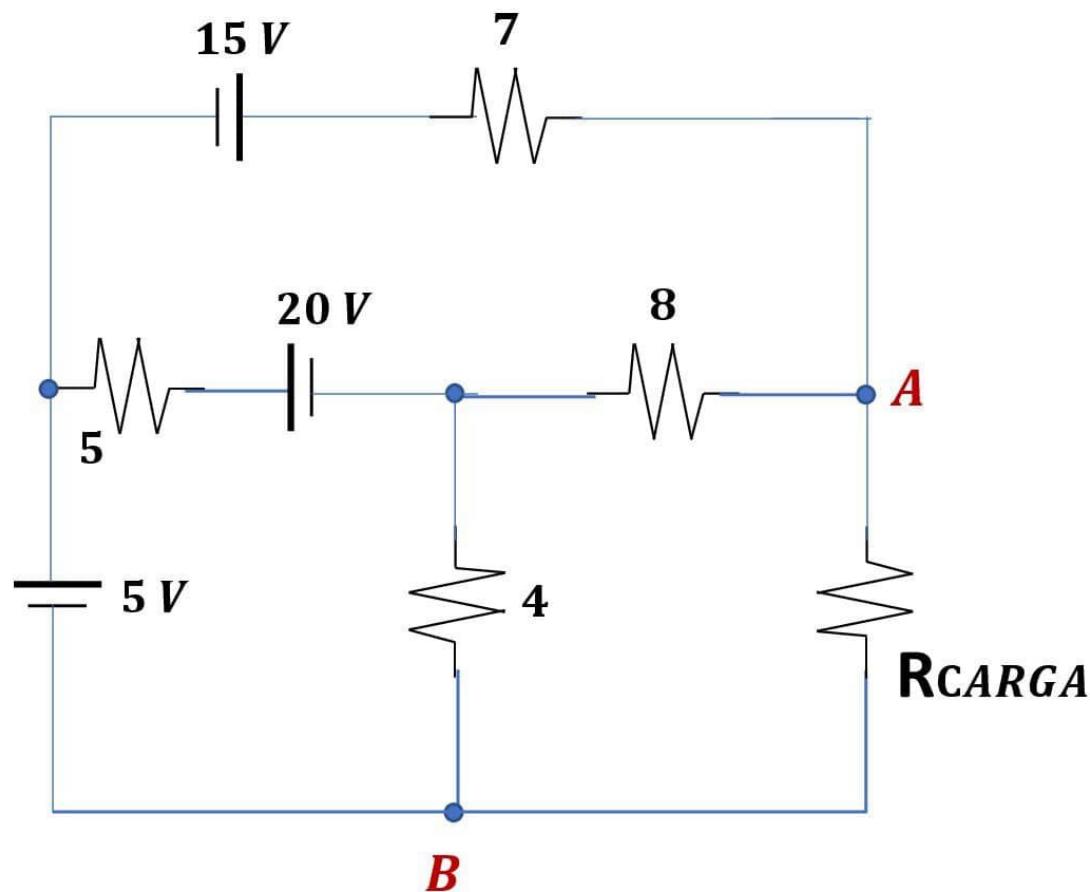
Sustituyendo en la ecuación 4

$$W_{elec} = \frac{5,106,920}{0.45} = 11,348,711 \text{ j}$$

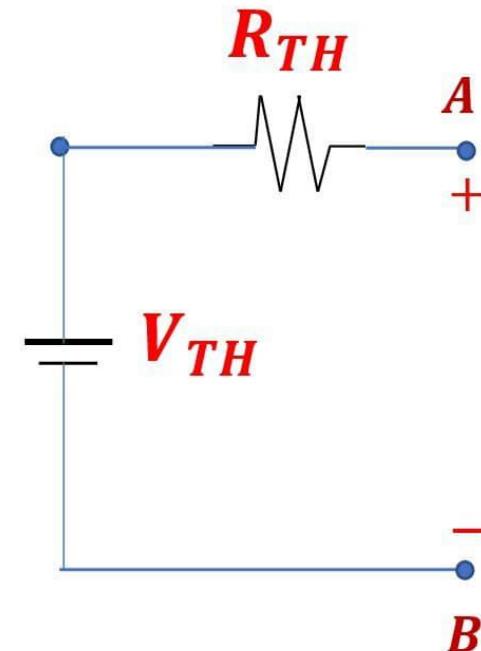
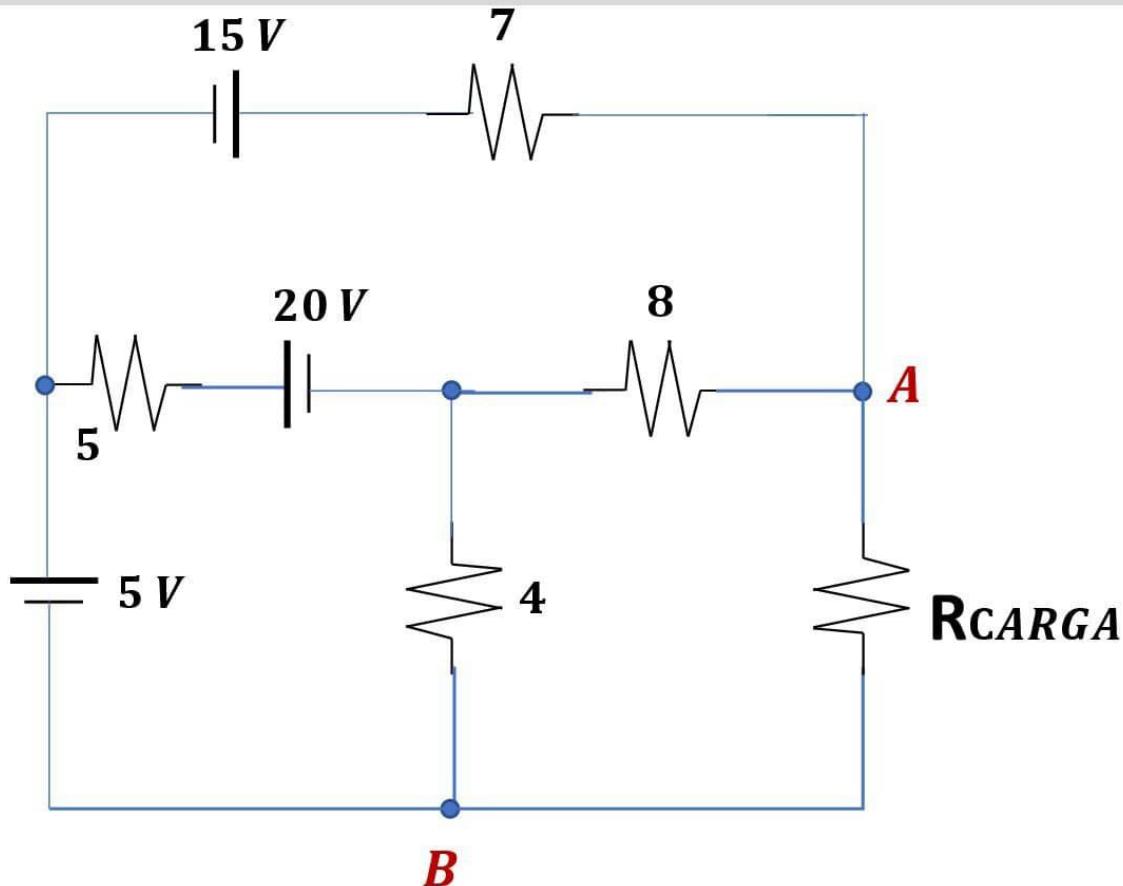
INGENIERÍA ELÉCTRICA 1

