

CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA

LA CORRIENTE ELÉCTRICA

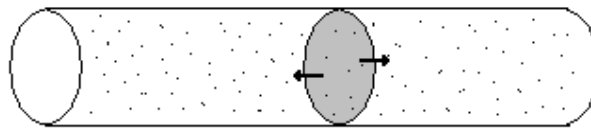
INTENSIDAD DE CORRIENTE

Diremos que existe una corriente eléctrica, en una dirección determinada, cuando ocurre un transporte *neto* de carga **positiva** a través de una sección cualquiera, en esa dirección. Acotaremos algo esta definición tan amplia, centrando nuestra atención en el proceso que ocurre en esos materiales sólidos que llamamos conductores.

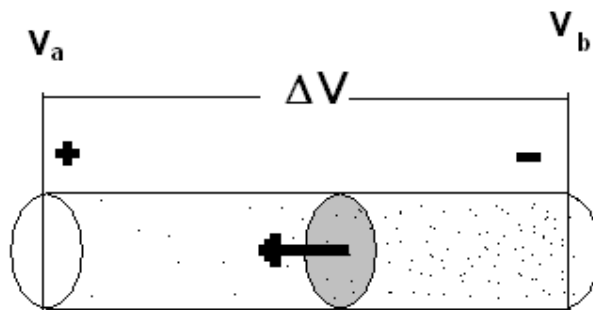
En ellos, como vimos, los electrones se encuentran en un estado de “libertad” que les permite moverse por todo el material, cosa que efectivamente hacen. Pero como este movimiento es azaroso, la cantidad *neto* de carga que se mueve a través de una sección como la mostrada en el dibujo será nula.

¿Cuándo entonces ocurre una corriente eléctrica en un sólido conductor?

Imaginemos la siguiente situación: Un trozo de conductor metálico, que representamos con el dibujo que sigue. Los puntitos distribuidos más o menos al azar son los electrones libres, distribuidos en forma homogénea por todo el material. Como el movimiento es aleatorio, por cualquier sección del material que consideremos, el transporte neto de carga será nulo, pues estadísticamente pasarán, en un tiempo cualquiera, tantos electrones en una dirección como en la contraria.



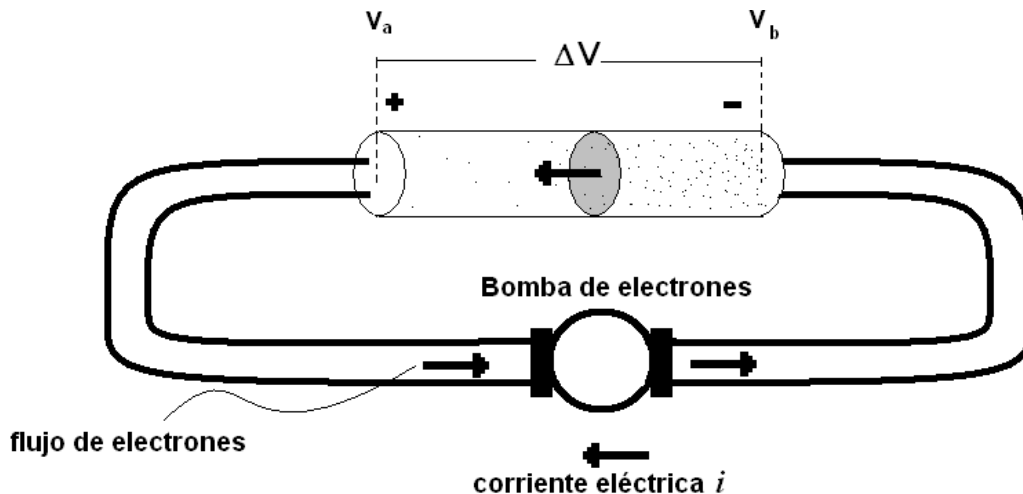
Ahora imaginemos que por algún medio (para el caso no importa cuál) conseguimos cambiar esta distribución homogénea atrayendo una cantidad de electrones hacia la derecha. En términos de lo que hemos aprendido en electrostática, podemos decir que el potencial eléctrico cerca del extremo izquierdo es mayor que en el lado opuesto. Es decir que habrá una diferencia de potencial entre ambos extremos.



