6-2 CIRCUITO SERIE.

Un *circuito serie* es un circuito en el que las resistencias están unidas directamente unas con otras a través de sus positivos y sus negativos.

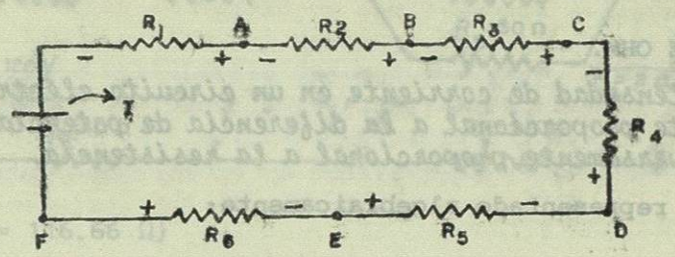


Fig. 3.

En el circuito mostrado en la figura 4, está circulando una corriente I. Para calcular esta corriente, tenemos que transformar el circuito (simplificar) a un circuito similar al mostrado en la figura 4. Como las resistencias están en serie, es necesario obtener una resistencia equivalente.

Esta resistencia equivalente se puede calcular sumando todas las resistencias que están en serie.

Es decir:

$$\boxed{Req = R_1 + R_2 + \ldots\ldots + Rn} \qquad (2)$$

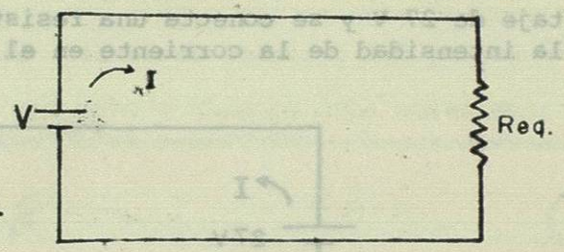


Fig. 4.

Siendo Rn, el valor de la última resistencia conectada.

ELECTRICIDAD EN MOVIMIENTO.

El primer sistema comercial de energía eléctrica, desarrollada por Thomas Alva Edison, era estrictamente un sistema de corriente continua. La mayoría de los científicos estaban convencidos que la corriente alterna no era segura ni práctica para uso comercial y que no tenía ninguna ventaja compensadora. Ahora, sin embargo, los sistemas de energía eléctrica están basados casi exclusivamente en corriente alterna.

OBJETIVOS.

1.- Definir cada uno de los términos, conceptos, principios y leyes incluidos en este capítulo.

2.- Aplicar la ley de Ohm, resolviendo problemas a partir de los datos apropiados en el circuito serie, circuito paralelo y circuito mixto.

3.- Resolver problemas aplicando la ley de los voltajes de Kirchhoff.

4.- Resolver problemas aplicando la ley de las corrientes de Kirchhoff.

5.- Calcular la potencia eléctrica, a partir de los datos apropiados.

6.- Calcular el costo de la energía que se consume diariamente en el hogar, tomando como base las lecturas del medidor.

7.- Explicar en qué consiste un "corto-circuito" y sus efectos, tanto en un circuito serie como en un circuito paralelo.

PROCEDIMIENTO.

1.- Lectura general del capítulo VI de tu libro de texto.

2.- Realiza un resumen de todas las definiciones de este capítulo y analízalas antes de seguir con los demás objetivos.

3.- Analiza minuciosamente los problemas resueltos en tu libro de texto.

4.- Resuelve los problemas de la autoevaluación.

5.- Consulta tus dudas con tu maestro o con tus compañeros más avanzados.

PRE-REQUISITO.

Entregar completamente resueltos, los problemas de la autoevaluación, en hojas tamaño carta.

Ejemplo 2. Se conectan en serie 4 focos de 5 Ω cada uno. Si el voltaje de la fuente es de 125 V. ¿Cuál es la corriente del circuito?

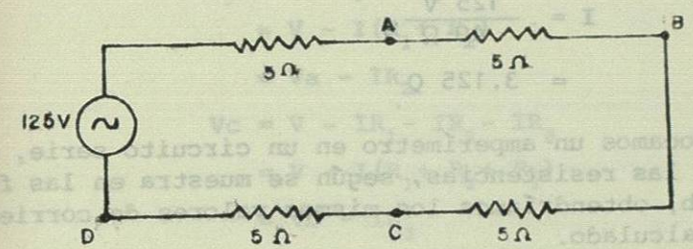


Fig. 5.