TEOREMA DE THÉVENIN

TEOREMA DE THEVENIN

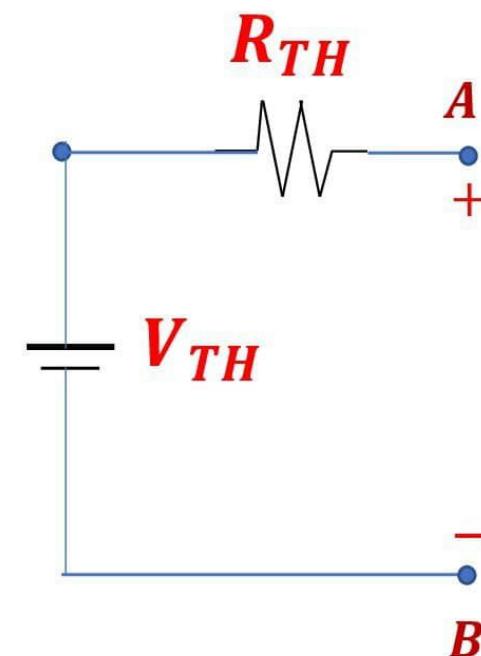
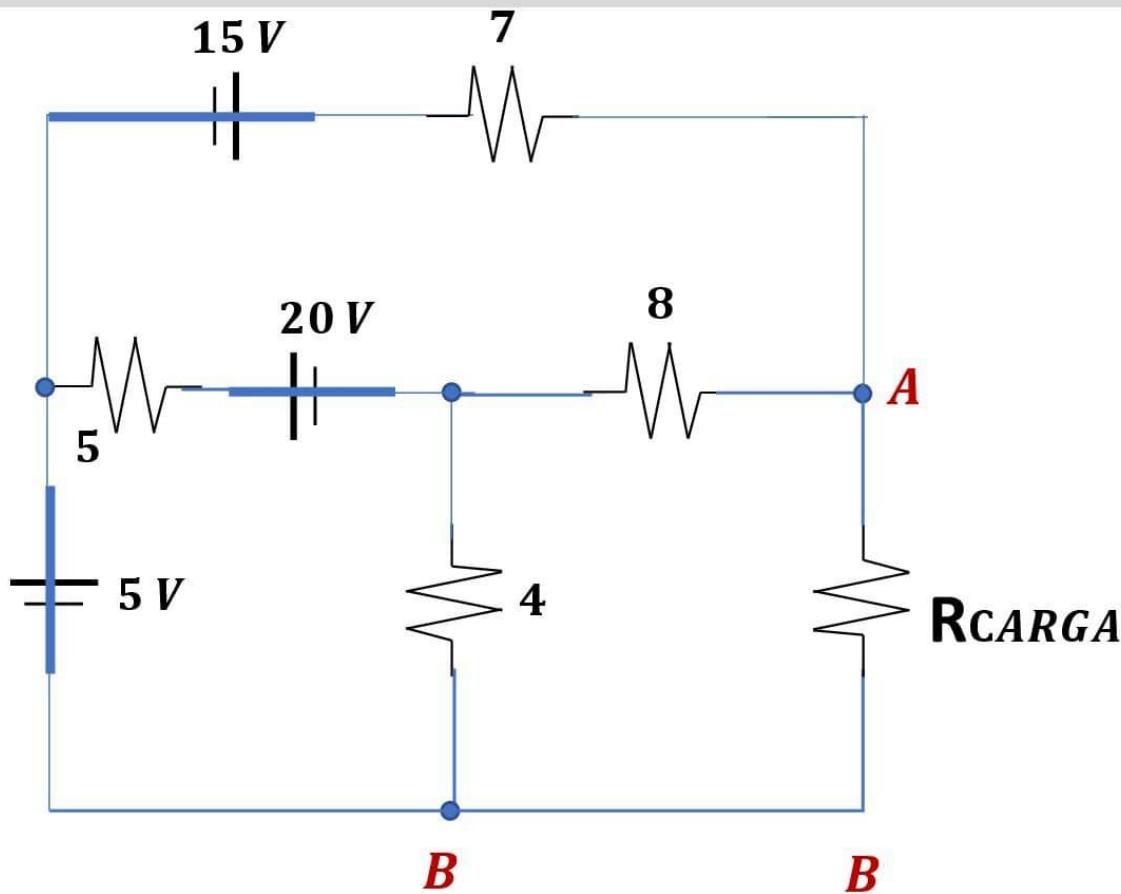


VOLTAJE THÉVENIN



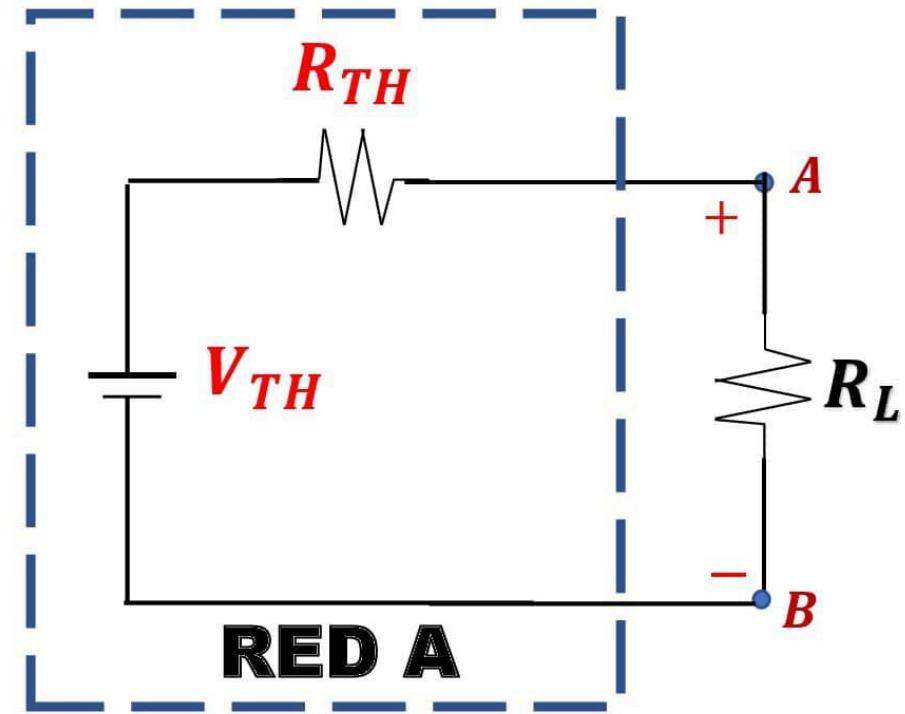
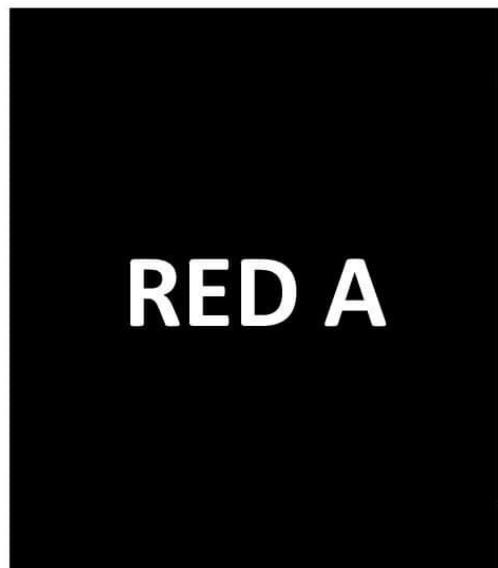
El voltaje Thévenin es el voltaje entre los puntos A y B cuando la resistencia de carga está desconectada

