

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
Subdirección General de Operaciones
División Programación Didáctica
Bogotá - Colombia
Agosto de 1977

SERIE UNIDADES ELECTRICIDAD BASICA

CIRCUITO SERIE - CIRCUITO PARALELO

Unidad Autoformativa No. 8

Elaborado por: GERARDO MANTILLA Q.

HELMAN GONZALEZ D.

"Prohibida la publicación total o parcial de este documento sin la autorización expresa del SENA".

CONTENIDO

- I. OBJETIVOS
- II. AUTOPRUEBA DE AVANCE
- III. INTRODUCCION
- IV. VOCABULARIO
- V. DESARROLLO
 - A. Circuito Serie
 - B. Cálculo de la Resistencia Equivalente o Total
 - C. Circuito Paralelo o Derivación
 - D. Cálculo de la Resistencia Equivalente o Total
- VI. RECAPITULACION
- VII. AUTOPRUEBA FINAL.
- VIII. BIBLIOGRAFIA



I. OBJETIVOS

A. Objetivo Terminal:

Cuando el Aprendiz haya terminado el estudio de la presente Unidad, estará en capacidad de resolver una prueba de 8 preguntas que se refieren a Circuitos en Serie y Circuitos Paralelos.

B. Objetivos Intermedios:

A medida que el Aprendiz avance en el estudio de cada uno de los temas de esta Unidad, será capaz de:

1. Definir qué es un circuito en serie.
2. Definir qué es un circuito paralelo.
3. Identificar mediante un análisis cuándo varios receptores están conectados en serie.
4. Identificar mediante un análisis cuándo varios receptores están conectados en paralelo.
5. Calcular la resistencia total o equivalente de un circuito en serie.
6. Calcular la resistencia total o equivalente de un circuito paralelo.

II. AUTOPRUEBA DE AVANCE

Ya que los circuitos en serie y paralelo son temas de mucha aplicación práctica en el campo eléctrico, es posible que usted ya conozca algo referente a ellos.

Ha escuchado usted lo referente a circuitos eléctricos de receptores en serie y paralelo?

SI _____ NO _____

Si su respuesta es negativa, lo más aconsejable es que usted empiece el estudio de esta Unidad.

Si por el contrario fue afirmativa, entonces usted estará en capacidad de responder a la siguiente prueba.

PRE-REQUISITOS:

Para el estudio de la presente Unidad, es indispensable que el Aprendiz haya estudiado satisfactoriamente las unidades 5 y 6. Además deberá saber sumar, multiplicar, restar y dividir.

AUTOPRUEBA

1. Enuncie dos de las formas básicas mediante las cuales se pueden conectar receptores.

a. _____

b. _____

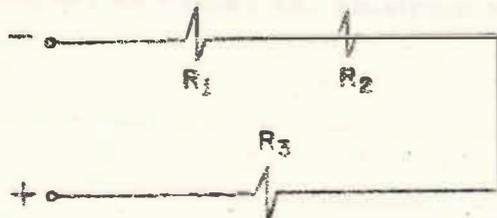
2. Defina con sus palabras qué es un circuito en serie.

3. Defina con sus palabras qué es un circuito en paralelo.

4. Dibuje un circuito con cuatro receptores en serie.

5. Dibuje un circuito con tres receptores en paralelo.

6. Calcule la resistencia total equivalente del circuito siguiente:

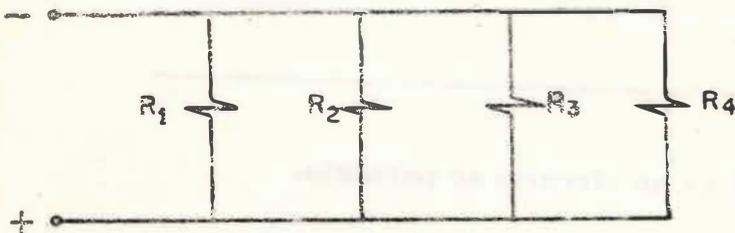


$$R_1 = 8 \, \Omega$$

$$R_2 = 7 \, \Omega$$

$$R_3 = 3 \, \Omega$$

7. Calcule la resistencia total o equivalente del siguiente circuito:



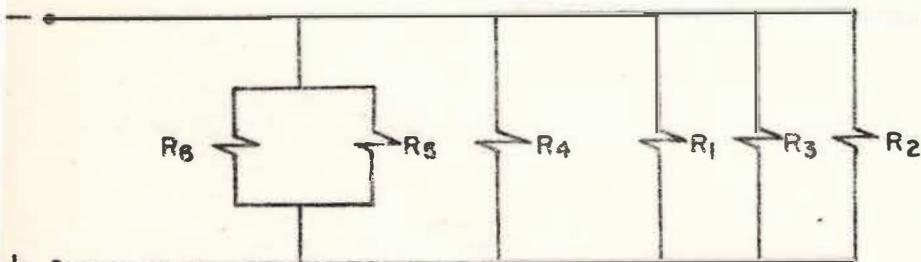
$$R_1 = 12 \, \Omega$$

$$R_2 = 12 \, \Omega$$

$$R_3 = 12 \, \Omega$$

$$R_4 = 12 \, \Omega$$

8. Calcule la resistencia total o equivalente del circuito siguiente:



$$R_1 = 9 \, \Omega$$

$$R_2 = 9 \, \Omega$$

$$R_3 = 9 \, \Omega$$

$$R_4 = 6 \, \Omega$$

$$R_5 = 4 \, \Omega$$

$$R_6 = 4 \, \Omega$$

COMPARE SUS RESPUESTAS CON LAS QUE APARECEN EN LA PAGINA NUMERO 30 DE ESTA UNIDAD. SI TODAS SON CORRECTAS, PUEDE CONTINUAR SU ESTUDIO CON LA UNIDAD SIGUIENTE. SI POR EL CONTRARIO TUVO ALGUNO, LE SUGERIMOS ESTUDIAR ESTA UNIDAD.