Necesitamos la resistencia equivalente.

$$Req = 5\ \Omega + 5\ \Omega + 5\Omega + 5\Omega$$
$$= 20\ \Omega$$

Por la ley de Ohm, tenemos:

$$I = \frac{V}{R}$$
$$= \frac{125\ V}{20\ \Omega}$$
$$= 6.25\ A.$$

Ejemplo 3. Si se conecta al circuito anterior una plancha que tiene una resistencia de 20 Ω. ¿Cuál será la nueva corriente del circuito?

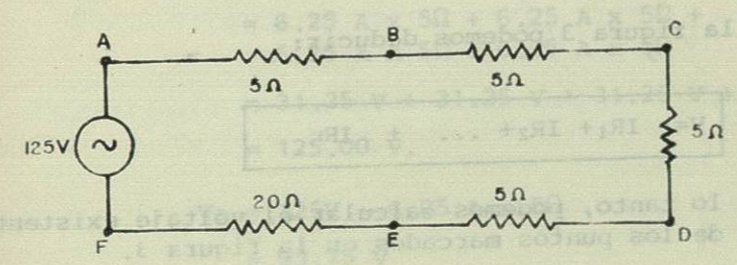


Fig. 6

$$Req = 5\Omega + 5\Omega + 5\Omega + 5\Omega + 20\Omega$$
$$= 40\ \Omega$$

Por la ley de Ohm, tenemos:

$$I = \frac{125\ V}{40\ \Omega}$$
$$= 3.125\ Q$$

Si colocamos un amperímetro en un circuito serie, entre cada una de las resistencias, según se muestra en las figu-- ras 7a y 7b, obtendríamos los mismos valores de corriente que hemos calculado.

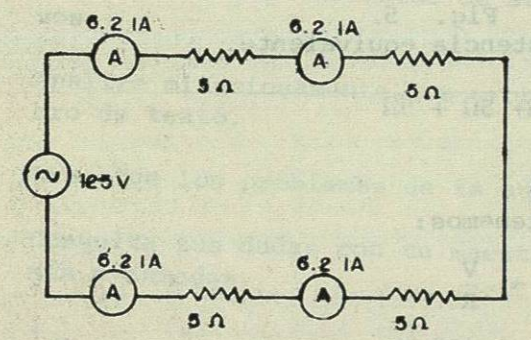


Fig. 7a.

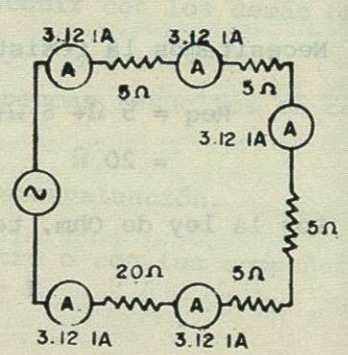


Fig. 7b.

6-3 LEY DE LOS VOLTAJES DE KIRCHHOFF.

La ley de los voltajes de Kirchhoff establece que la suma de las caídas de voltaje en cada una de las resistencias conectadas en serie, es igual al voltaje total.

De la figura 3 podemos deducir:

$$\boxed{V = IR_1 + IR_2 + \ldots + IR_n}$$

Por lo tanto, podemos calcular el voltaje existente en cada uno de los puntos marcados en la figura 3.

$Va = V - IR_1$ (IR_1 = caída de voltaje en la resistencia 1)

$$Vb = V - IR_1 - IR_2$$
$$= V - I(R_1 + R_2)$$
$$= Va - IR_2$$
$$Vc = V - IR_1 - IR_2 - IR_3$$
$$= V - I(R_1 + R_2 + R_3)$$
$$= Vb - IR_3$$
$$Vd = V - IR_1 - IR_2 - IR_3 - IR_4$$
$$= V - I(R_1 + R_2 + R_3 + R_4)$$
$$= Vc - IR_4$$
$$Ve = V - IR_1 - IR_2 - IR_3 - IR_4 - IR_5$$
$$= V - I(R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5)$$
$$= Vd - IR_5$$
$$Vf = V - IR_1 - IR_2 - IR_3 - IR_4 - IR_5 - R_6$$
$$= V - I(R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6)$$
$$= Ve - IR_6.$$