RESISTENCIA THÉVENIN



La resistencia Thévenin es la resistencia vista desde los puntos A y B cuando la resistencia de carga está desconectada y las fuentes de voltaje se igualan a cero

RESISTENCIA THÉVENIN

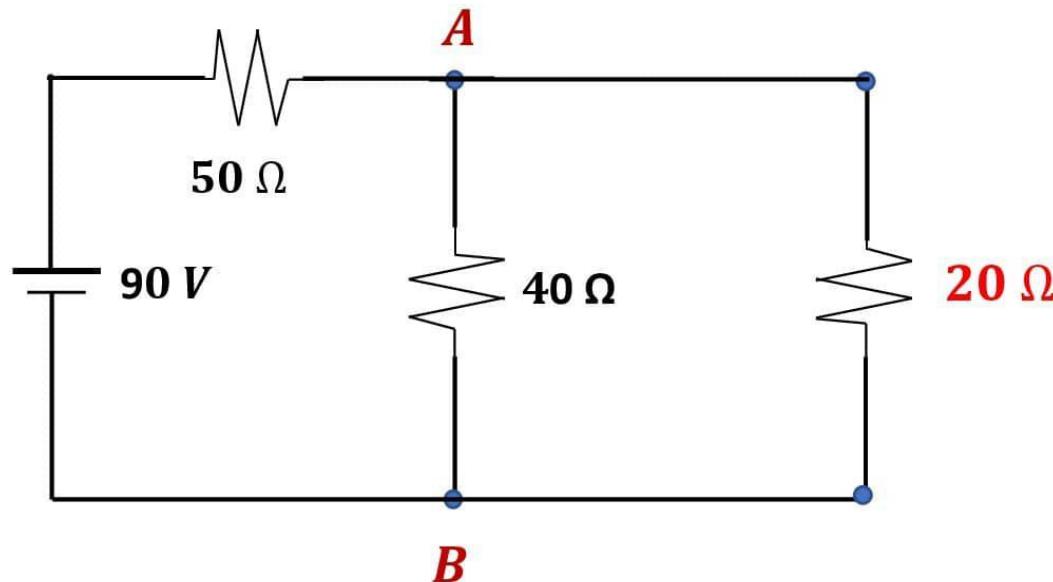


Una red A con par de terminales A y B se reemplaza por una red formada por una fuente en serie con una resistencia.

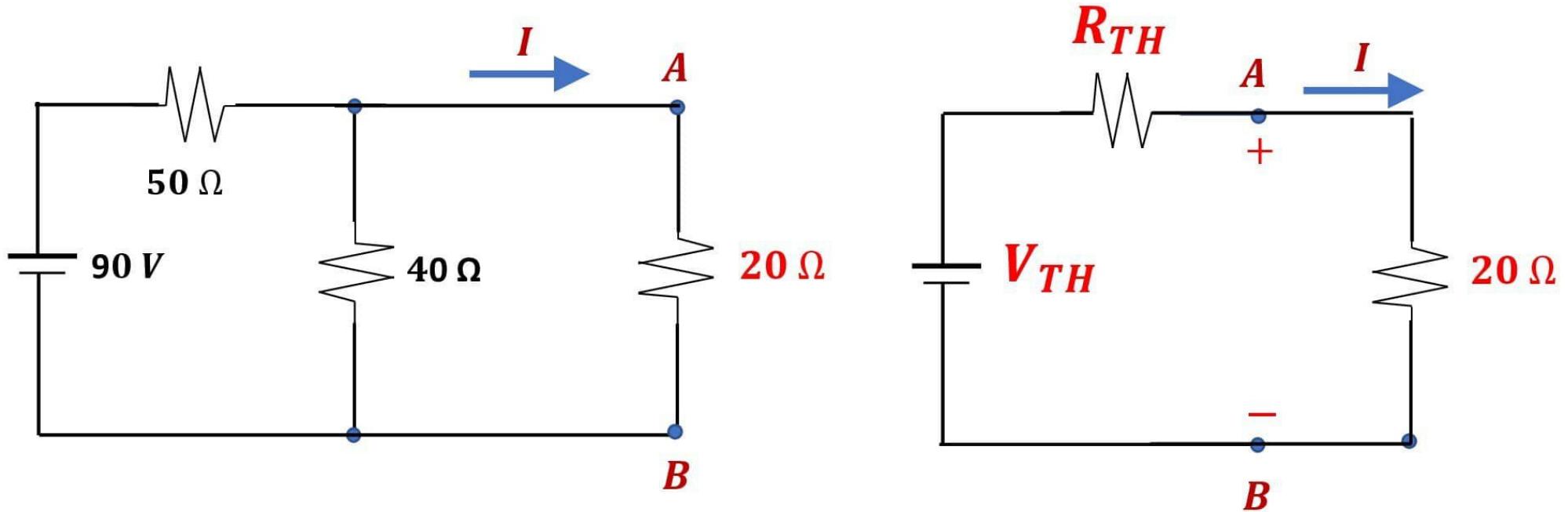
La red A debe ser lineal y activa.

