

SESIÓN 4

CIRCUITOS ELÉCTRICOS CON RESISTENCIAS Y POTENCIA ELÉCTRICA.

I. CONTENIDOS:

1. Circuitos en serie.
2. Circuito en paralelo.
3. Circuitos mixtos.
4. Potencia eléctrica

II. OBJETIVOS:

Al término de la Sesión, el alumno:

- Calculará la resistencia equivalente para un grupo de resistencias conectadas en serie o paralelo.
- Determinará la corriente y el voltaje para cada resistencia en un circuito serie o paralelo.
- Calculará la resistencia total de un circuito mixto.
- Comprenderá y aplicará el concepto de potencia eléctrica.

III. PROBLEMATIZACIÓN:

Comenta las preguntas con tu Asesor y selecciona las ideas más significativas.

- ¿Por qué un pájaro se puede posar en una línea de alto voltaje sin sufrir ningún daño?
- ¿Cuánta energía consume un foco de tu casa?
- ¿Es válido decir que se consume mucha luz?

IV. TEXTO INFORMATIVO-FORMATIVO:

1.1. Circuitos en serie

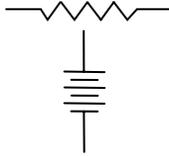
La trayectoria por la que pueden transitar cargas eléctricas se llama circuito. Un circuito está constituido por una fuente de voltaje (FEM), una serie de conductores, y un conjunto de elementos alimentados por la corriente que fluye por el circuito, este grupo de elementos se entienden en términos generales como resistencias. Se dice que un circuito está en serie si hay una línea continua entre la fuente de voltaje y cada una de las resistencias, es decir, las resistencias están conectadas en secuencia. Se tienen limitantes para este tipo de circuitos; si alguno de los elementos falla, el circuito queda abierto (deja de fluir corriente), también se tiene la limitante de que cada elemento opone resistencia al flujo de la corriente.

A fin de comprender mejor qué es un circuito, vamos a explicarlo con una analogía: Pensemos en una avenida en la ciudad con seis carriles, los vehículos transitan por esa avenida en un solo sentido, la energía que los impulsa está relacionada con el flujo vehicular que puede desarrollarse; además el número de carriles es también otro factor para la velocidad que pueden alcanzar. Si en esta supuesta avenida se presenta una reducción de carriles por obras que está haciendo el Ayuntamiento, ¿qué pasará con el flujo vehicular o número de automóviles que pasan cada minuto por la avenida?, como sabemos por experiencia el flujo disminuirá. Entonces, el flujo vehicular depende del número de carriles de la avenida, así como también de la energía que los impulsa (la energía química de la gasolina o diesel). En la analogía, los automóviles son las cargas eléctricas, la avenida el conductor, la energía que los impulsa el voltaje y el flujo vehicular que alcanzan la corriente.

En un circuito en serie, no hay desviaciones, es una sola trayectoria desde dónde salen los electrones hasta el lugar a dónde llegan. Los circuitos en serie presentan algunas características,

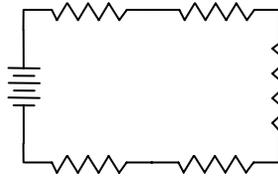
por ejemplo la suma de los valores de sus resistencias es igual a la resistencia total del circuito, pero las caídas de voltaje en cada resistencia son diferentes y la suma de éstas es igual al voltaje que suministra la FEM., la corriente en el circuito es la misma en cualquier punto.

Los símbolos para circuitos eléctricos que vamos a estudiar son:



El primero es para las resistencias, el segundo para las fuentes de voltaje.

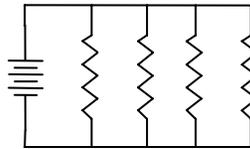
A continuación se muestra un ejemplo de circuito en serie. Puede notarse que hay cinco resistencias alimentadas por una batería.



La resistencia total del circuito se encuentra sumando las magnitudes de las resistencias individuales.

2.1. Circuito en paralelo

Los circuitos en paralelo se caracterizan por tener a las resistencias conectadas a los ramales que se dirigen a las terminales de la fuente de voltaje. Esto significa que de las terminales positiva y negativa de la FEM (Fuente de Fuerza Electromotriz), surgen sendos conductores a los que se conectan las resistencias. Las instalaciones domésticas utilizan esta conexión debido a que se pueden encender o apagar diferentes elementos como la televisión, focos, plancha de ropa, aparatos de sonido, etc., sin que eso interfiera con el funcionamiento de los demás.