Si ahora permitimos a los electrones volver a su posición de equilibrio, habrá un transporte neto de carga **negativa** de derecha a izquierda (que es lo mismo que decir carga **positiva** de izquierda a derecha), a través de la sección marcada en el dibujo. Es decir, según nuestra definición, tendremos una

corriente eléctrica circulando de izquierda a derecha.

Claro que en las condiciones descritas, esta corriente será efímera. (Podemos visualizar a un conductor como un material incapaz de mantener una diferencia de potencial entre sus extremos, igual que un caño no puede mantener una diferencia de altura de líquidos). Muy rápidamente se alcanzará el equilibrio y el transporte de cargas cesará. Pero **si mediante algún dispositivo podemos “bombear” los electrones que van llegando al extremo “a” y los devolvemos al lado “b”, de tal forma de mantener el desequilibrio en la concentración de electrones y, con ello, la diferencia de potencial, la corriente eléctrica se sostendrá indefinidamente en el tiempo.**



Tenemos entonces aquí todos los elementos que encontraremos siempre que tratemos con corrientes eléctricas:

- 1) Un camino conductor **cerrado**, es decir que **forma un circuito**. Este camino estará formado por **cables y otros componentes conductores**.
- 2) Un dispositivo, que llamaremos **fuerza**, que forma parte del circuito y que **mantiene una diferencia de potencial** que sostiene el proceso en el tiempo, **entregando la energía necesaria**. Estos dispositivos son de distintos tipos. La **pila o batería** es uno característico.

Eventualmente, habrá una llave o interruptor cuya finalidad es **abrir** el circuito para que no circule corriente y/o instrumentos de medición, pero no son esenciales.

¿Por qué es necesario entregar energía para que circule la corriente? Aquí es necesario hacer algunas consideraciones energéticas. Los electrones son acelerados por el campo eléctrico¹ que se ha establecido en el conductor, comenzando a transformar su energía potencial en cinética, pero su movimiento está limitado por los obstáculos que encuentran en el camino. Estos obstáculos son los núcleos de sus átomos que forman la red cristalina y los choques que

¹ En su momento habíamos visto que el campo eléctrico dentro de un conductor era nulo. Pero esto ocurre en estado de *equilibrio electrostático*. En el caso que analizamos, los electrones se desplazan hacia el equilibrio, pero la batería mantiene la situación *estacionaria*, característica de la corriente eléctrica.

se van produciendo son la causa de que los electrones cedan su energía cinética, con el resultado de un aumento en la vibración de los átomos fijos.

Este aumento de energía cinética de los átomos y moléculas de un cuerpo es lo que percibimos como un aumento de temperatura. Esta energía térmica generada cierra el balance de energía. Quiere decir

que el trabajo realizado por los electrones al fluir de un punto de mayor potencial a otro de menor, a través de un conductor es equivalente a la energía térmica que se libera al ambiente. *Debido a la interacción de los electrones con el conductor, **siempre**², que circula una corriente eléctrica se genera calor, fenómeno que se conoce como **Efecto Joule**.*

El drenaje de energía que se produce por efecto Joule, a lo largo del circuito, debe ser compensado por la fuente. (La eliminación de esta energía calórica es un problema cada vez más difícil de resolver a medida que progresa la miniaturización de los circuitos.)

Hasta aquí, la descripción cualitativa de este fenómeno. Para su tratamiento cuantitativo, que es el que nos permitirá hacer predicciones y diseños, deberemos incorporar algunas magnitudes.

Intensidad de corriente. Ya que definimos la corriente como un transporte de cargas positivas, es lógico definir una magnitud que mida su intensidad en función de la carga transportada por unidad de tiempo. Una definición bien general sería:

$$I = \frac{dq}{dt}$$

La unidad de carga ya la tenemos: es el Coulombio y la de tiempo también. Entonces, la unidad será **Coulombio / segundo** y recibe el nombre de **Ampere** o **Amperio**, símbolo SI = **A**.³

Esta magnitud recibe coloquialmente otros nombres: Amperaje, intensidad (a secas), corriente (a secas). **Todos estos términos son sinónimos.**