III. INTRODUCCION

Ha observado usted las instalaciones eléctricas que se utilizan en las iluminaciones navideñas? Seguramente que sí y que también se ha dado cuenta que cuando un bombillito se funde, los otros a pesar de estar buenos, también se apagan. Por qué ocurre esto?

En cambio en la instalación eléctrica de su casa, cuando se funde un bombillo, los otros continúan encendidos. Por qué?

Usted mismo podrá descubrir las respuestas a estas preguntas si estudia los temas de que trata esta Unidad.

IV. VOCABULARIO

Subíndice: Letra o número que, colocado bajo un símbolo, lo completa.

Derivación: Pérdida de fluido en una instalación eléctrica.

Borne: Botón de cobre a que se une un conducto eléctrico.

V. DESARROLLO

Generalidades:

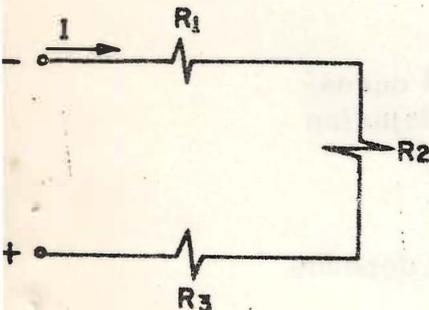
En los circuitos de aplicación práctica se utilizan dos formas básicas para la conexión de los receptores, ellas son el circuito serie y el circuito paralelo o derivación. También se utiliza una tercera forma que es la combinación de las dos anteriores, o sea el circuito serie-paralelo o mixto.

Llamaremos receptor a todos aquellos aparatos de uso eléctrico que sirven para transformar la energía eléctrica en cualquier otro tipo de energía. Ejemplo: Los bombillos, las estufas, los ventiladores, etc.

Para simplificar nuestro trabajo, representaremos inicialmente los receptores con el símbolo de una resistencia ohmica de valor fijo.

A. CIRCUITO SERIE:

A continuación representaremos un circuito con tres receptores conectados en serie.

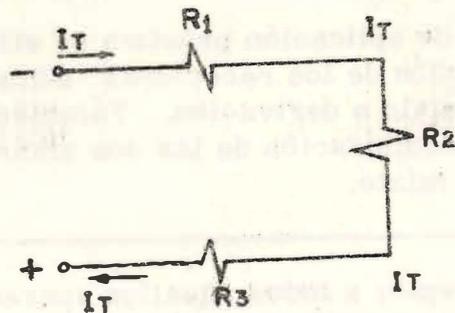


Los subíndices 1, 2, 3 que hemos escrito al pie de cada R , los utilizamos únicamente para indicar que las resistencias son diferentes.

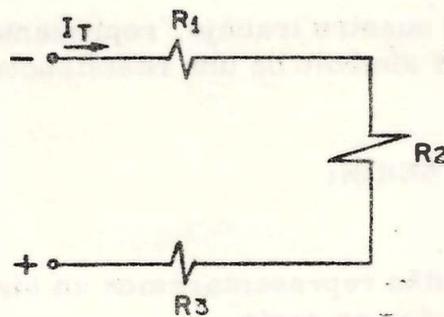
Sobre el circuito representado observemos lo siguiente:

1. Las resistencias están conectadas una a continuación de la otra.

2. La intensidad de la corriente es la misma en cualquiera de las resistencias y en cualquier punto del circuito.

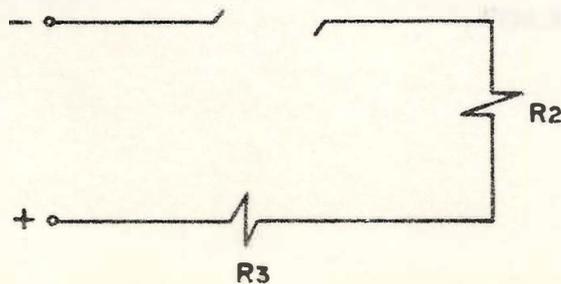


3. Observe usted nuevamente el circuito en serie y mire que ocurriría si elimina cualquiera de los receptores, por ejemplo R_1 .



Si R_1 no existe en el circuito, entonces R_2 y R_3 quedarían desconectados del borne (-) de la fuente y dejarían de funcionar, por lo tanto no habría intensidad de corriente a través del circuito.

Luego entonces el funcionamiento de R_2 y de R_3 depende de la existencia de R_1 .



AUTOCONTROL No. 1

1. Si yo retiro a R2, los receptores R1 y R3 _____

2. Si yo retiro a R3, los receptores R1 y R2 _____

Luego entonces el funcionamiento de los receptores en un circuito en serie es totalmente DEPENDIENTE.

COMPARE SUS RESPUESTAS CON LAS DE LA PAGINA SIGUIENTE

RESPUESTAS

1. Si yo retiro a R2, el receptor R1 quedaría desconectado del borne + y R3 quedaría desconectado del borne - ; luego dejarían de funcionar.
2. Si yo retiro a R3, los receptores R1 y R2 quedarían desconectados del borne + de la fuente y dejarían de funcionar.

SI TODAS SUS RESPUESTAS SON CORRECTAS, PUEDE CONTINUAR SU ESTUDIO. SI POR EL CONTRARIO TUVO ALGUN ERROR, LE SUGERIMOS ESTUDIAR NUEVAMENTE EL TEMA ANTERIOR.

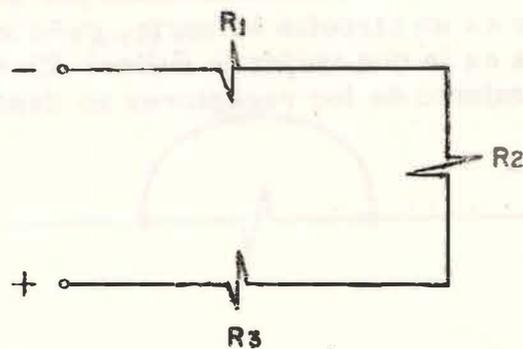
B. CALCULO DE LA RESISTENCIA EQUIVALENTE O TOTAL:

En ocasiones es necesario reemplazar varios receptores que están en serie por uno solo que haga el mismo trabajo eléctrico. A este se le llama receptor o resistencia EQUIVALENTE.