EJEMPLO 1 THÉVENIN

1. Hallar la corriente en la resistencia de 20 ohmios, mediante el teorema de Thévenin

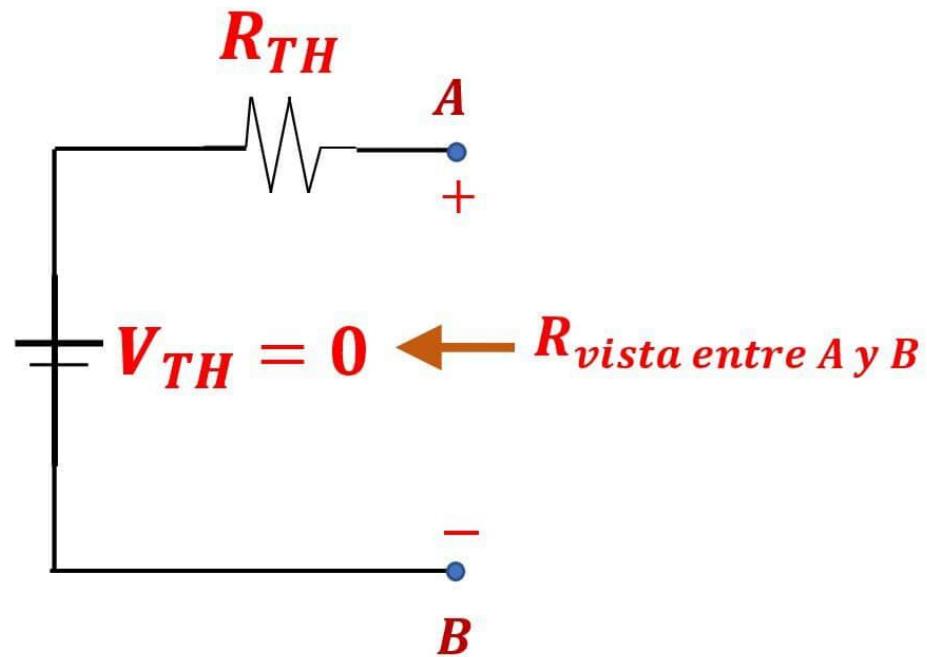
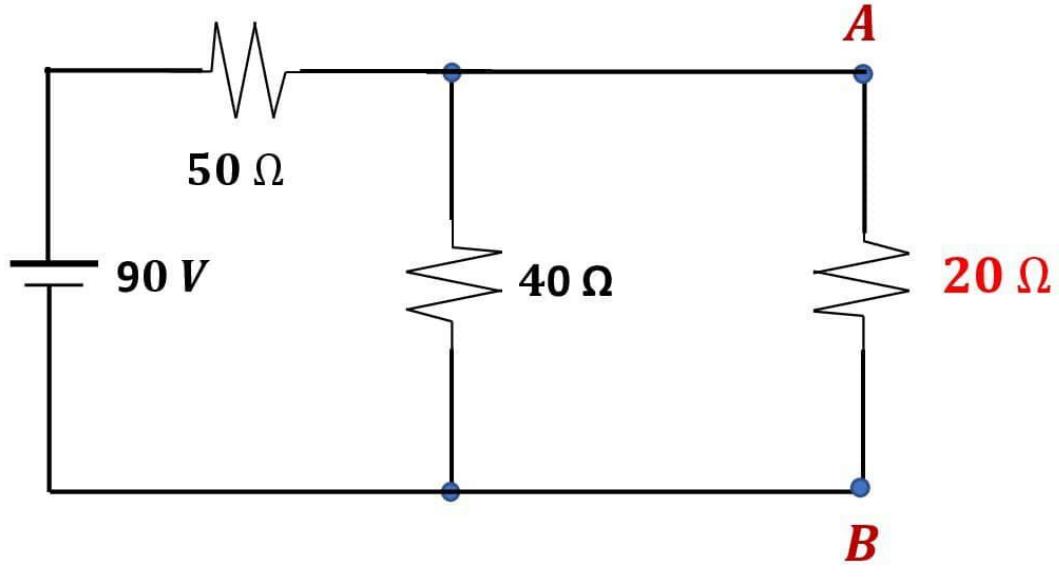


EJEMPLO 1 THÉVENIN



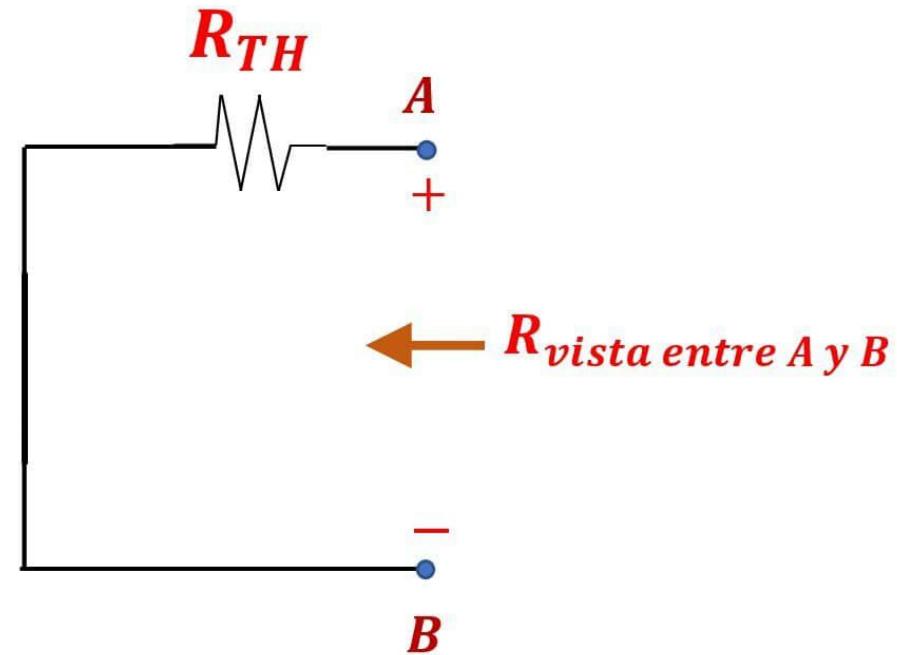
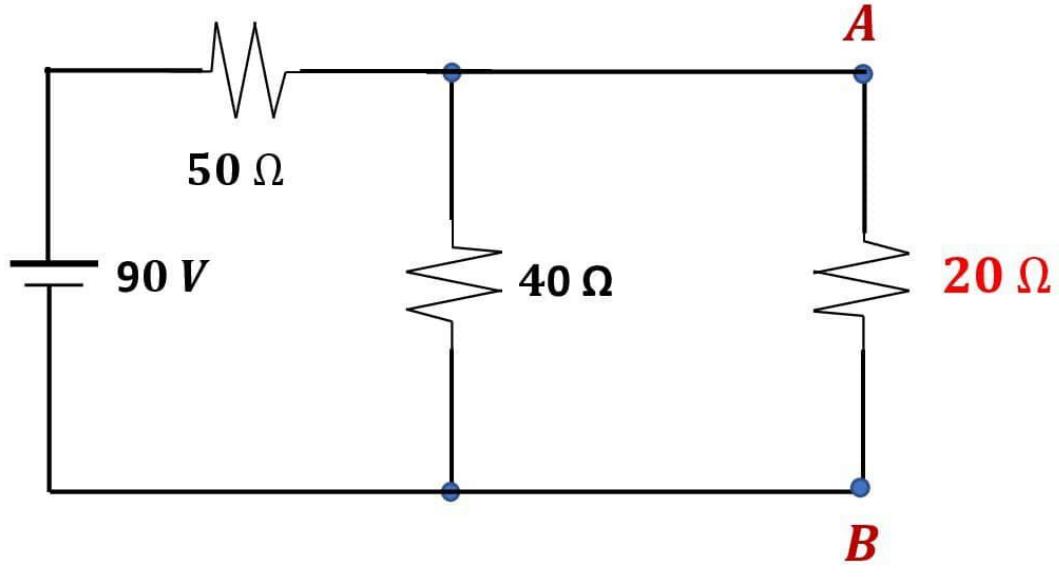
La solución consiste en reemplazar el circuito original por su equivalente Th

