



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 20 – JULIO DE 2009

“LA FRUSTRACIÓN DEL ALUMNADO ANTE EL ANÁLISIS Y RESOLUCIÓN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS”

AUTORÍA ANTONIO JOSÉ HEREDIA SOTO
TEMÁTICA TECNOLOGÍA (CIRCUITOS ELÉCTRICOS)
ETAPA 2º, 3º Y 4º ESO

Resumen

El proceso de análisis y cálculo de las principales magnitudes eléctricas en circuitos de corriente continua con resistencias asociadas en serie, paralelo o conexión mixta, correspondiente a los contenidos del bloque de electricidad de la materia de Tecnologías en la ESO, supone en general, una gran dificultad para la mayoría del alumnado, pudiendo llegar a ocasionarle cierta frustración y desmoralización, e incluso el abandono de la asignatura. Por ello, para intentar evitar en la medida de lo posible tal situación, se plantea un procedimiento con una serie de pasos a seguir, que ayudará a los alumnos y alumnas a resolver dichos circuitos eléctricos.

Palabras clave

- Magnitudes eléctricas
- Tensión o voltaje
- Resistencia eléctrica
- Intensidad eléctrica
- Circuito eléctrico
- Circuito serie, paralelo, mixto
- Resistencia total o equivalente
- Ley de Ohm



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 20 – JULIO DE 2009

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los contenidos de la materia de Tecnología, que menos le agrada a la mayoría del alumnado que cursan la Educación Secundaria Obligatoria, son los correspondientes al bloque de electricidad, y en particular a la resolución y cálculo de las principales magnitudes en circuitos eléctricos de corriente continua con resistencias conectadas en serie, paralelo o mixtas.

En general, casi todos los alumnos y alumnas presentan cierta **dificultad en resolver dichos circuitos**; aplican procedimientos de cálculo de un circuito serie en uno paralelo o viceversa, se bloquean en los circuitos mixtos de tal manera que son incapaces de abordar su desarrollo, etc. Esto les provoca tal desesperación y angustia, que algunos pueden llegar incluso a aborrecer o abandonar la asignatura.

Por otro lado, quisiera destacar, desde mi más humilde opinión, que en los libros de texto de Tecnología de cualquier editorial en general, el procedimiento de cálculo que se explica para averiguar las principales magnitudes eléctricas que intervienen en los distintos tipos de los circuitos citados con resistencias, es demasiado implícito, es decir, que no se expone con detalle o claridad un sistema o proceso a seguir como para que, el alumnado pueda asumir y adquirir las habilidades suficientes y necesarias para resolver dichos circuitos.

Por ello, en las siguientes páginas se plantea un sistema o procedimiento de cálculo, que consiste en una serie de pasos ordenados que ayudará al alumnado a resolver los diferentes tipos de circuitos ya citados, con objeto de evitar en la medida de lo posible el desánimo o agobio que algunos alumnos y alumnas pudieran llegar a tener.

2. CONCEPTOS PREVIOS NECESARIOS

2.1. Principales magnitudes eléctricas

En un circuito eléctrico intervienen tres magnitudes eléctricas fundamentales:

- **Tensión o Voltaje**: Indica la diferencia de potencia (d.d.p.) o desnivel eléctrico existente entre dos puntos de un circuito. Se representa por la letra **V** y su unidad es el **Voltio (V)**.
- **Intensidad de corriente**: Es la cantidad de carga eléctrica o electrones, que circula por un punto del conductor en un tiempo determinado. Se representa por **I** y su unidad es el **Amperio (A)**.
- **Resistencia eléctrica**: Es la dificultad que opone un material al paso de la corriente eléctrica, depende del receptor. Se representa con la letra **R** y su unidad es el **Ohmio (Ω)**.
- **Potencia eléctrica**: Se define como la cantidad de energía que se transforma por unidad de tiempo. Se representa por la letra **P** y su unidad es el **Vatio (W)**.