Para calcular la resistencia total o equivalente en un circuito en serie, se deben sumar las resistencias que estén en serie.

Ejemplo:

Si en el circuito que ha venido estudiando usted $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$ y $R_3 = 3 \Omega$ cuánto vale R_t ?



La fórmula general dice que:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

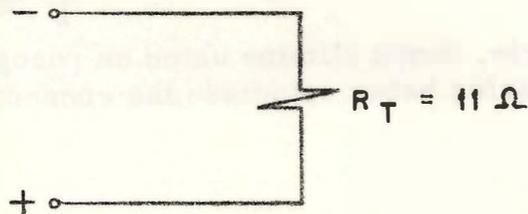
Pero si: $R_1 = 2 \Omega$

$$R_2 = 6 \Omega$$

$$R_3 = 3 \Omega$$

$$\text{Entonces } R_t = 2 + 6 + 3 = 11 \Omega$$

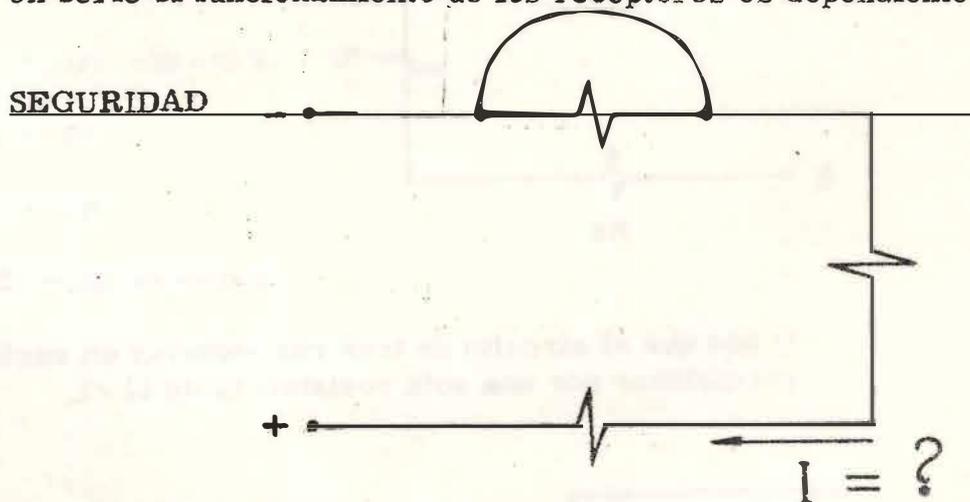
O sea que el circuito de tres resistencias en serie lo podremos reemplazar por una sola resistencia de 11Ω



Mediante las observaciones anteriores usted podrá obtener las siguientes conclusiones:

1. En un circuito en serie los receptores están conectados a _____
2. En un circuito en serie la intensidad de la corriente es de _____
3. En un circuito en serie el funcionamiento de los receptores es _____

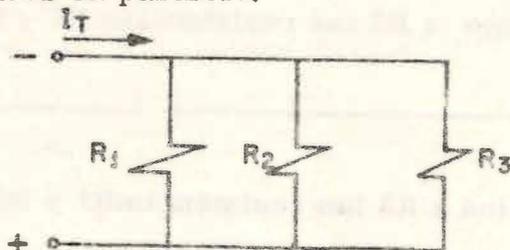
Cualquiera de las tres conclusiones obtenidas por usted nos podría definir lo que es un circuito en serie, pero se puede pensar que la última es la que mejor lo define: En un circuito en serie el funcionamiento de los receptores es dependiente.



En un circuito en serie, nunca elimine usted un receptor mediante un puente sin antes haber estudiado las consecuencias.

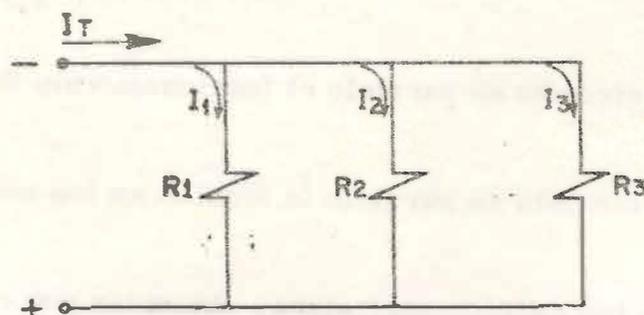
C. CIRCUITO PARALELO O DERIVACION:

A continuación representaremos un circuito con tres receptores conectados en paralelo.

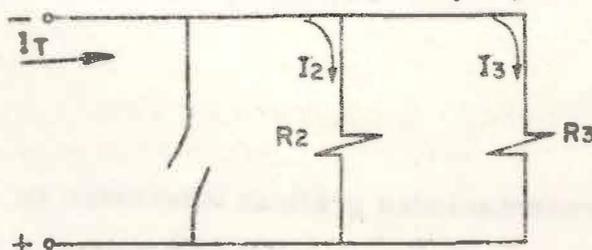


Sobre el circuito podrá usted observar lo siguiente:

1. Las resistencias están conectadas en derivación entre los bornes - y + de la fuente.
2. La intensidad de la corriente no es la misma en cualquier punto del circuito.



3. La tensión es igual en cualquiera de las resistencias. Ahora, piense usted qué ocurriría si se elimina una resistencia del circuito, por ejemplo R_1 :



Si R_1 no existe en el circuito, entonces deja de existir la corriente I_1 ; pero I_2 e I_3 si existen porque R_2 y R_3 siguen conectados a la fuente. LUEGO ENTONCES R_2 Y R_3 CONTINUAN TRABAJANDO.

AUTOCONTROL No. 2

1. Si yo elimino a R2 las resistencias R1 y R3 _____

2. Si se elimina a R3 las resistencias R1 y R2 _____

3. En un circuito en paralelo los receptores están conectados en _____
4. En un circuito paralelo la intensidad de la corriente es _____
5. En un circuito en paralelo el funcionamiento de los receptores es _____
6. En un circuito en paralelo la tensión en los receptores es _____

Cualquiera de las cuatro conclusiones obtenidas por usted nos define lo que es un circuito en paralelo, pero se puede pensar que la última es la que mejor lo define. En un circuito en paralelo el funcionamiento de los receptores es independiente.