La resistencia equivalente de un circuito que tiene conexión en paralelo se calcula con el inverso de la sumatoria de los recíprocos de las magnitudes de las resistencias. Si sólo se tienen dos resistencias conectadas en paralelo, la resistencia equivalente se calcula dividiendo el producto de las magnitudes de las resistencias entre la suma de las mismas.

$$R_e = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \right)^{-1} \quad R_e = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

La resistencia equivalente de dos o más resistencias que están conectadas en paralelo siempre es menor que cualquiera de las resistencias que participan. En una conexión en paralelo la diferencia de potencial permanece constante, pero la intensidad de la corriente es diferente en cada resistencia. La corriente que se suministra a un nodo (punto donde dos o más elementos tienen una conexión común) se reparte a las diferentes resistencias que están conectadas a él. Como la corriente que fluye por cada resistencia es sólo una parte del total, la oposición al flujo de ésta por las diferentes resistencias es menor. Para tener claro esto, pensemos nuevamente en la avenida

de seis carriles dónde el número de vehículos que viajan es de 50 por minuto; imaginemos ahora que hay una obstrucción en la avenida que la hace de sólo dos carriles, la consecuencia es que el flujo vehicular disminuye quizá hasta 8 vehículos por minuto (se forma un congestionamiento). En la analogía, nuevamente, el flujo vehicular es la corriente, los vehículos los electrones, la gasolina el voltaje y los carriles de la avenida la resistencia.

¿Qué pasaría si se abren a la circulación cuatro calles aledañas con dos carriles libres cada una y que vayan en la misma dirección de la avenida que está obstruida? Todos sabemos que mejoraría el flujo vehicular, porque los automóviles se repartirían en las diferentes calles que fueron habilitadas. Esto significa que la corriente aumentaría y por consecuencia la resistencia debe disminuir pues son inversamente proporcionales.

4.1. Circuitos mixtos

Los circuitos mixtos, como su nombre lo dice están formados por resistencias que tienen conexiones en serie y en paralelo. La resistencia equivalente de estos circuitos se determina a través de la reducción de grupos de resistencias que presenten el mismo tipo de conexión, iniciando por la región más alejada de la FEM, hasta tener una sola resistencia.

Un corto circuito es un fallo en la conducción de las cargas eléctricas debido a que no se interpone una resistencia entre las conexiones a la fuente de voltaje. La consecuencia de esto es que al disminuir la resistencia, la corriente aumenta. El incremento de la corriente en un elemento de un circuito puede calentarlo hasta que se queme. La pérdida de estos elementos puede prevenirse con un fusible o un interruptor termo magnético (pastilla).

Cuando se aumenta el número de conexiones en paralelo en un circuito doméstico en el que la tensión eléctrica (voltaje) es constante, la resistencia total del circuito disminuye, pero aumenta la corriente. El flujo de cargas eléctricas a través de un conductor tiene un límite, si se sobrepasa entonces se sobrecargan las líneas, los cables se calientan y puede ocurrir un incendio. Un fusible o una pastilla pueden evitar que se sobrecarguen las líneas. Si se tiene un interruptor termo magnético de 20 A, cuando el flujo de cargas sobrepase este valor se calienta un elemento bimetálico y se dispara un mecanismo que actúa como interruptor cortando la corriente. Se puede restablecer de forma manual moviendo un botón hacia arriba, pero antes se debe averiguar qué ocasionó que se disparara el mecanismo de seguridad.

5.1. Potencia eléctrica

Cuando se suministra voltaje a un circuito, los electrones de los conductores y resistencias incrementan su energía cinética debido al trabajo hecho por el campo eléctrico de la fuente de voltaje. La consecuencia de esto es que las colisiones de los electrones sobre los iones metálicos de los conductores, provoquen un aumento en la temperatura de los componentes del circuito. Esto se conoce como efecto Joule. La energía potencial eléctrica perdida por unidad de tiempo se conoce como la potencia disipada por el circuito. La potencia suministrada al circuito se calcula multiplicando el voltaje por la intensidad de la corriente.

La rapidez con que la energía suministrada se convierte en calor si se trata de un calefactor eléctrico, o en luz si se trata de un foco, o en movimiento si se trata de un motor, se llama potencia. La potencia se mide en Watts (W). Se puede calcular con alguna de las siguientes fórmulas:

$$P = IV \qquad P = \frac{V^2}{R} \qquad P = I^2 R$$

Ejemplo 1 Si una combinación de tres resistencias de 8Ω , disipan una potencia de 3 W cuando se conectan a una FEM de 6 V . ¿Cómo están conectadas las resistencias? Dibuja el diagrama.

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

Primero se utiliza la fórmula:

Para despejar la resistencia y luego se sustituyen los datos del problema:

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{(6)^2}{3} = 12\Omega$$

Ahora debemos hacer diferentes combinaciones con las tres resistencias para lograr una resistencia equivalente de 12Ω .

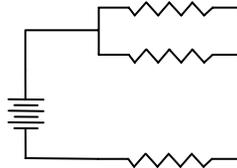
Si todas están conectadas en serie la resistencia total será: $8 + 8 + 8 = 24\Omega$, no nos sirve.