2.2. Ley de Ohm

La Intensidad que circula por un circuito es proporcional a la tensión que se aplica en él e inversamente proporcional a la resistencia que opone a dicha corriente. Esto se relaciona mediante la expresión:

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

2.3. Cálculo de la potencia eléctrica

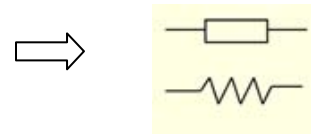
La potencia eléctrica se calcula mediante cualquiera de las siguientes expresiones:

$$P = V \cdot I$$

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

2.4. Tipos de asociaciones de resistencias. Cálculo de la resistencia total o equivalente

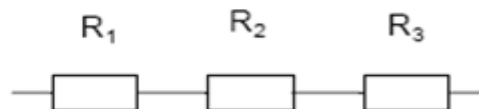
Nota: El símbolo eléctrico de una resistencia, se representa mediante cualquiera de estos dos dibujos:



➤ Resistencias conectadas en serie

Las resistencias se conectan una a continuación de la otra como se indica en la siguiente figura:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

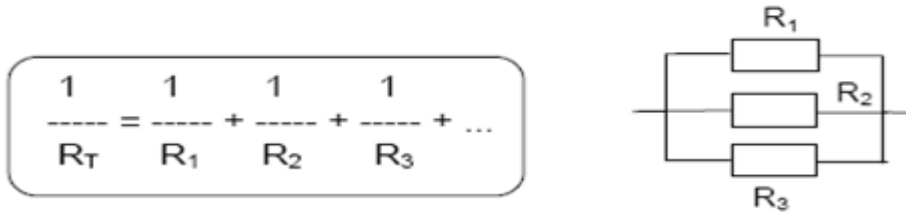


Aspectos importantes a considerar en circuitos con resistencias conectadas sólo en serie:

- ✓ La intensidad que recorre el circuito es única, es decir, la intensidad que pasa por cada una de las resistencias es la misma.
- ✓ El voltaje se reparte entre las resistencias que componen el circuito.

➤ **Resistencias conectadas en paralelo**

Las resistencias se conectan en ramas independientes, tal y como se muestra en la siguiente figura:

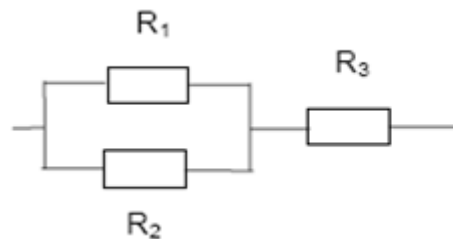


Aspectos importantes a considerar en circuitos con resistencias conectadas sólo en paralelo:

- ✓ El voltaje es único, es decir, el voltaje es el mismo en todas las resistencias del circuito.
- ✓ La intensidad se reparte entre las resistencias que componen el circuito.

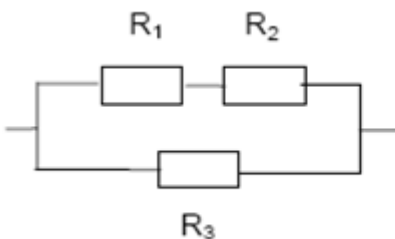
➤ **Resistencias en conexión mixta**

Es una combinación de conexión serie y paralelo a la vez (abajo se muestra dos ejemplos):



Pasos a seguir:

- 1.- Paralelo $R_1 \parallel R_2 = R_a$
- 2.- Serie $R_a + R_3$



Pasos a seguir:

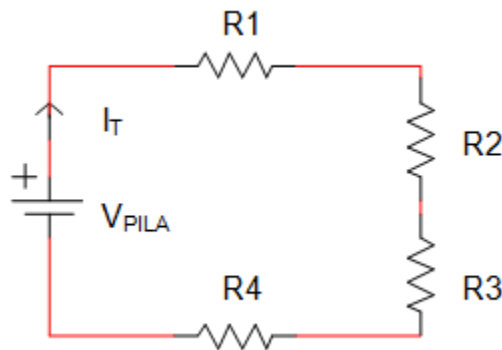
- 1.- Serie: $R_1 + R_2 = R_b$
- 2.- Paralelo: $R_b \parallel R_3$

Aspectos importantes a considerar en circuitos con resistencias en conexión mixta:

En este caso, la intensidad y el voltaje varían en los diferentes puntos del circuito.