INVESTIGACION:

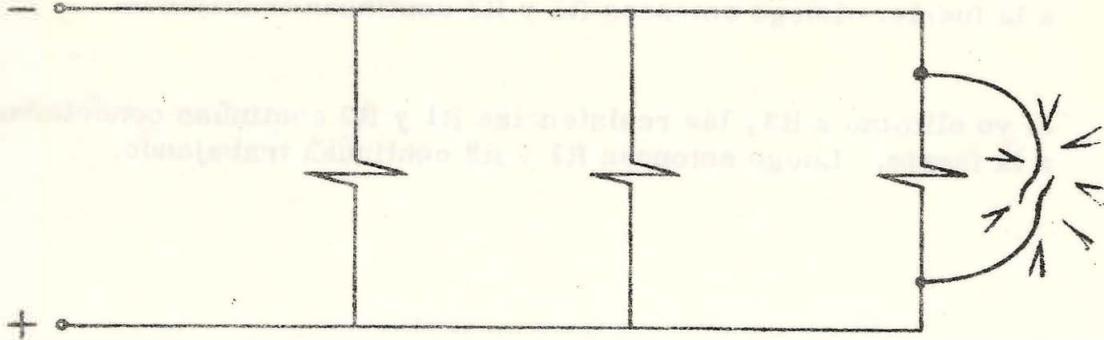
Dibuje cuatro representaciones gráficas diferentes de un mismo circuito paralelo.

COMPARE SUS RESPUESTAS CON LAS DE LA PAGINA SIGUIENTE

RESPUESTAS

1. Si yo elimino a R2, las resistencias R1 y R3 continúan conectadas a la fuente. Luego entonces R1 y R3 continúan trabajando.
2. Si yo elimino a R3, las resistencias R1 y R2 continúan conectadas a la fuente. Luego entonces R1 y R2 continúan trabajando.

SI TODAS SUS RESPUESTAS SON CORRECTAS, PUEDE CONTINUAR SU ESTUDIO. SI POR EL CONTRARIO TUVO ALGUN ERROR, LE SUGERIMOS ESTUDIAR NUEVAMENTE EL TEMA ANTERIOR.

SEGURIDAD:

En un circuito en paralelo nunca trate usted de eliminar un receptor con un puente, ello ocasionaría un CORTO CIRCUITO.

D. CALCULO DE LA RESISTENCIA EQUIVALENTE O TOTAL:

Existen varios métodos para calcular la resistencia total o equivalente en un circuito en paralelo, uno de ellos consiste en:

Calcular el inverso de la suma de los inversos de las resistencias que conforman el circuito paralelo.

Ejemplo:

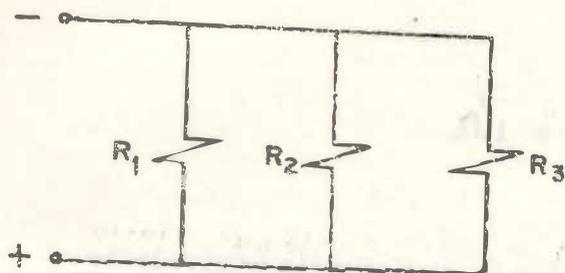
Si en el circuito que usted considera $R_1 = 2 \Omega$

$$R_2 = 6 \Omega$$

$$R_3 = 3 \Omega$$

Cuánto vale la R_t ?

La fórmula general dice que:



$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

Pero si:

$$R_1 = 2 \Omega$$

$$R_2 = 6 \Omega$$

$$R_3 = 3 \Omega$$

Entonces:

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3}}$$

Inicialmente efectuamos la suma de quebrados indicada:

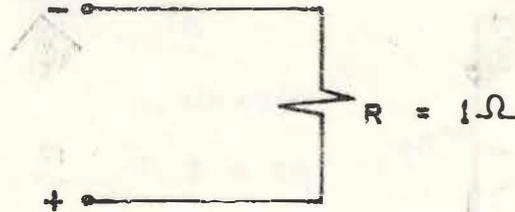
$$\frac{1}{2} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{18 + 6 + 12}{36} = \frac{36}{36}$$

$$\text{Luego } R_t = \frac{1}{\frac{36}{36}} = \frac{36}{36}$$

NOTA: Si usted no entiende claramente los procesos matemáticos utilizados, es aconsejable que estudie lo referente a suma y división de quebrados.

$$\text{Entonces } R_t = \frac{36}{36} = 1 \Omega$$

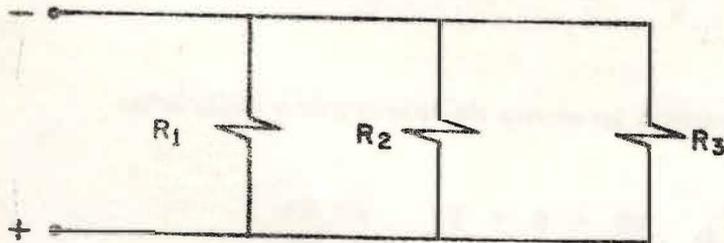
O sea que el circuito de tres resistencias en paralelo lo podremos reemplazar por una sola resistencia de 1Ω



Existe otro método para calcular la resistencia equivalente o total en un circuito en paralelo dicho método se llama SOLUCION POR PARES DE RESISTENCIAS.

SOLUCION POR PARES:

Tomemos el circuito de tres resistencias en paralelo, las cuales tienen los valores siguientes:



$$R_1 = 2 \Omega$$

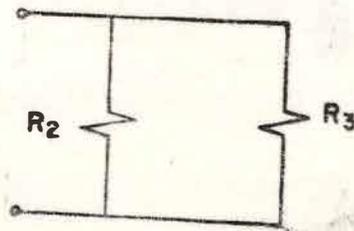
$$R_2 = 6 \Omega$$

$$R_3 = 3 \Omega$$

La regla general para la solución por pares dice que la resistencia equivalente de dos resistencias conectadas en paralelo es igual al producto de los valores de las dos resistencias dividido por la suma de los mismos.