Si están en serie la resistencia total será: $R = (8^{-1} + 8^{-1} + 8^{-1})^{-1} = 2.66\Omega$, no nos sirve.

Eso significa que el circuito es mixto, queda la posibilidad de que dos estén conectadas en serie y la otra en paralelo o que dos estén conectadas en paralelo y la otra en serie.

Para la primera posibilidad: $R = ((8 + 8)^{-1} + 8^{-1})^{-1} = 5.33\Omega$, no nos sirve

Entonces es la última posibilidad:



Las dos resistencias de arriba, están en paralelo. Como tienen la misma magnitud, su resistencia equivalente es la mitad: $R = ((8 + 8)^{-1})^{-1} = 4\Omega$

Luego, la resistencia de abajo está en serie con la equivalente de 4Ω , de modo que se debe sumar su magnitud para encontrar la resistencia total: $R = 4 + 8 = 12\Omega$

Ejemplo 2 En una casa grande, hay un suministro de energía de 120 V , la pastilla o interruptor termo-magnético es de 30 A , si sólo se considera la resistencia de los focos que son de 60 W , ¿cuántos focos encendidos, como mínimo, provocarán que se dispare el interruptor?

Debemos primero calcular la resistencia de cada foco, usamos la misma fórmula que en el ejercicio anterior:

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{(120)^2}{60} = 240\Omega$$

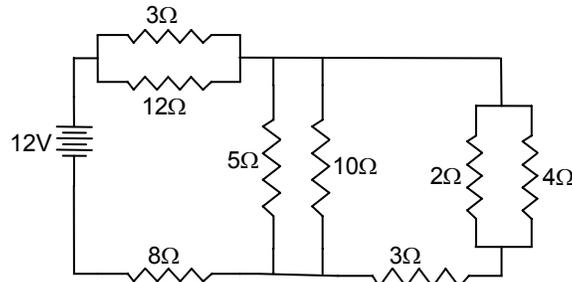
Entonces la resistencia de cada foco es de 240Ω . Por otro lado, si la corriente máxima que puede pasar por los cables del circuito es de 30 A , y el voltaje suministrado es de 120 V , entonces podemos calcular con la Ley de Ohm, la resistencia equivalente de los focos conectados en paralelo.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{120}{30} = 4\Omega$$

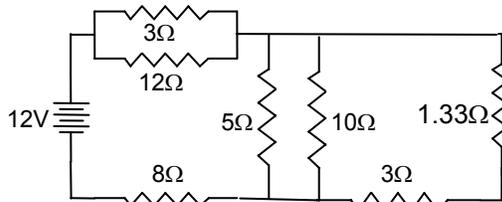
Como vemos, la resistencia equivalente es muy baja. Podemos calcular por tanteos cuántas resistencias de 240Ω , conectadas en paralelo producen una resistencia equivalente de 4Ω . Pero hay una manera fácil, a través de la fórmula siguiente, si sustituimos:

$$n = \frac{R}{R_{ep}} = \frac{240}{4} = 60 \quad \text{Entonces, si se encienden 60 focos el interruptor se dispara.}$$

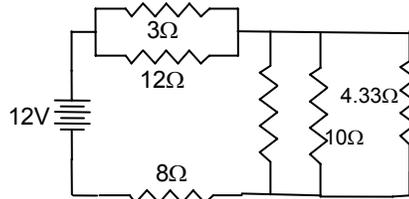
Ejemplo 3 Encuentra la corriente que se consume el siguiente circuito:



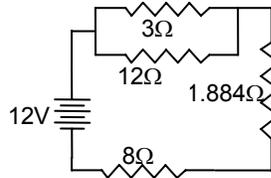
Como primer paso se calcula la resistencia equivalente de las resistencias más alejadas de la FEM, y se sustituye: $R = (2^{-1} + 4^{-1})^{-1} = 1.333\Omega$



Se continúa con el procedimiento, se reducen las últimas dos resistencias, como están conectadas en serie, sólo se suman sus magnitudes. Las dos resistencias se sustituyen por otra de 4.33Ω.

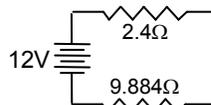


Ahora, las últimas tres resistencias están en paralelo: $R = (5^{-1} + 10^{-1} + 4.33^{-1})^{-1} = 1.884\Omega$



Se reducen las dos resistencias en serie y las que están en paralelo $8 + 1.884 = 9.884$

$$R = (3^{-1} + 12^{-1})^{-1} = 2.4\Omega$$



Entonces, como están en serie las dos resistencias que quedan, la resistencia equivalente es 12.284Ω

Finalmente se calcula la corriente que circula por el circuito con la Ley de Ohm, sustituyendo:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{12.284} = 0.977A$$

La corriente que consume el circuito es 997 mA.