Ejemplo 4. Del ejemplo 2, demostrar la primera ley de Kirchhoff y calcular los voltajes en los puntos A, B, C y D.

$$V = IR_1 + IR_2 + IR_3 + IR_4$$
$$= 6.25\ A \times 5\Omega + 6.25\ A \times 5\Omega + 6.25\ A \times 5\Omega + 6.25\ A \times 5\Omega$$
$$= 31.25\ V + 31.25\ V + 31.25\ V + 31.25V$$
$$= 125.00\ V.$$

$$Va = 125V - 6.25\ A \times 5\Omega$$
$$= 93.75\ V$$

$$V_b = 93.75\ V - 6.25 \times 5$$
$$= 62.5\ V$$
$$V_c = 62.5\ V - 6.25\ A \times 5\Omega$$
$$= 31.25\ V.$$
$$V_d = 31.25\ V - 6.25\ A \times 5\Omega$$
$$= 0$$

PROBLEMA. Demuestre que en el ejemplo 3, los siguientes voltajes son correctos:

Va = 125 V	Vb = 109.375 V	Vc = 93.75 V
Vd = 78.125V	Ve = 62.5 V	Vf = 0 V

6-4 CIRCUITO PARALELO.

Un *circuito paralelo* es un circuito en el que las resistencias que lo componen están unidas a través de nodos, formando ramas entre sí.

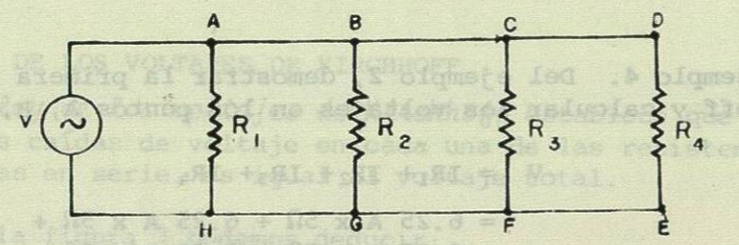


Fig. 8.

También en este caso, tenemos que simplificar el circuito, hasta que nos quede similar al mostrado en la figura 9

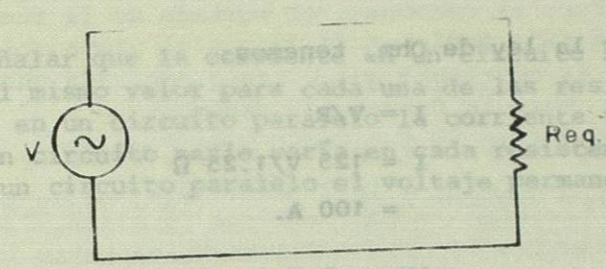


Fig. 9.

Para el circuito paralelo, la resistencia equivalente de todos los elementos conectados en paralelo, es igual a la inversa de la suma de las inversas de cada una de las resistencias.

$$\boxed{\frac{1}{Req} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{Rn}} \quad (4)$$

Ejemplo 5. Se conectan en paralelo 4 focos de 5Ω a una toma de 125 V. Calcular la resistencia equivalente y la corriente máxima del circuito.

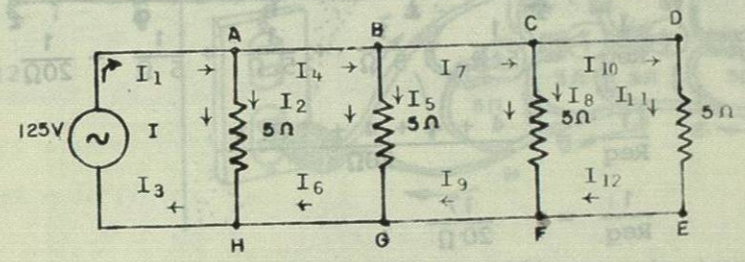


Fig. 10.