A partir del circuito de tres resistencias apliquemos el método propuesto.

Inicialmente tomemos dos resistencias del circuito y apliquemos con los valores de ellas la solución por pares. Podrían ser R_2 y R_3



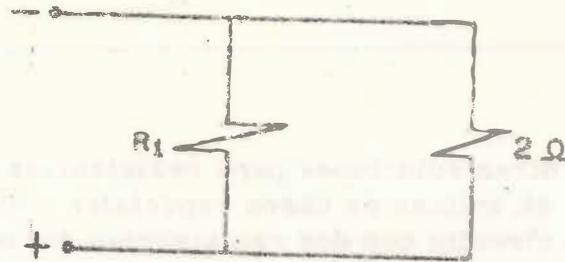
$$\text{Si } R_2 = 6 \Omega$$

$$\text{y } R_3 = 3 \Omega$$

La resistencia equivalente para 6 y 3 será:

$$\frac{6 \times 3}{6 + 3} = \frac{18}{9} = 2 \Omega$$

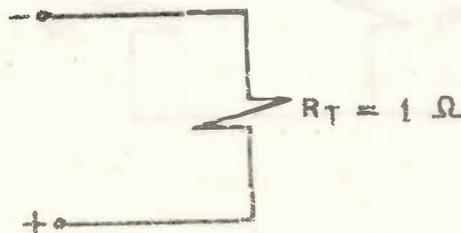
Ahora, el circuito que inicialmente era de tres resistencias en paralelo, queda conformado por dos, R_1 y la resistencia equivalente de R_2 y R_3 .



Conociendo el valor de R_1 podemos proceder a calcular el valor de la R_t del circuito, si $R_1 = 2 \Omega$

$$R_t = \frac{2 \times 2}{2 + 2} = \frac{4}{4} = 1 \Omega$$

O sea que el circuito de tres resistencias en paralelo lo podremos reemplazar por una sola resistencia de 1Ω



Como puede usted comprobar, la solución por el sistema de los inversos y la solución por pares, nos da siempre el mismo resultado.

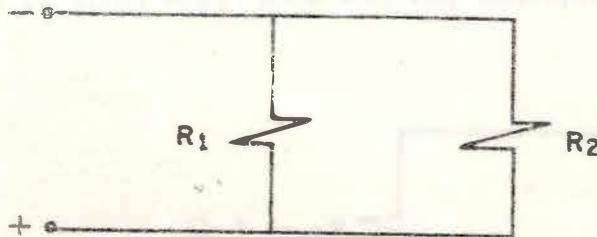
NOTA: El inverso de un número es un quebrado que tiene como numerador la unidad (1) y como denominador el número.

Ejemplo: El inverso del número 5 es $\frac{1}{5}$

El inverso de R es $\frac{1}{R}$

Existen otras soluciones para resistencias conectadas en paralelo que se aplican en casos especiales. Por ejemplo: Si se tiene un circuito con dos resistencias del mismo valor, la resistencia equivalente de ellas será igual a la mitad del valor de una.

Considere usted un circuito con dos resistencias iguales en paralelo.



$$\text{Si: } R_1 = 8 \Omega$$

$$R_2 = 8 \Omega$$

$$R_t = 4 \Omega$$

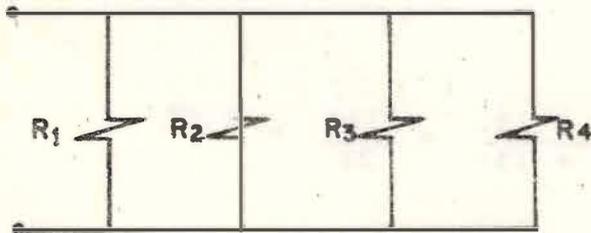
AUTOCONTROL No. 3

Compruebe usted que por el método de los inversos y de la solución por pares, se obtiene igual resultado.

Otro método se aplica en el caso en el que hay varias resistencias de igual valor conectadas en paralelo.

En tal caso el valor de la resistencia equivalente o total, es igual al valor de una, dividido por la cantidad de resistencias del paralelo.

Ejemplo:



$$\text{Si: } R_1 = 12$$

$$R_2 = 12$$

$$R_3 = 12$$

$$R_4 = 12$$

$$R_t = \frac{12}{4} = 3$$

COMPARE SUS RESPUESTAS CON LAS DE LA PAGINA SIGUIENTE

RESPUESTAS

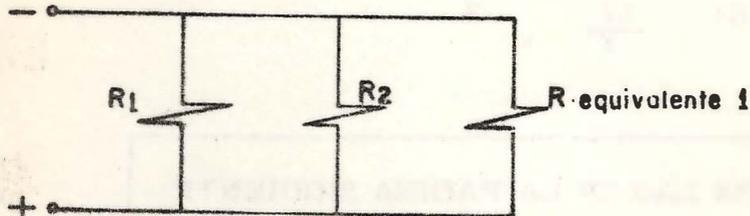
1. Solución por Inversos:

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = \frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12}}$$

$$= \frac{1}{\frac{4}{12}} \quad R_t = \frac{12}{4} = 3 \Omega$$

2. Solución por Pares:

$$R \text{ equivalente 1} = \frac{R_4 \times R_3}{R_4 + R_3} = \frac{12 \times 12}{12 + 12} = \frac{144}{24} = 6 \Omega$$



$$R_1 = 12 \Omega$$

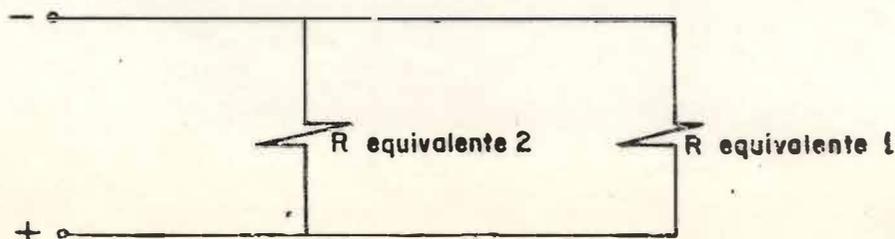
$$R_2 = 12 \Omega$$

$$R_{eq} = 6 \Omega$$

$$R \text{ equivalente 2} = \frac{R_2 \times R_1}{R_2 + R_1} = \frac{12 \times 12}{12 + 12} = \frac{144}{24} = 6 \Omega$$