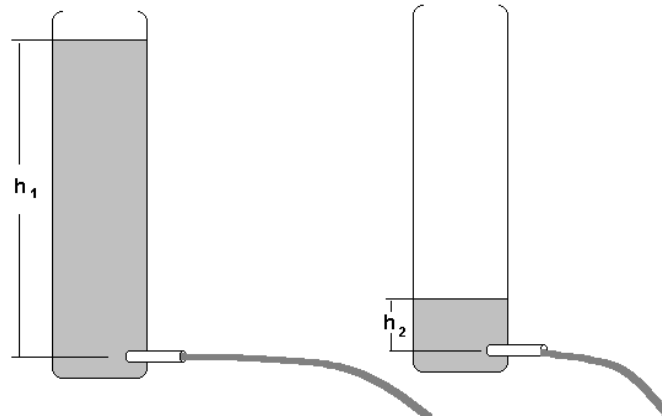
Analicemos el fenómeno con más detalle. ¿Por qué se produce el tránsito de cargas? Por la misma razón por la que un objeto cae. Porque los sistemas tienden a evolucionar hacia configuraciones de energía potencial mínima y la propia energía potencial que poseen gobierna el ritmo del proceso. Veámoslo con una analogía hidráulica, tan utilizada para modelizar procesos eléctricos. Si tenemos un depósito con agua como el de la figura, con una salida por el fondo, es fácil ver que el agua sale a un ritmo distinto al principio que al final del proceso.

El caudal de agua, o sea el volumen que fluye por unidad de tiempo, depende de la altura **h**, en realidad de la diferencia de energía potencial entre el nivel superior y el de salida. Aquí podría definirse un potencial gravitatorio análogo al potencial eléctrico.

Lo mismo sucede en el dispositivo que imaginamos. La energía potencial de las cargas es muy elevada al principio, pero a medida que se distribuyen, va disminuyendo. Es un hecho experimental que la intensidad de corriente (caudal de cargas por unidad de tiempo), crece con la diferencia de potenciales entre los puntos en que ocurre el proceso. Esto nos puede hacer

² Esta afirmación no es cierta para los materiales conocidos como *superconductores*, pero no nos encontraremos con ellos.

³ En realidad, en el Sistema Internacional el Ampere es una unidad fundamental, cuyo patrón está basado en un fenómeno de fuerzas que se establecen entre corrientes eléctricas y cuyos detalles veremos más adelante. En este sistema entonces, el Coulomb es una unidad derivada del Ampere y del segundo, $1C = 1A \times 1s$



sospechar que la energía potencial de las cargas es también una magnitud relevante para la descripción cuantitativa. Entonces definimos:

Tensión eléctrica. Es la **diferencia de potencial** entre dos puntos de un circuito. También lo llamamos **voltaje**. **Todos estos términos son sinónimos, pero con un significado diferente que los que vimos antes.** Como ya sabemos la unidad es el **Joule/Coulombio**, que recibe el nombre de **Voltio**.

LEY DE OHM

¿Cuál es la relación funcional entre la intensidad que circula y la diferencia de potencial presente? La Ley de Ohm nos da una respuesta concreta:

La intensidad de corriente que circula por un conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial entre los extremos del mismo.

$$I \propto \Delta V$$

La constante de proporcionalidad depende del conductor en sí, a través de características que analizaremos en seguida. Antes conviene puntualizar que esta ley no tiene el carácter universal de, por ejemplo, las leyes de Newton o el Principio de Conservación de la Energía. Es una ley experimental que se cumple para gran número de materiales, *pero no para todos*. Su enunciado implica que, para un conductor dado, la relación entre ΔV e I se mantiene constante, para cualquier valor de la primera. Veremos que materiales, tecnológicamente tan importantes como los semiconductores, no cumplen esta condición.

Resistencia eléctrica. La forma más usual de la ley de Ohm suele escribirse:

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

ELECTROMAGNETISMO-ESTADO SÓLIDO I

Que caracteriza al conductor a través del parámetro R , que expresa la resistencia que opone el conductor al pasaje de la corriente⁴.

Quiere decir que la resistencia eléctrica de cualquier dispositivo o material es la relación entre la tensión que se le aplica y la corriente que deja pasar. La unidad de medida de R es, entonces, **Volt / Ampere**. Recibe el nombre de **Ohm**, (o bien **Ohmio**) y su símbolo es la letra griega omega mayúscula Ω .

R a su vez puede expresarse como una combinación de factores geométricos y de la naturaleza del material:

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

Donde ρ , llamada resistividad o resistencia específica depende de la naturaleza del material y está tabulada para muchas sustancias, lo mismo que su variación (que puede ser importante) con la temperatura. Los parámetros l y s son la longitud y la sección del conductor respectivamente.