Por la ecuación 4, tenemos:

$$\frac{1}{Req} = \frac{1}{5\ \Omega} + \frac{1}{5\Omega} + \frac{1}{5\Omega} + \frac{1}{5\Omega}$$

$$\frac{1}{Req} = \frac{1 + 1 + 1 + 1}{5\ \Omega}$$ (5Ω es el común denominador)

$$\frac{1}{Req} = \frac{4}{5\ \Omega}$$
$$Req = 5\Omega / 4$$
$$Req = 1.25\ \Omega$$

Por la ley de Ohm, tenemos:

$$I = V/R$$

$$I = 125\ V/1.25\ \Omega$$

$$= 100\ A.$$

Ejemplo 6. Si se conecta al circuito anterior una plancha de 20 Ω, también en paralelo, calcular la corriente máxima.

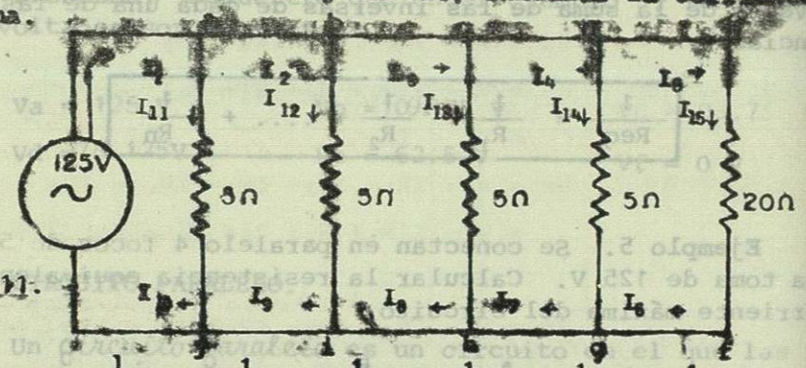


Fig. 11.

$$\frac{1}{Req} = \frac{1}{5\ \Omega} + \frac{1}{5\ \Omega} + \frac{1}{5\ \Omega} + \frac{1}{5\ \Omega} + \frac{1}{20\Omega}$$

$$\frac{1}{Req} = \frac{4 + 4 + 4 + 4 + 1}{20\Omega}$$

$$\frac{1}{Req} = \frac{17}{20\ \Omega}$$

$$Req. = 20\Omega/17$$

$$Req = 1.177\Omega$$

Por la ley de Ohm, tenemos:

$$I = V/R$$

$$= 125V/1.177\Omega$$

$$= 106.25\ A$$

Cabe señalar que la corriente en un circuito serie, siempre tendrá el mismo valor para cada una de las resistencias; mientras que en un circuito paralelo la corriente varía. El voltaje en un circuito serie varía en cada resistencia, mientras que en un circuito paralelo el voltaje permanece constante.

$$V_T = Vah = Vbg = Vcf = Vde$$

6-5 LEY DE LAS CORRIENTES DE KIRCHHOFF.

La ley de las corrientes de Kirchhoff establece que *la suma de todas las corrientes que fluyen hacia cualquier punto de unión es igual a la suma de todas las corrientes que fluyen hacia afuera del mismo.*

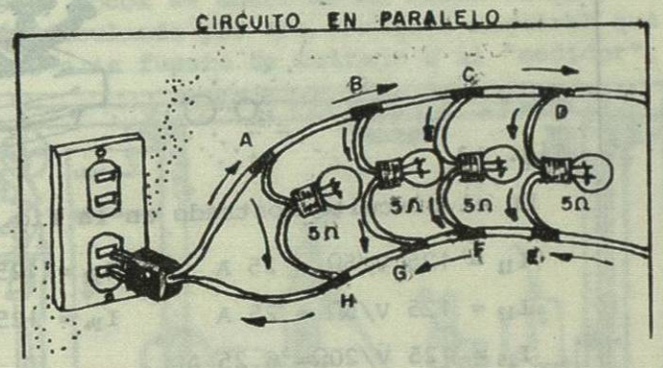


Fig. 12.