$$R_{eq1} = 6 \Omega$$

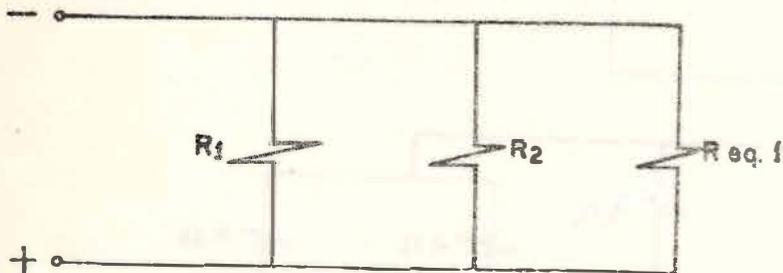
$$R_{eq2} = 6 \Omega$$



$$R_t = \frac{R_{eq\ 1} \times R_{eq\ 2}}{R_{eq\ 1} + R_{eq\ 2}} = \frac{6 \times 6}{6 + 6} = \frac{36}{12} = 3 \Omega$$

3. Solución en el caso de que haya pares de resistencias iguales:

$$R_{eq\ 1} = \frac{12}{2} = 6 \Omega$$

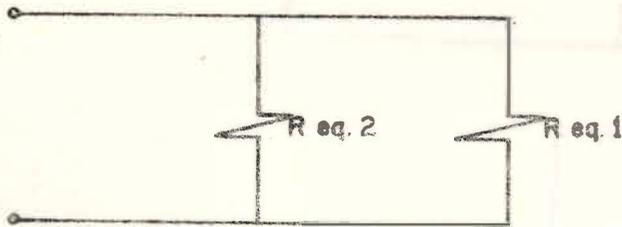


$$R_1 = 12 \Omega$$

$$R_2 = 12 \Omega$$

$$R_{eq\ 1} = 6 \Omega$$

$$R_{eq\ 2} = \frac{12}{2} = 6 \Omega$$



$$R_{eq\ 1} = 6 \Omega$$

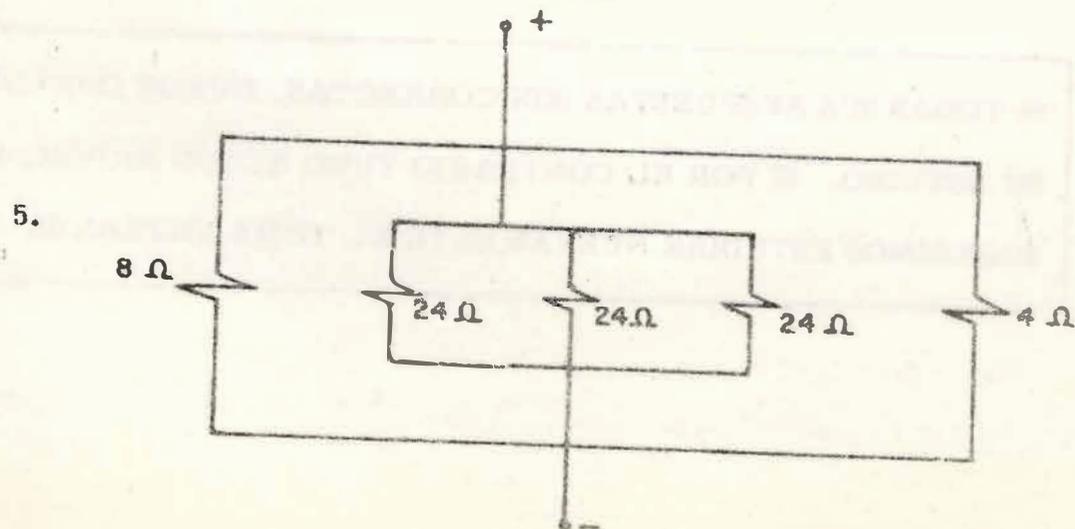
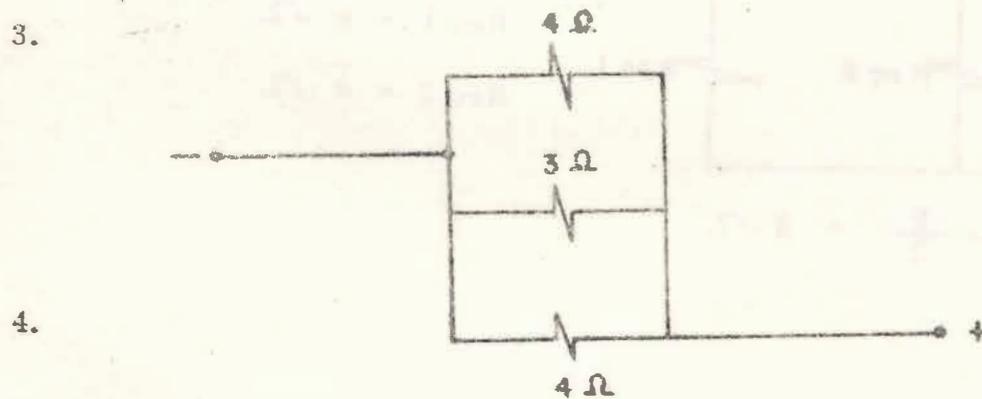
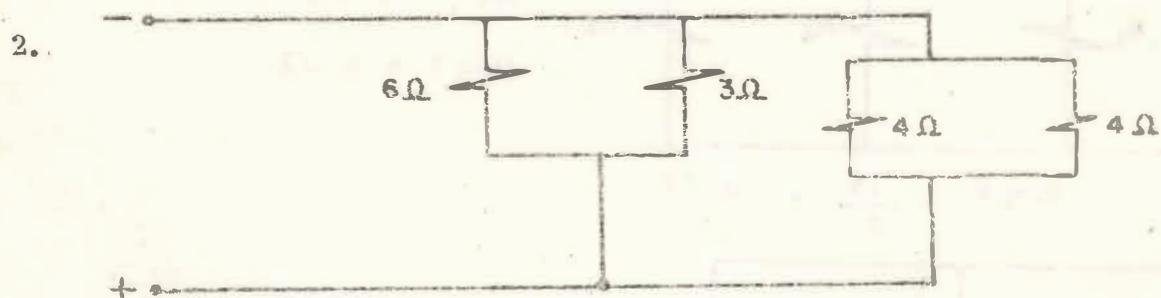
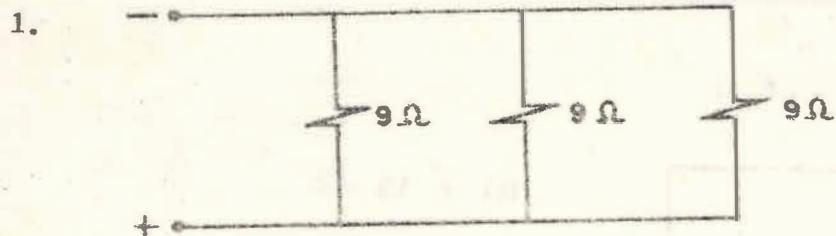
$$R_{eq\ 2} = 6 \Omega$$