1.1 RESISTENCIA THÉVENIN



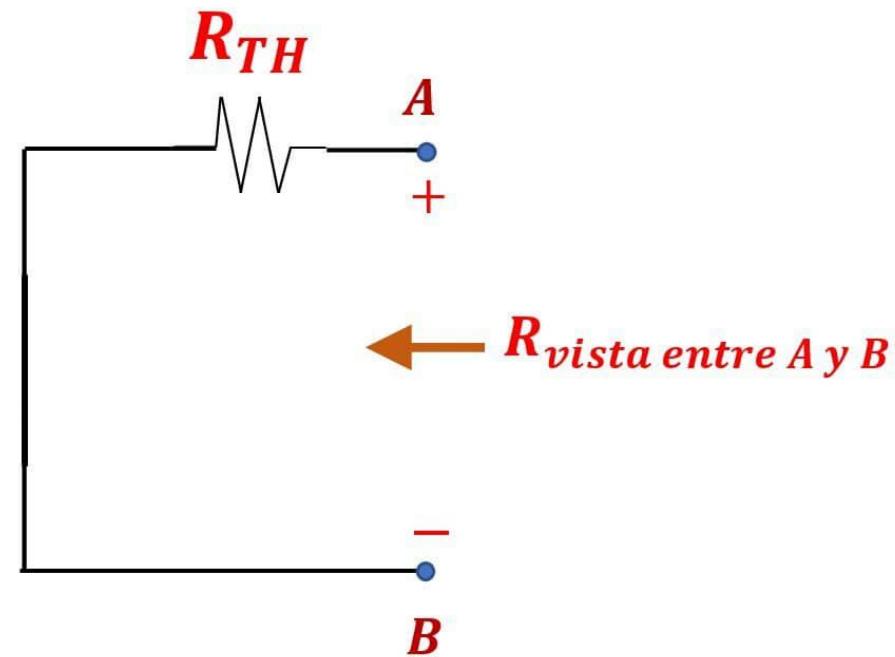
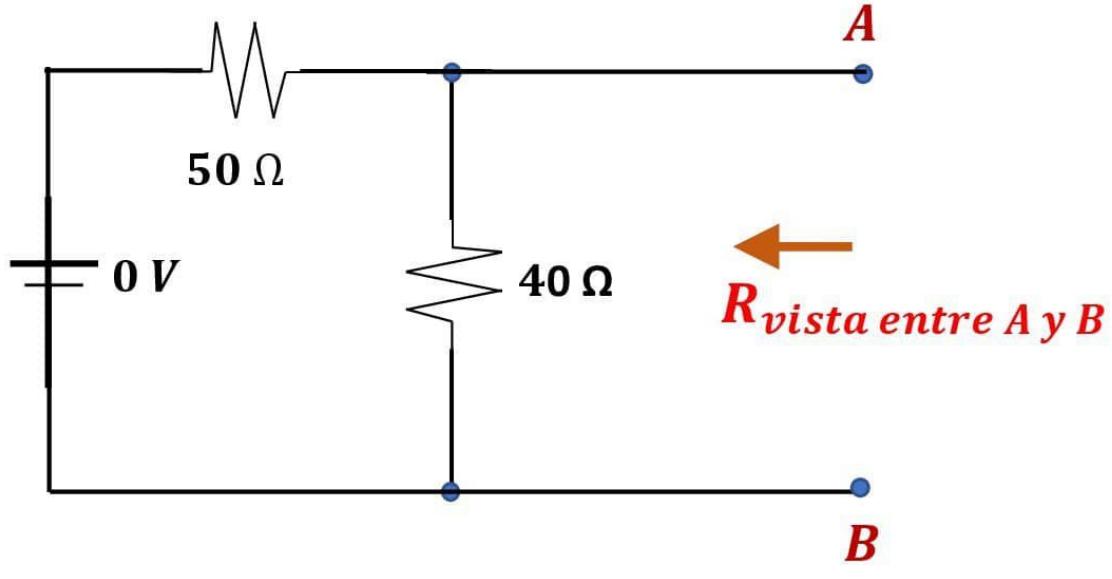
Hallar la resistencia equivalente Thévenin

1.1 RESISTENCIA THÉVENIN



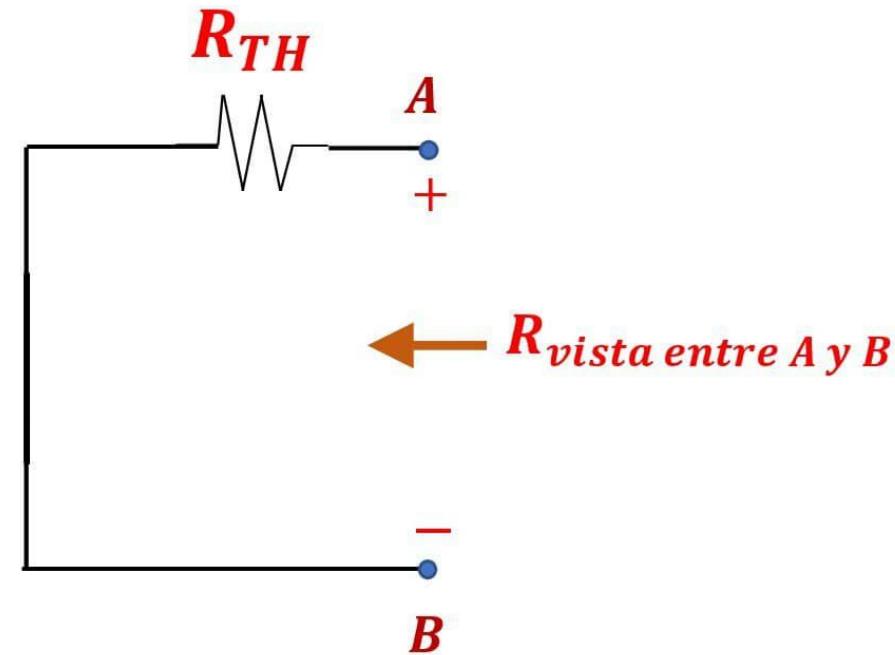
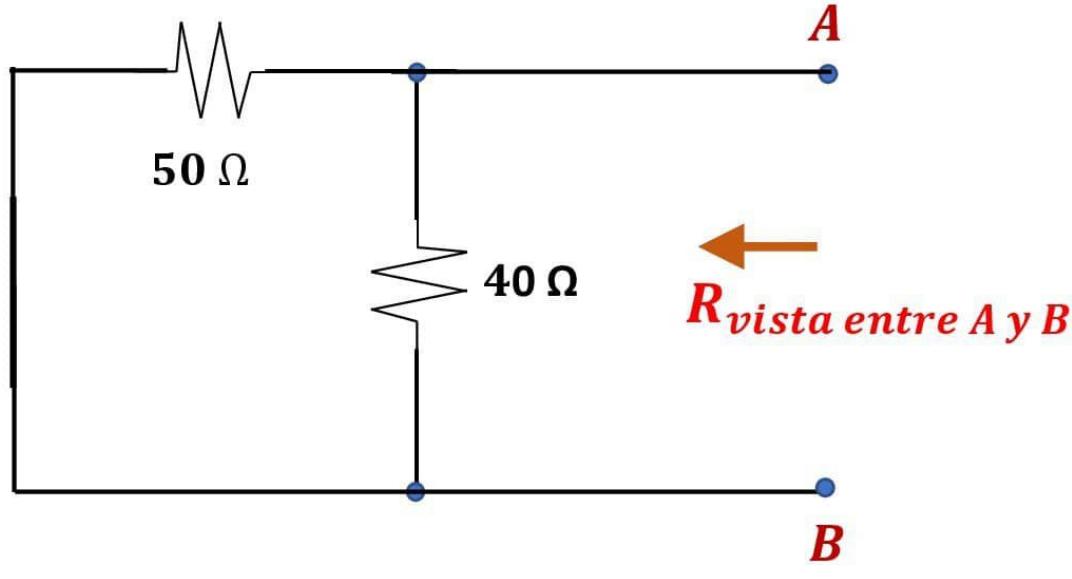
Lo que primero se hace es quitar la carga