En el circuito anterior, (figura 10), por la ley de las corrientes de Krichhoff, tenemos:

Nodo a	$I_1 = I_2 + I_4$	Nodo e	$I_{11} = I_{12}$
Nodo b	$I_4 = I_5 + I_7$	Nodo f	$I_9 = I_{12} + I_8$
Nodo c	$I_7 = I_8 + I_{10}$	Nodo g	$I_6 = I_9 + I_5$
Nodo d	$I_{10} = I_{11}$	Nodo h	$I_3 = I_6 + I_{12}$

Pero si conocemos el voltaje de la fuente y sabiendo que en cada resistencia existe el mismo voltaje podemos calcular la corriente que circula por cada una de las resistencias. Para la figura 13, tenemos:

$I_1 = Vah/R_1 = V_T/R_1$ $\qquad$ $I_8 = Vcf/R_3 = V_T/R_3$

$I_5 = Vbg/R_2 = V_T/R_2$ $\qquad$ $I_{11} = Vde/R_4 = V_T/R_4$

Ejemplo 7. De la figura 13, calcular la corriente que circula por cada uno de los alambres.

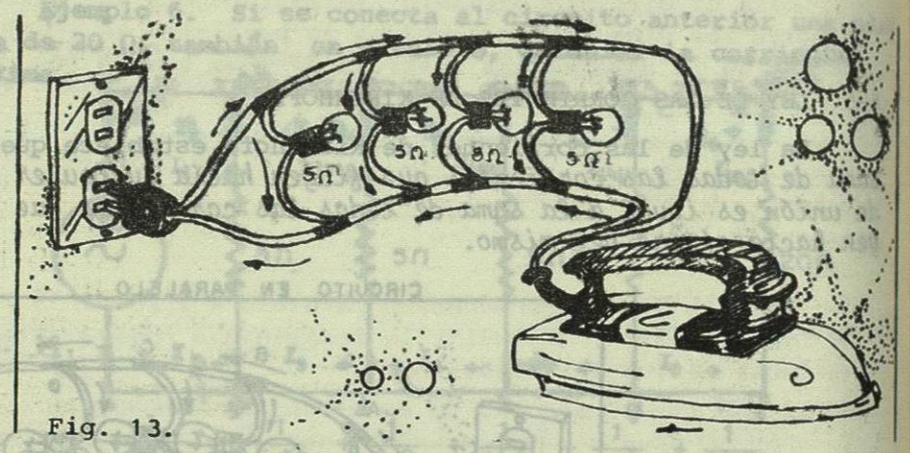


Fig. 13.

En el circuito mostrado en la fig. 11, tenemos:

$I_{11} = 125\ V/5\Omega = 25\ A$ $\qquad$ $I_{12} = 125\ V/5\Omega = 25\ A$

$I_{13} = 125\ V/5\Omega = 25\ A$ $\qquad$ $I_{14} = 125\ V/5\Omega = 25\ A$

$I_{15} = 125\ V/20\Omega = 6.25\ A$

Nodo e $\quad I_5 = I_{15} = 6.25\ A$

Nodo f $\quad I_6 = I_{15} = 6.25\ A$

Nodo d $\quad I_4 = I_5 + I_{14} = 6.25\ A + 25\ A = 31.25\ A$

Nodo g $\quad I_7 = I_6 + I_{14} = 6.25\ A + 25\ A = 31.25\ A$

Nodo c $\quad I_3 = I_4 + I_{13} = 31.25\ A + 25\ A = 56.25\ A$

Nodo h $\quad I_8 = I_7 + I_{13} = 31.25\ A + 25\ A = 56.25\ A$

Nodo b $\quad I_2 = I_3 + I_{12} = 56.25\ A + 25\ A = 81.25\ A$

Nodo i $\quad I_9 = I_8 + I_{12} = 56.25\ A + 25\ A = 81.25\ A$

Nodo a $\quad I_1 = I_2 + I_{11} = 81.25\ A + 25\ A = 106.25\ A$

Nodo j $\quad I_{10} = I_9 + I_{11} = 81.25\ A + 25\ A = 106.25\ A$

Si comparamos la I_1 e I_{10} de este ejemplo con la I calculada en el ejemplo 6, son exactamente iguales, ya que es la parte más cercana a la fuente de voltaje y es donde existe la máxima intensidad de la corriente.

OBSERVACIÓN:

El problema del ejemplo 5 nos dió una corriente de 100 A y en ejemplo 6, al mismo circuito se le agregó una resistencia de 20 Ω y la corriente aumentó a 106.25 A. Este es el caso más frecuente en tu hogar (se funden los fusibles o la cubierta del conductor se empieza a quebrar), cuando se empiezan a encender aparatos y focos al mismo tiempo. Mientras más aparatos y focos se conectan al mismo tiempo, más corriente estará circulando por los cables o alambres que estén más cercanos a la fuente de voltaje o al "medidor".