$$R_t = \frac{6}{2} = 3 \Omega$$

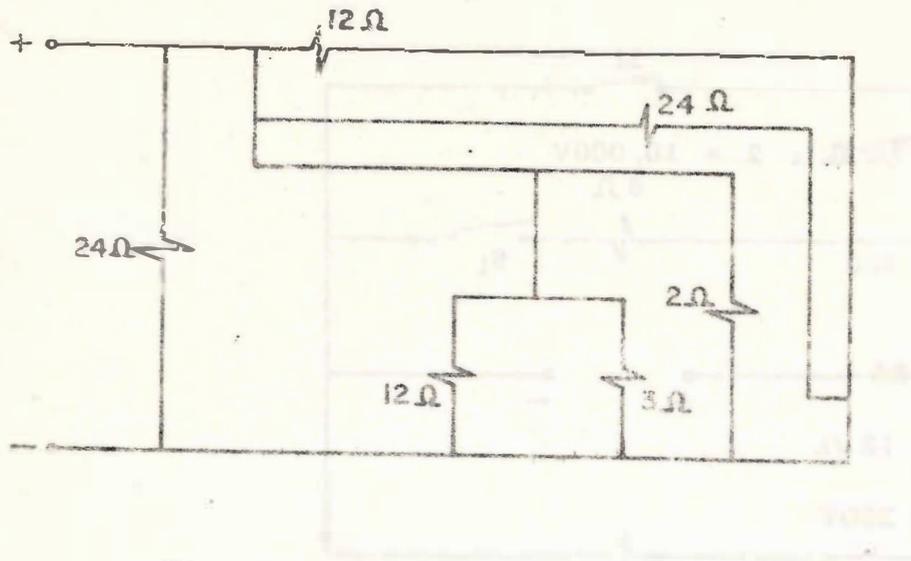
SI TODAS SUS RESPUESTAS SON CORRECTAS, PUEDE CONTINUAR SU ESTUDIO. SI POR EL CONTRARIO TUVO ALGUN ERROR, LE SUGERIMOS ESTUDIAR NUEVAMENTE EL TEMA ANTERIOR.

AUTOCONTROL No. 4

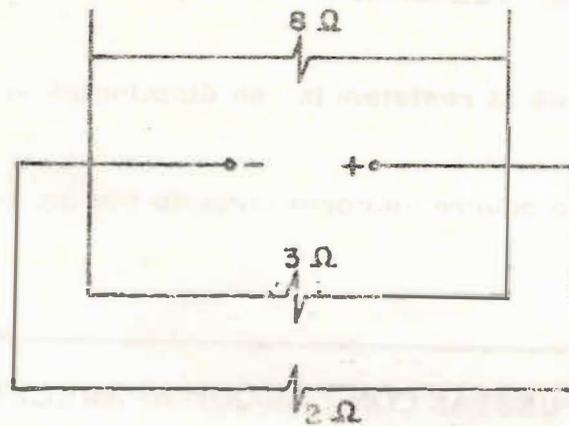
Calcular la R_t en los siguientes circuitos:



6.



7.



Calcular la R_t cuando:

- S1 y S2 están cerrados.
- S1 está cerrado y S2 está abierto.
- S1 está abierto y S2 está cerrado.
- S1 y S2 están abiertos

6. a. 2A

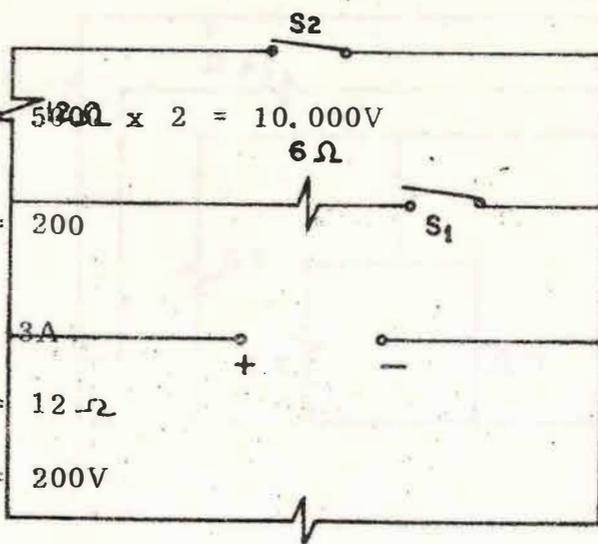
7. d. $V = 5000 \times 2 = 10.000V$

8. a. $R = 200$

9. a. $I = 3A$

b. $R = 12 \Omega$

c. $V = 200V$



10. Si en un circuito aumenta la tensión, se aumentará la intensidad.

11. Si en un circuito aumenta la resistencia, se disminuirá la intensidad.

12. En un circuito eléctrico ocurre un corto circuito porque la resistencia es casi CERO.

COMPARE SUS RESPUESTAS CON LAS QUE APARECEN EN LA
PAGINA SIGUIENTE

RESPUESTAS

1. $R_t = 3 \Omega$
2. $R_t = 1 \Omega$
3. $R_t = 1 \text{ y } 2 \Omega$
4. $R_t = 2 \Omega$
5. $R_t = 1 \Omega$
6. $R_t = 1,5 \Omega$
7.
 - a. $R_t = 2 \Omega$
 - b. $R_t = 2,4 \Omega$
 - c. $R_t = 3 \Omega$
 - d. $R_t = 4 \Omega$