1.1 RESISTENCIA THÉVENIN



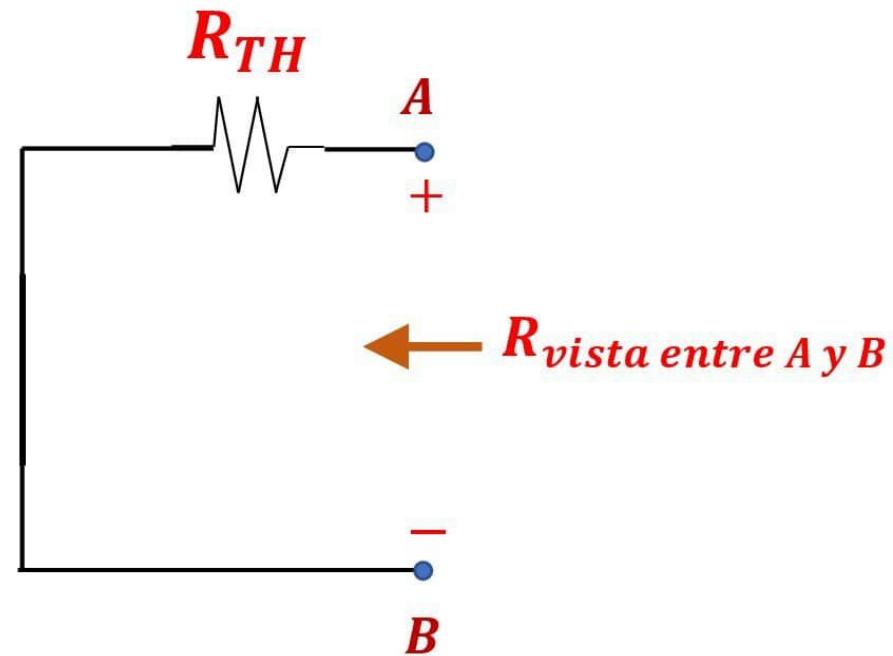
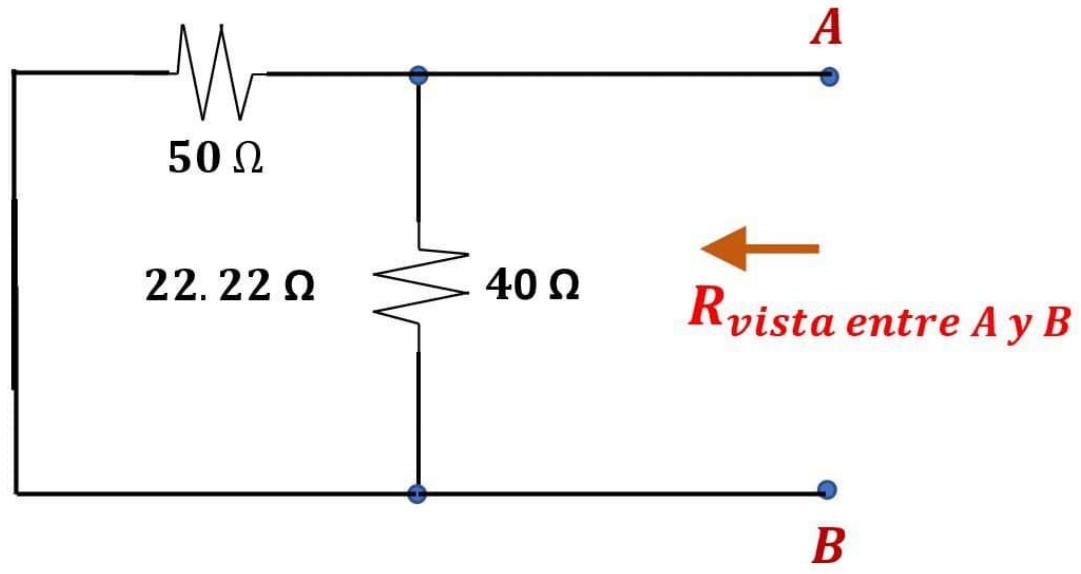
Luego se hace cero el voltaje: se reemplaza por un “alambre”.

1.1 RESISTENCIA THÉVENIN



En el circuito que queda se calcula la resistencia equivalente vista desde los terminales A y B

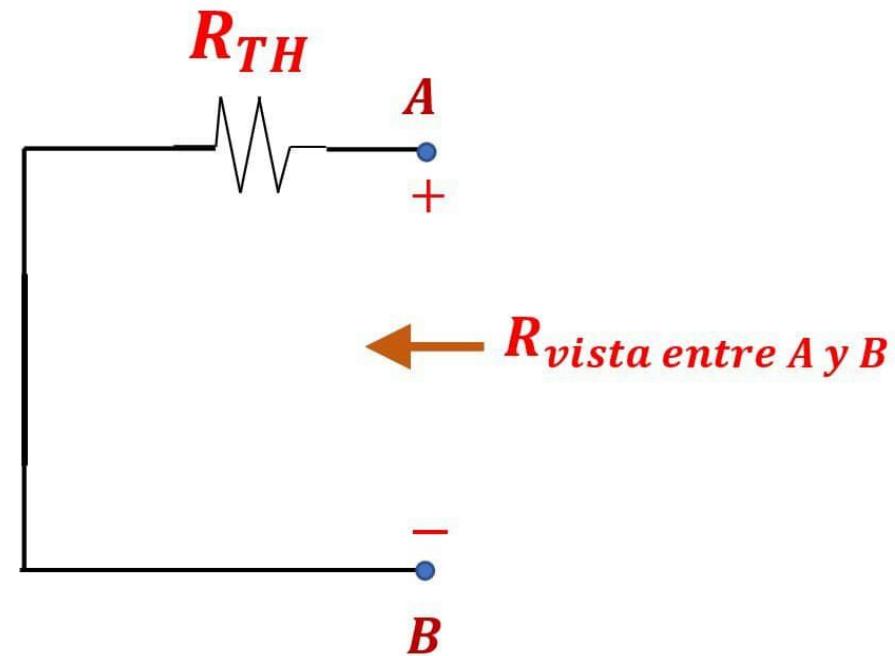
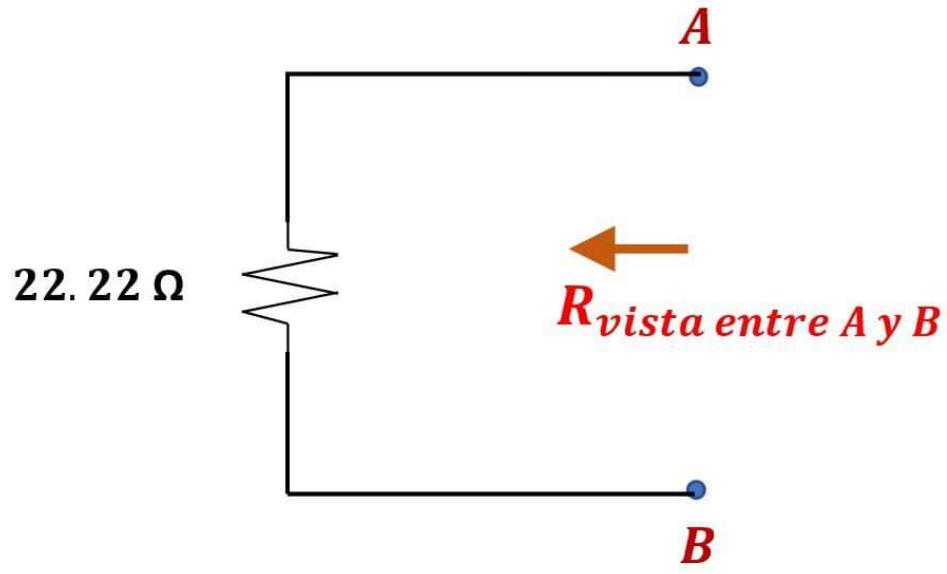
1.1 RESISTENCIA THÉVENIN