3. ANÁLISIS Y CÁLCULO DE MAGNITUDES EN CIRCUITOS CON RESISTENCIAS EN SERIE

Para explicar el procedimiento de resolución y cálculo de las diferentes magnitudes eléctricas en un circuito con resistencias asociadas en serie, tomaremos como ejemplo, el siguiente circuito:



En el que se calculará las siguientes magnitudes eléctricas:

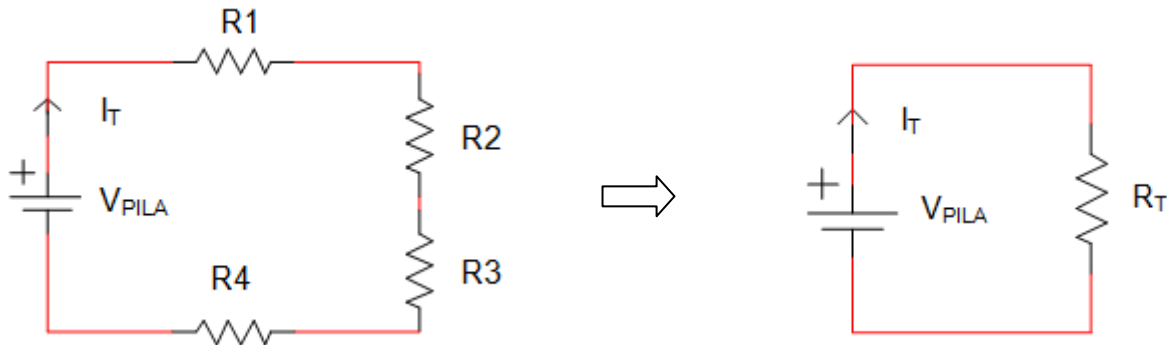
- Intensidad total que recorre el circuito (I_{Total})
- Tensión o voltaje en cada resistencia.
- Potencia eléctrica absorbida o consumida por todas las resistencias.
- Potencia eléctrica suministrada o entregada por la pila.

PASOS A SEGUIR PARA SU RESOLUCIÓN:

1er paso → Reducción del circuito al circuito básico o elemental

El primer paso a realizar en estos tipos de circuitos, será reducirlo al circuito básico o elemental, es decir, transformar el circuito original (en este caso el circuito de arriba), a un circuito formado por la pila y una sola resistencia.

Para ello, tenemos que sustituir las resistencias R_1 , R_2 , R_3 y R_4 conectadas en serie, por una sola resistencia a la cual llamaremos R_T (*Resistencia total equivalente del circuito*):



Siendo, $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \rightarrow$ (Las resistencias conectadas en serie se suman)

2º paso → Cálculo de la Intensidad total (I_T)

Una vez obtenido el circuito elemental y la R_T , se calcula la Intensidad total que circula por el circuito, mediante la expresión matemática que define la ley de Ohm:

$$\boxed{I = \frac{V}{R}} \quad \Rightarrow \quad I_T = \frac{V}{R_T}$$

3er paso → Cálculo de las tensiones o voltajes de cada resistencia

A continuación, mediante la expresión indicada abajo, se calcula los voltajes que le corresponde a cada una de las resistencias que compone el circuito eléctrico (designados como V_{R1} , V_{R2} , V_{R3} y V_{R4}):

$$\boxed{V = R \cdot I} \quad \rightarrow \quad V_{R1} = R_1 \cdot I_T \qquad V_{R2} = R_2 \cdot I_T \qquad V_{R3} = R_3 \cdot I_T \qquad V_{R4} = R_4 \cdot I_T$$

Comprobación de voltajes (opcional, pero recomendable)

Se aconseja o recomienda que una vez calculados los voltajes que le corresponde a cada una de las resistencias, se haga una pequeña comprobación para asegurarnos de que las operaciones realizadas hasta el momento son correctas, para ello (en este caso), se tiene que cumplir que:

$$V_{PILA} = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + V_{R4}$$



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 20 – JULIO DE 2009

4º paso → Cálculo de las potencias absorbidas por cada resistencia

Seguidamente calcularemos las potencias absorbidas por cada una de las resistencias del circuito (P_{R1} , P_{R2} , P_{R3} y P_{R4}), para ello emplearemos cualquiera de las dos expresiones siguientes (ojo, sólo una):

$$\boxed{P = V \cdot I} \quad \rightarrow \quad P_{R1} = V_{R1} \cdot I_T \quad P_{R2} = V_{R2} \cdot I_T \quad P_{R3} = V_{R3} \cdot I_T \quad P_{R4} = V_{R4} \cdot I_T$$

$$\boxed{P = R \cdot I^2} \quad \rightarrow \quad P_{R1} = R_1 \cdot I_T^2 \quad P_{R2} = R_2 \cdot I_T^2 \quad P_{R3} = R_3 \cdot I_T^2 \quad P_{R4} = R_4 \cdot I_T^2$$