SI TODAS SUS RESPUESTAS SON CORRECTAS, PUEDE CONTINUAR SU ESTUDIO. SI POR EL CONTRARIO TUVO ALGUN ERROR, LE SUGERIMOS ESTUDIAR NUEVAMENTE EL TEMA ANTERIOR.

VI. RECAPITULACION

Circuito Serie
Circuito Paralelo

{ Conexiones básicas para circuitos eléctricos

Circuito Serie: Conexión de receptores en forma dependiente.

Circuito Paralelo: Conexión de receptores en forma independiente.

Resistencia total en circuito serie: Suma de resistencias paralelas.

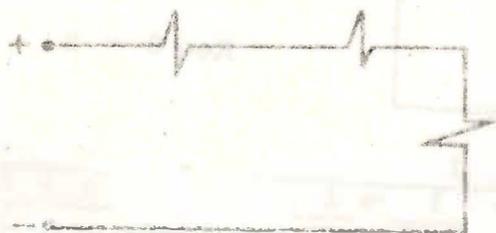
Resistencia total en circuito paralelo: Cálculo del inverso de la suma de los inversos de las resistencias parciales. Cálculo de resistencias equivalentes dividiendo el producto de pares de resistencias parciales por la suma de las mismas.

VII. AUTOPRUEBA FINAL

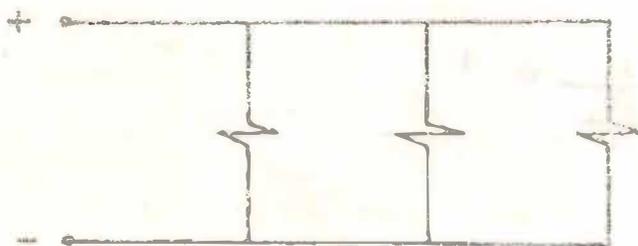
Como usted ha llegado al final de la Unidad, por favor conteste las preguntas que se encuentran en la página número 3 de esta Unidad, y compare sus respuestas con las que aparecen a continuación.

RESPUESTAS A LA AUTOPRUEBA

1. Las formas básicas para conectar receptores son en Serie y en Paralelo.
2. Un circuito en serie es aquel en el cual el funcionamiento de los receptores es dependiente.
3. Un circuito en paralelo es aquel en el cual el funcionamiento de los receptores es independiente.



4.

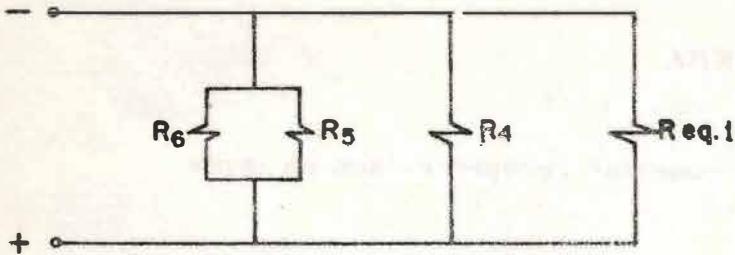


5. $R_t = R_1 + R_2 + R_3$

$$R_t = 3 + 7 + 8 = 18 \Omega$$

$$7. \quad R_t = \frac{12}{4} = 3$$

$$8. \quad \text{Req 1} = \frac{9}{3} = 3$$



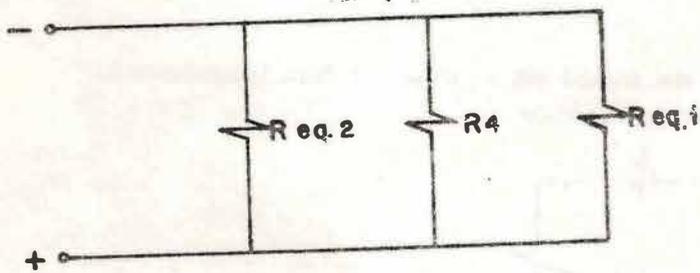
$$R_6 = 4$$

$$R_5 = 4$$

$$R_4 = 6$$

$$\text{Req 1} = 3$$

$$\text{Req 2} = \frac{4}{2} = 2$$



$$R_4 = 6$$

$$\text{Req 1} = 3$$

$$\text{Req 2} = 2$$

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2}} = \frac{1}{\frac{6 + 12 + 18}{36}}$$

$$= \frac{1}{\frac{36}{36}} = 1$$

VIII. BIBLIOGRAFIA

PERRIN, M
Electricidad Industrial
III volúmenes

AGGER, L. T.
Introducción a la Electricidad
Editorial Continental, México 1975 2a. edición

VOLKENBURGH, Van
Electricidad Básica
Editorial Continental, México 1975 Tomos 1, 2, 3, 4, 5

SHICK, Kurt
Principios de Electricidad
Editorial Carvajal y Cía, Cali 1971

ROBINSON, Rester
Conceptos de Electricidad
Editorial Diana, México 1974 1a. edición

FLOREZ FERNANDEZ, Juan José
Tecnología de la Electricidad
Editorial Benzal, Madrid 1975

DAWES, Ch. L.
Tratado de Electricidad Corriente Continua
Editorial Gustavo Gili, México 1974

SINGER, Francisco L.
Electricidad
Editorial Continental, México 1975 1a. edición