$$R_{vista\ entre\ A\ y\ B} = \frac{40 \times 50}{40 + 50} = 22.22\ \Omega$$

La resistencia equivalente vista desde los terminales A y B es el paralelo de 40 y 50 ohmios

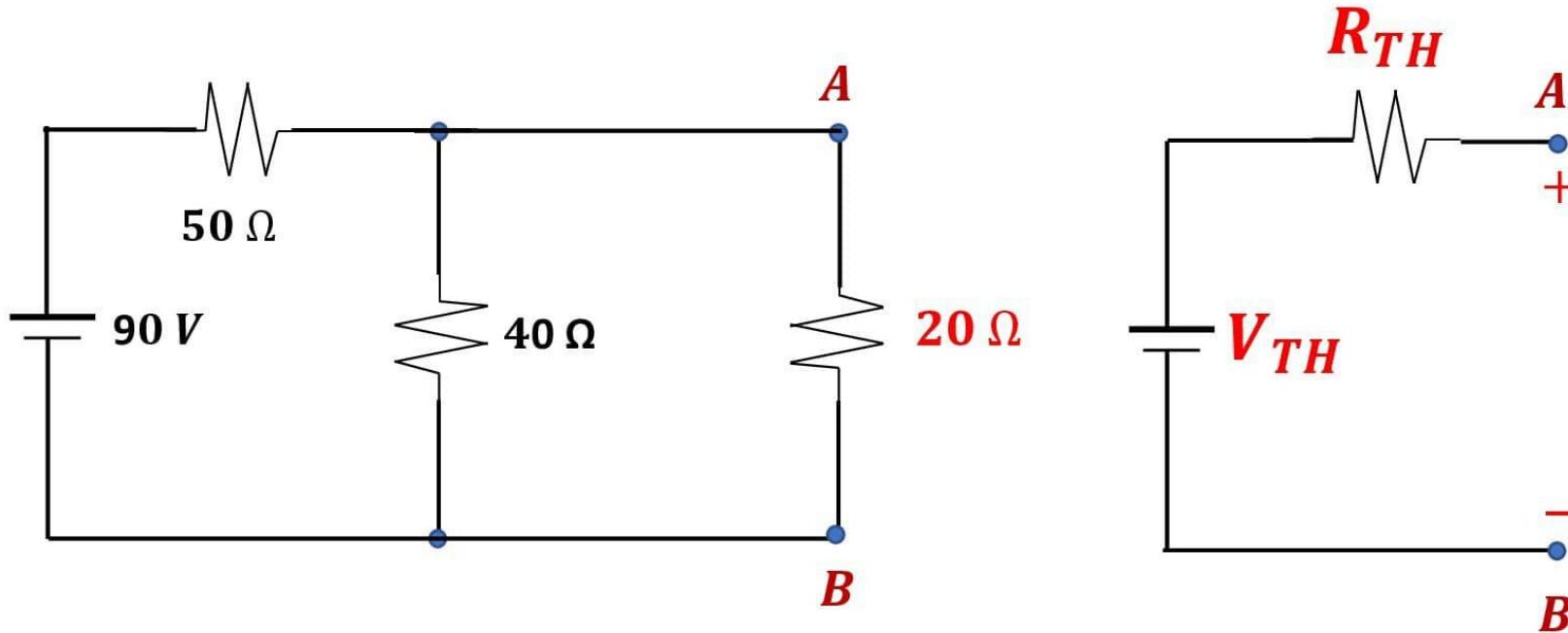
1.1 RESISTENCIA THÉVENIN



$$R_{vista\ entre\ A\ y\ B} = 22.22\ \Omega = R_{TH}$$

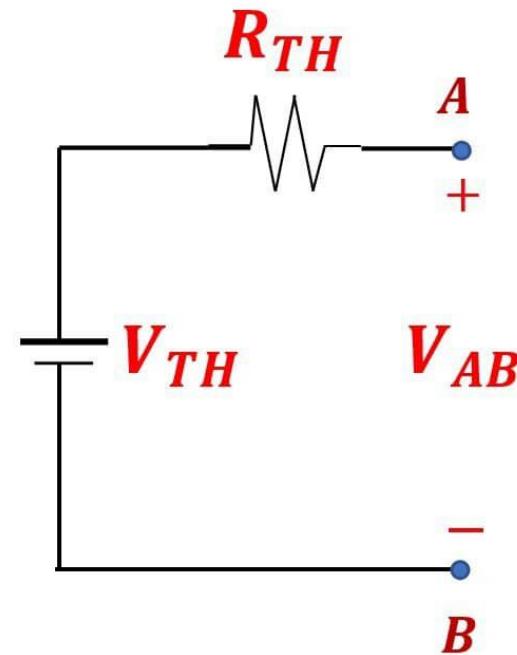
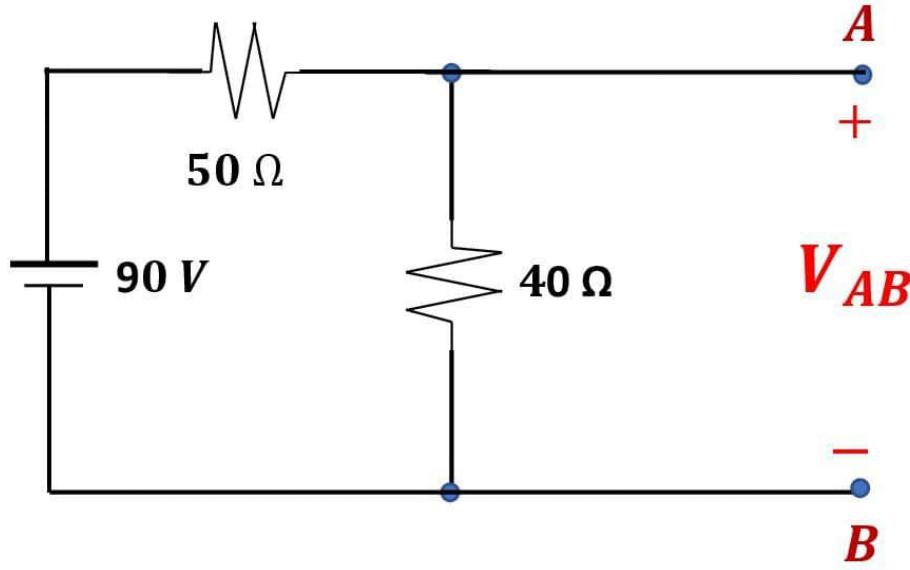
La resistencia equivalente vista desde los terminales A y B es la resistencia de Thévenin, cuando las fuentes de voltaje se han igualado a cero