5º paso y último → Cálculo de la potencia suministrada o entregada por la pila

En última lugar se calculará la potencia suministrada por la pila o batería (P_{PILA}), mediante la expresión:

$$\boxed{P = V \cdot I} \quad \rightarrow \quad P_{PILA} = V_{PILA} \cdot I_T$$

Comprobación del balance de potencias (opcional, pero recomendable)

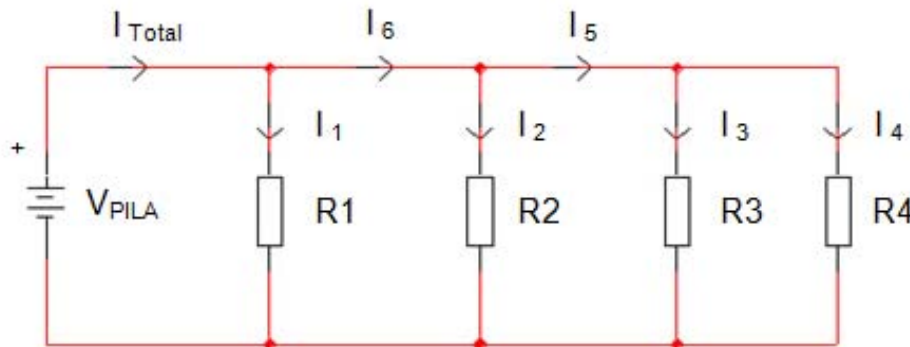
Para finalizar, y para asegurarnos que no hayamos tenido ningún error en todo el proceso de cálculo de las diferentes operaciones realizadas, se aconseja realizar la siguiente comprobación, referidas a las potencias absorbidas y entregada por la pila, en el que se tiene que verificar que:

$$P_{PILA} = P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + P_{R4}$$

En el supuesto caso de que no coincidiera el resultado de la potencia entregada de la pila con el sumatorio de las potencias absorbidas por las resistencias, tendríamos que ir revisando las operaciones realizadas en los pasos anteriores, puesto que se debe de haber tenido algún tipo de error de cálculo.

4. ANÁLISIS Y CÁLCULO DE MAGNITUDES EN CIRCUITOS CON RESISTENCIAS EN PARALELO

Al igual que en el epígrafe anterior, para explicar el proceso de cálculo y resolución de los circuitos con resistencias asociadas en paralelo, vamos a considerar como ejemplo, el siguiente circuito:



En dicho circuito, se calculará las siguientes magnitudes eléctricas:

- a) Intensidad total e Intensidades parciales de las diferentes ramas del circuito
- b) Tensión o voltaje en cada resistencia.
- c) Potencia absorbida o consumida por todas las resistencias.
- d) Potencia suministrada o entregada por la pila.

PASOS A SEGUIR PARA SU RESOLUCIÓN:

1er paso → Cálculo de la Intensidad total e intensidades parciales que circulan por el circuito

Empezaremos calculando la I_1 , I_2 , I_3 e I_4 , mediante la expresión de la ley de Ohm:

$$\boxed{I = \frac{V}{R}} \quad \Rightarrow \quad I_1 = \frac{V}{R_1} \quad I_2 = \frac{V}{R_2} \quad I_3 = \frac{V}{R_3} \quad I_4 = \frac{V}{R_4}$$



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 20 – JULIO DE 2009

Seguidamente, calculamos el resto de las intensidades $\rightarrow I_5, I_6$, e I_{Total} , como la suma de las intensidades correspondientes ya halladas, que en este caso sería:

$$I_5 = I_3 + I_4$$

$$I_6 = I_2 + I_3 + I_4 \rightarrow \text{también se puede calcular como: } I_6 = I_2 + I_5$$

$$I_{Total} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 \rightarrow \text{también se puede calcular como: } I_{Total} = I_1 + I_6$$