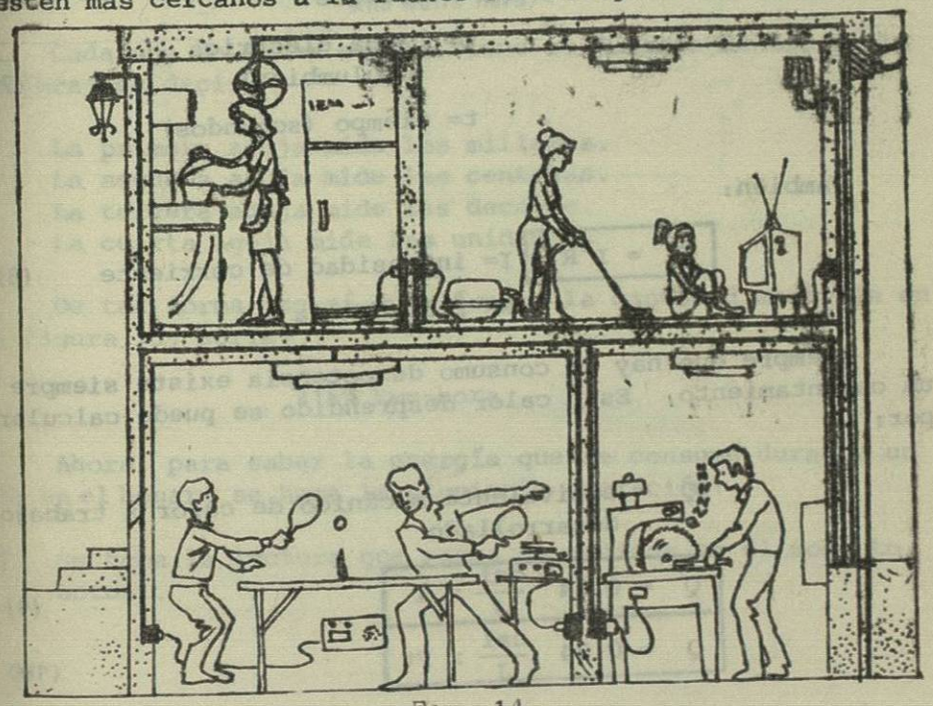


Fig. 14.

6-6 POTENCIA ELÉCTRICA.

La potencia eléctrica es la rapidez con que se efectúa trabajo, o bien, es la energía que consume una máquina o cualquier aparato eléctrico en cada segundo. La potencia -- eléctrica se expresa en watts (vatios).

La ley de Watt establece que la potencia en un circuito eléctrico es igual al producto de la intensidad de la co- -- rriente por la diferencia de potencial.

Potencia (P) = voltaje (V) x intesidad de corriente (I)

= V (voltios) x I (amperios)

$$P = V\,I \qquad (6)$$

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

V= diferencia de potencial en voltios

Q= carga eléctrica (coulumbios) (7)

t= tiempo (segundos)

También:

$$P = I^2R \qquad (8)$$

I= intensidad de corriente

R= resistencia

Siempre que hay un consumo de potencia existe siempre un calentamiento. Este calor desprendido se puede calcular por:

Q = equivalente mecánico de calor x trabajo desarrollado

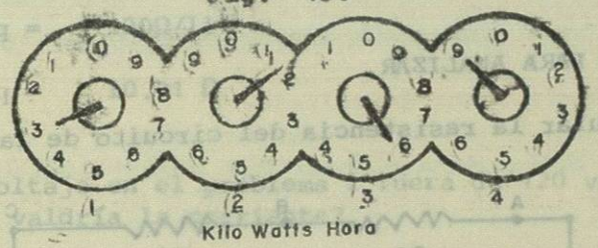
$$Q = 0.24\ \frac{cal}{J} \times T \qquad (9)$$

$$Q = 0.24\ \frac{cal}{J} \times Pt \qquad (10)$$

La energía consumida en el hogar se puede calcular fácilmente, ya que la C.F.E. vende al público la energía eléc trica consumida en forma de trabajo por cada hora. El trabajo total, la compañía lo determina por medio de un "medidor" que marca el número de Kws-hora consumidos durante un tiempo determinado. Es fácil de leer en la carátula de ese "medidor".