1.2 VOLTAJE THÉVENIN



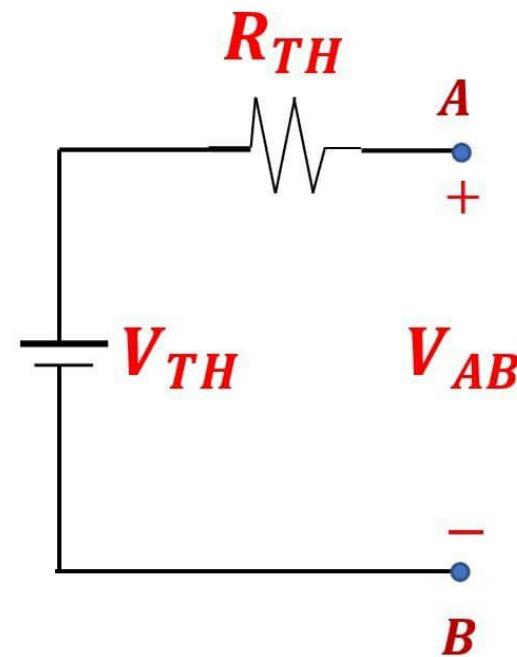
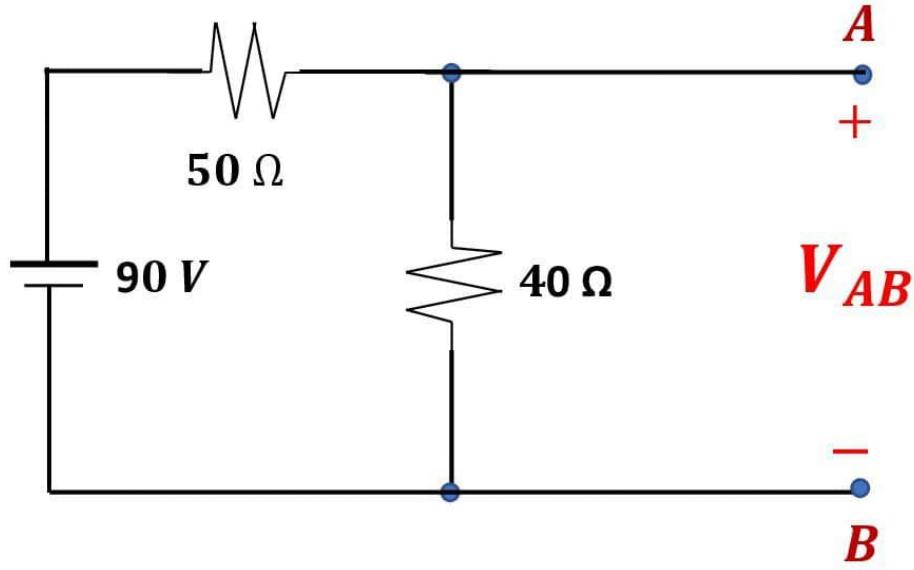
Hallar el voltaje equivalente Thévenin
Se define como el voltaje entre los puntos A y B
cuando la carga está desconectada

1.2 VOLTAJE THÉVENIN



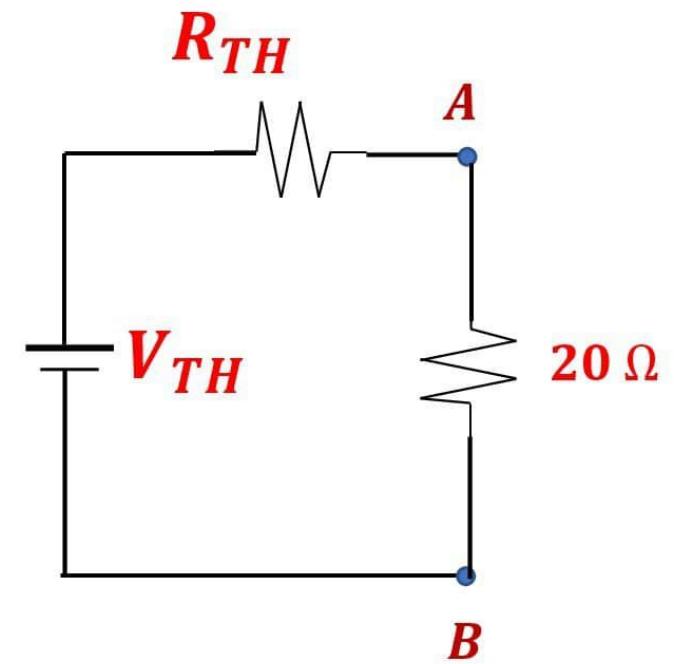
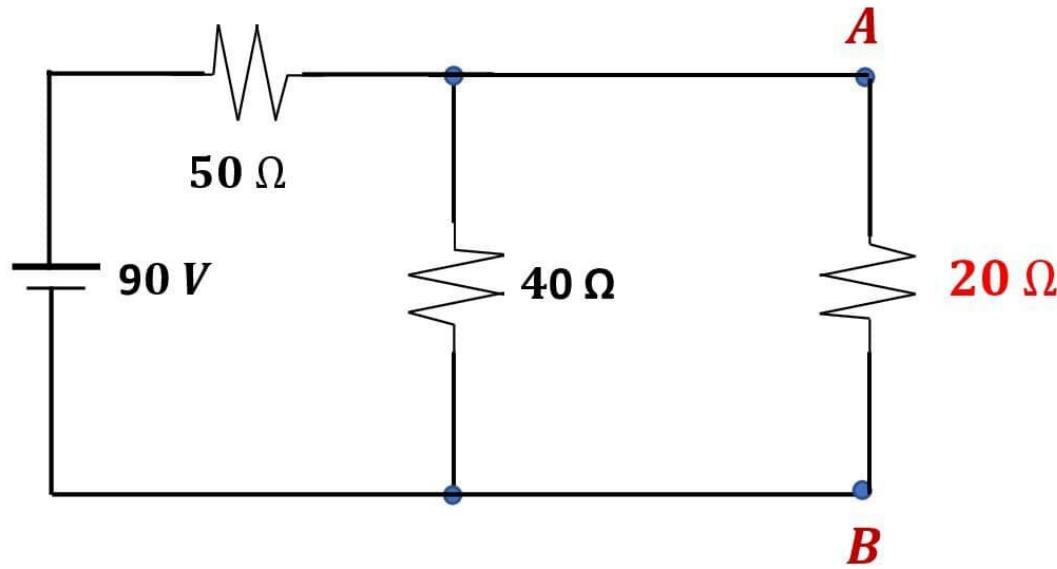
Se define como el voltaje entre los puntos A y B cuando la carga está desconectada

1.2 VOLTAJE THÉVENIN



Se procede a hallar el voltaje entre los puntos A y B

1.3 CONECTAR LA CARGA Y HALLAR LA CORRIENTE



Se procede a hallar la corriente en la resistencia de 20 ohmios

MÉTODOS DE ANÁLISIS

Ejercicio de clase: encuentren por Thévenin la corriente en 40 ohmios