3er paso \rightarrow Voltaje que le corresponde a cada resistencia

En este caso no es necesario realizar ningún cálculo, ya que al estar conectadas todas las resistencias en paralelo se deduce directamente, que la tensión o voltaje de cada resistencia es el mismo que el de la pila o batería a la que están conectadas:

$$V_{R1} = V_{R2} = V_{R3} = V_{R4} = V_{PILA}$$

4º paso \rightarrow Cálculo de las potencias absorbidas por cada resistencia

Como en el caso anterior, procederemos a calcular las potencias absorbidas por cada una de las resistencias del circuito (P_{R1}, P_{R2}, P_{R3} y P_{R4}), en la que emplearemos cualquiera de las dos expresiones siguientes (ojo, sólo una):

$$\boxed{P = V \cdot I} \rightarrow P_{R1} = V_{R1} \cdot I_1 \quad P_{R2} = V_{R2} \cdot I_2 \quad P_{R3} = V_{R3} \cdot I_3 \quad P_{R4} = V_{R4} \cdot I_4$$

$$\boxed{P = R \cdot I^2} \rightarrow P_{R1} = R_1 \cdot I_1^2 \quad P_{R2} = R_2 \cdot I_2^2 \quad P_{R3} = R_3 \cdot I_3^2 \quad P_{R4} = R_4 \cdot I_4^2$$

5º paso y último \rightarrow Cálculo de la potencia suministrada o entregada por la pila

En última lugar se calculará la potencia suministrada por la pila o batería (P_{PILA}), mediante la expresión:

$$\boxed{P = V \cdot I} \rightarrow P_{PILA} = V_{PILA} \cdot I_T$$

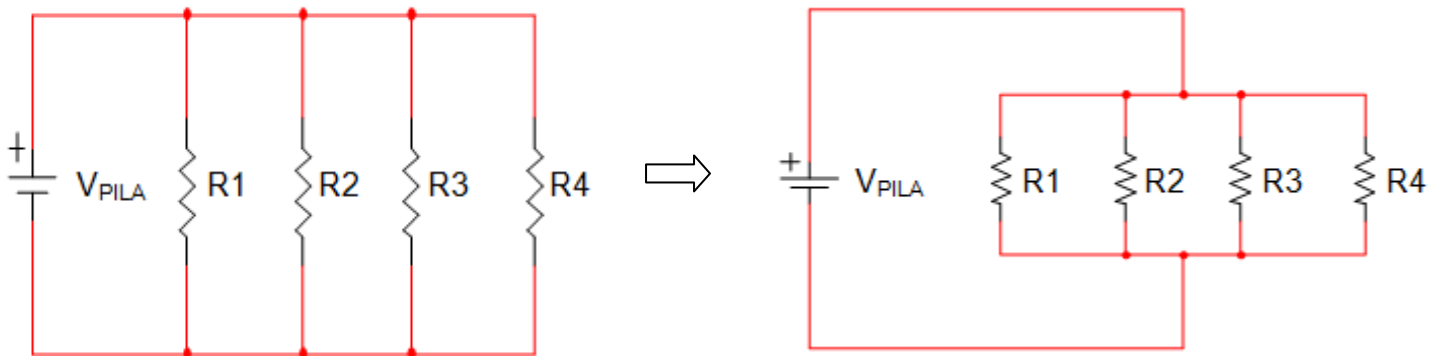
Comprobación del balance de potencias (opcional, pero recomendable)

Para finalizar, y para asegurarnos que no hayamos tenido ningún error en todo el proceso de cálculo de las diferentes operaciones realizadas, se aconseja realizar la siguiente comprobación, referidas a las potencias absorbidas y entregada por la pila, en el que se tiene que verificar que:

$$P_{PILA} = P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + P_{R4}$$

Nota aclaratoria:

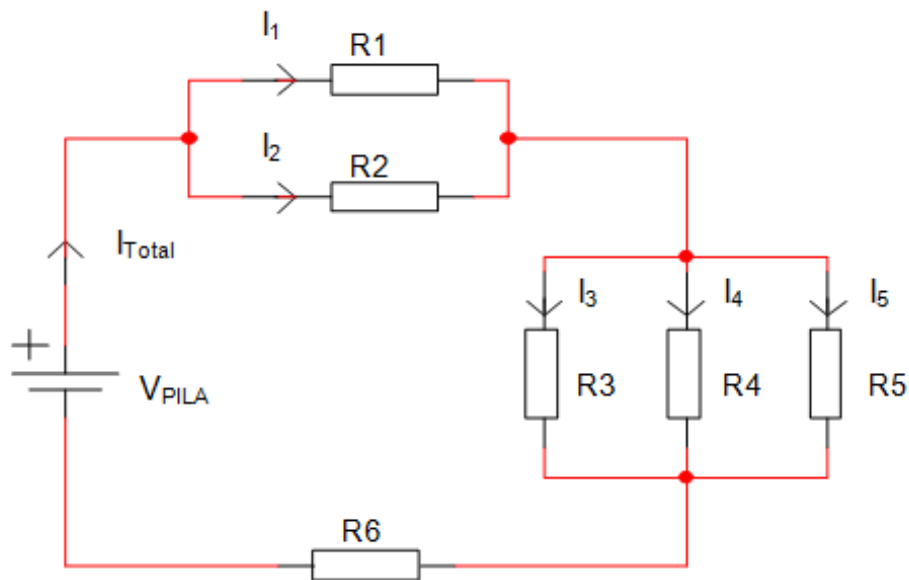
Cuando hablamos de un circuito con resistencias asociadas en paralelo, nos referimos a cualquiera de los dos circuitos indicados abajo:



Ambos circuitos **son iguales a efectos prácticos y de cálculo**, la única diferencia que existe entre ambos circuitos es en la topología de éstos, es decir, en la forma de conectar y colocar sus componentes.

5. ANÁLISIS Y CÁLCULO DE MAGNITUDES EN CIRCUITOS MIXTOS

Para explicar el proceso de resolución de este tipo de circuitos, tomaremos como ejemplo:



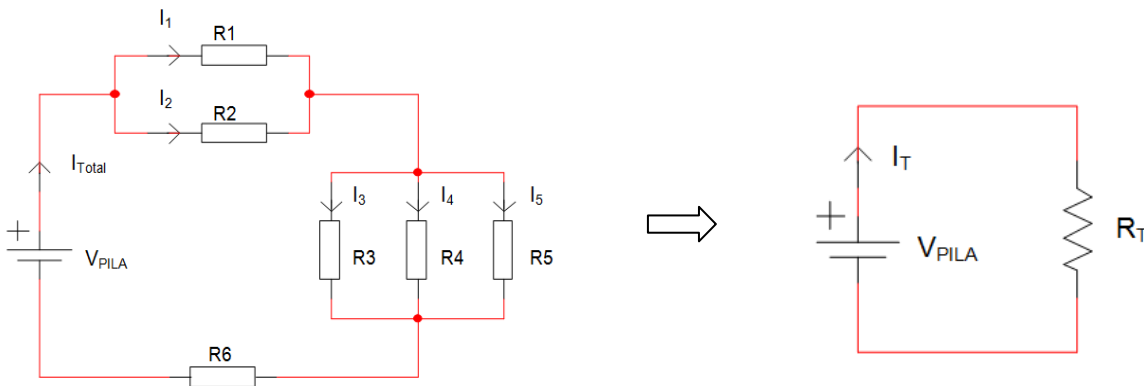
En dichos circuitos, calcular las siguientes magnitudes eléctricas:

- a) Intensidades parciales y totales de las diferentes ramas del circuito (I_{Total})
- b) Tensión o voltaje en cada resistencia.
- c) Potencia absorbida o consumida por todas las resistencias.
- d) Potencia suministrada o entregada por la pila.

PASOS A SEGUIR PARA SU RESOLUCIÓN:

1er paso → Reducción del circuito serie al circuito básico o elemental

Al igual que en los anteriores circuitos, tendremos que calcular la R_T (*Resistencia total equivalente del circuito*), para llegar al circuito básico o elemental:



Siendo $R_T = R_{p1} + R_{p2} + R_6$, donde:

- R_{p1} es la resistencia equivalente de las dos resistencias conectadas en paralelo R_1 y R_2 .
- R_{p2} es la resistencia equivalente de las tres resistencias conectadas en paralelo R_3 y R_4 y R_5 .

$$R_{p1} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

$$R_{p2} = \frac{1}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}}$$

2º paso → Cálculo de la Intensidad total (I_T)

Una vez obtenido el circuito elemental y la R_T , se calcula la Intensidad total que circula por el circuito, mediante la expresión matemática que define la ley de Ohm:

$$\boxed{I = \frac{V}{R}} \quad \Rightarrow \quad I_T = \frac{V}{R_T}$$



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 20 – JULIO DE 2009

3er paso → Cálculo de las tensiones o voltajes de cada resistencia o grupo de resistencias