En la carátula del "medidor" existen 4 agujas que gi-- ran de acuerdo con la figura siguiente:

Fig. 15.



Cada una de estas agujas tiene su función dentro de la lectura, es decir:

La primera aguja mide los millares.
La segunda aguja mide las centenas.
La tercera aguja mide las decenas.
La cuarta aguja mide las unidades.

De tal forma que si quisiéramos la cantidad mostrada en la figura 15, sería:

3159 Kws-hora.

Ahora, para saber la energía que se consume durante un mes en el hogar, se hace la siguiente operación:

1º Se toma la lectura que marca el medidor en el momento actual.

2º En el recibo que manda bimestralmente la C.F.E. viene la lectura anterior, o sea la lectura que tenía el medidor cuando se hizo el pago correspondiente.

3º La energía total consumida será la diferencia de la lectura actual y la lectura anterior.

Si queremos obtener el precio de ese consumo, sólo multiplicamos esta diferencia por la tarifa por Kw-h.

PROBLEMAS PARA ANALIZAR.

1.- Calcular la resistencia del circuito de la figura 16.

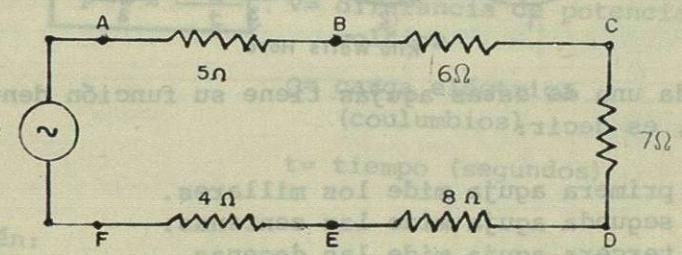


Fig. 16

Dado que el circuito es serie:

$$Req = 5\ \Omega + 6\ \Omega + 7\ \Omega + 8\ \Omega + 4\ \Omega$$

$$= 30\ \Omega$$

2.- Calcular la [redacted] circuito mostrado en la figura 17.

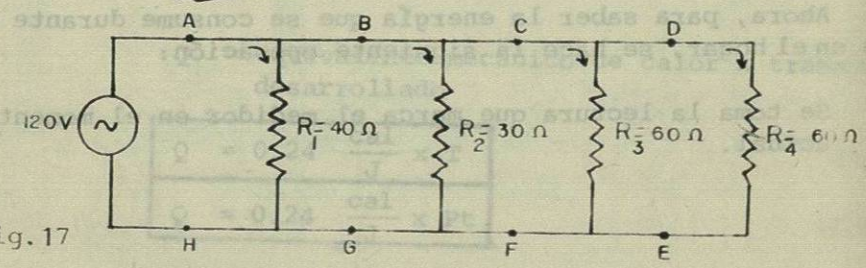


Fig. 17

Este es un circuito paralelo.

$$\frac{1}{Req} = \frac{1}{40\Omega} + \frac{1}{30\Omega} + \frac{1}{60\Omega} + \frac{1}{60\Omega}$$

$$\frac{1}{Req} = \frac{3 + 4 + 2 + 2}{120\ \Omega}$$

$$\frac{1}{Req} = \frac{11}{120\ \Omega}$$

$$Req = 120\Omega/11$$

$$Req = 10.91\ \Omega$$

3.- Si el voltaje en el problema 1 fuera de 120 voltios. ¿Cuánto valdría la corriente?

$$I = V/R$$

$$I = \frac{120 \text{ voltios}}{30\ \Omega}$$

$$I = 4 \text{ amperios ó } 4 \text{ A.}$$

4.- Si en el problema 2, el voltaje fuera de 120 voltios. ¿cuál sería la corriente total?

$$I = V/R$$

$$I = \frac{120 \text{ voltios}}{10.91\ \Omega}$$

$$I = 11A$$

Esta sería la corriente que pasaría por los puntos A y H de la figura 17.