A continuación, mediante la expresión indicada abajo, se calcula los voltajes que le corresponde a cada resistencia o grupo de resistencias compone el circuito eléctrico (a dicho voltajes lo vamos a designar como V_{Rp1} , V_{Rp2} , V_{R6}):

$$\boxed{V = R \cdot I} \rightarrow V_{Rp1} = R_{p1} \cdot I_T \qquad V_{Rp2} = R_{p2} \cdot I_T \qquad V_{R6} = R_6 \cdot I_T$$

Una vez calculados los voltajes en V_{Rp1} y V_{Rp2} , se obtiene directamente: V_{R1} , V_{R2} , V_{R3} , V_{R4} y V_{R5}

$$\boxed{V_{R1} = V_{R2} = V_{Rp1}} \qquad \boxed{V_{R3} = V_{R4} = V_{R5} = V_{Rp2}}$$

Comprobación de voltajes (opcional, pero recomendable)

Se recomienda que una vez calculados los voltajes que le corresponde a cada resistencia o grupo de resistencias, se haga una pequeña comprobación para asegurarnos de que las operaciones realizadas hasta el momento son correctas, para ello, y en este caso, se tiene que cumplir que:

$$V_{PILA} = V_{Rp1} + V_{Rp2} + V_{R6}$$

4º paso → Cálculo de las intensidades parciales en el circuito original

Retrocedemos de nuevo al circuito original con los voltajes correspondientes en cada grupo de resistencias y seguidamente se calcula las diferentes intensidades (I_1 , I_2 , I_3 , I_4 , I_5) que pasa por las distintas ramas del circuito, con la expresión:

$$\boxed{I = \frac{V}{R}} \qquad I_1 = \frac{V_{Rp1}}{R_1} \qquad I_2 = \frac{V_{Rp1}}{R_2} \qquad I_3 = \frac{V_{Rp2}}{R_3} \qquad I_4 = \frac{V_{Rp2}}{R_4} \qquad I_5 = \frac{V_{Rp2}}{R_5}$$

Aclaración: La intensidad que circula por R_6 , es la Intensidad total.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 20 – JULIO DE 2009

5º paso → Cálculo de las potencias absorbidas por cada resistencia

Del mismo modo que en los circuitos anteriores, las potencias absorbidas por cada una de las resistencias del circuito (P_{R1} , P_{R2} , P_{R3} , P_{R4} , P_{R5} y P_{R6}), se calcularán con una de estas dos expresiones:

$$\boxed{P=V \cdot I} \quad P_{R1} = V_{Rp1} \cdot I_1 \quad P_{R2} = V_{Rp1} \cdot I_2 \quad P_{R3} = V_{Rp2} \cdot I_3 \quad P_{R4} = V_{Rp2} \cdot I_4 \quad P_{R5} = V_{Rp2} \cdot I_5 \quad P_{R6} = V_{R6} \cdot I_T$$

$$\boxed{P=R \cdot I^2} \quad P_{R1} = R_1 \cdot I_1^2 \quad P_{R2} = R_2 \cdot I_2^2 \quad P_{R3} = R_3 \cdot I_3^2 \quad P_{R4} = R_4 \cdot I_4^2 \quad P_{R5} = R_4 \cdot I_4^2 \quad P_{R6} = R_6 \cdot I_T^2$$

6º paso y último → Cálculo de la potencia suministrada o entregada por la pila

En última lugar se calculará la potencia suministrada por la pila o batería (P_{PILA}), mediante la expresión:

$$\boxed{P = V \cdot I} \rightarrow P_{PILA} = V_{PILA} \cdot I_T$$

Comprobación del balance de potencias (opcional, pero recomendable)

De la misma manera que en los anteriores tipos de circuitos, para asegurarnos que no hayamos tenido ningún error en algunas de las diferentes operaciones, se recomienda realizar la comprobación del sumatorio de potencias, en el que para este caso, se tiene que verificar que:

$$P_{PILA} = P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + P_{R4} + P_{R5} + P_{R6}$$

6. BIBLIOGRAFÍA

- 📖 VV.AA. (2000). *Teoría de circuitos (O.C.) (7ª Ed.)*. Madrid: Uned
- 📖 Luis Martín Alonso, Juan J. García Ortiz. (2002). *Tecnología de 2º y 3º de ESO*. Madrid: SM.
- 📖 David Sánchez, Ana Mª. Sánchez-Ramal. (2003). *Tecnología de 2º y 3º de ESO*. Madrid: Santillana

Autoría

- Antonio José Heredia Soto
- IES Reyes Católicos de Vélez-Málaga (Málaga)
- antheso@gmail.com