Es interesante observar que una consecuencia de la dependencia lineal de R con la longitud del conductor es que el potencial V , debe, a su vez, guardar la misma relación. Entonces, a lo largo de un conductor óhmico, el potencial debe variar linealmente. Pero dada la relación entre E y V :

$$E = -\frac{dV}{dx}$$

Se puede concluir que el campo eléctrico (su intensidad) es constante dentro de estos materiales. Su valor (el de la pendiente de V), será tanto menor cuanto menor sea la resistencia.

Las unidades de ρ deben ser, en consecuencia en el SI, **Ohm x metro**, aunque es frecuente encontrar tablas donde se usan otras combinaciones. Indicamos a continuación algunos órdenes de magnitud de ρ para distintos materiales:

Material	Resistividad ρ ($\Omega \times m$)
Polietileno de baja densidad	10^{19}
Vidrio	10^{12}
Madera	10^6
Silicio, Germanio	10^2
Grafito	10^{-3}
Nicrom	10^{-6}
Plata	10^{-8}
Superconductores	10^{-28}

Como se ve, entre el mejor dieléctrico y el mejor conductor hay una variación de resistividad de cerca de 50 órdenes de magnitud. Ya veremos cómo se las arregla la física para explicar este hecho.

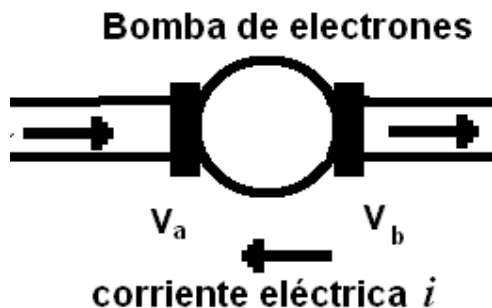
Potencia eléctrica. Puesto que un uso fundamental del fenómeno eléctrico es la transmisión de energía, veamos cual es su relación con estas magnitudes que definimos. ¿Cómo podemos calcular el trabajo que realiza nuestra "bomba" electrónica?

⁴ Otra posibilidad es definir la conductancia σ , con lo que la ley debería escribirse: $I = \Delta V \times \sigma$

Lo que hace es llevar cargas *positivas* desde el potencial V_b al V_a , para eso, debe realizar el trabajo:

$$L = \Delta V \cdot Q$$

(recordar la definición de potencial $V = L/Q$)



Si este trabajo se realiza en el tiempo t , recordando la definición de potencia:

$$P = \frac{L}{t} = \frac{\Delta V \cdot Q}{t}$$

dado que el proceso se realizó a ritmo constante, podemos llamar al cociente $Q/t = dQ/dt$, intensidad de corriente I . O sea que:

$$P = \Delta V \times I$$

Esta expresión tiene un alcance muy general ya que nos permite calcular la potencia desarrollada en cualquier proceso de transporte de cargas.

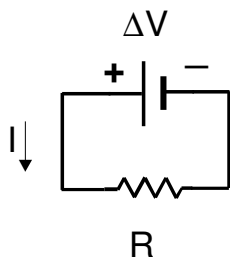
Ya vimos que la circulación de corriente por un conductor real implica la "pérdida" de energía en forma de calor. Esta energía es la que debe entregar el dispositivo que usamos para mantener la diferencia de potencial entre los extremos del conductor. El término conductor está usado en un sentido amplio que incluye, por supuesto, elementos de resistencia elevada (que son conocidos como resistores o "resistencias"), incluidos muchas veces justamente para regular la cantidad de energía que se disipará. De las relaciones vistas, podemos escribir:

$$P = \Delta V \times I = \frac{\Delta V^2}{R} = I^2 \times R$$

La última parte de esta igualdad se conoce como Ley de Joule, quien la derivó experimentalmente, aunque como estamos viendo es una consecuencia de la ley de Ohm. Conviene aclarar que éste mecanismo de transformación de energía eléctrica en otra, no es el único, sólo es el que podemos analizar con los elementos vistos hasta ahora. Tiene la particularidad de ser termodinámicamente irreversible, es decir que el calor generado no podrá ser retransformado íntegramente en energía eléctrica, estando sujeto a las limitaciones que le impone el Segundo Principio de la Termodinámica.

Sin necesidad de agregar elementos teóricos nuevos, es fácilmente comprensible que en dispositivos eléctricos que entregan trabajo mecánico (como los motores eléctricos), deben estar ocurriendo fenómenos distintos que la simple circulación de corriente por conductores.

CIRCUITOS ELÉCTRICOS



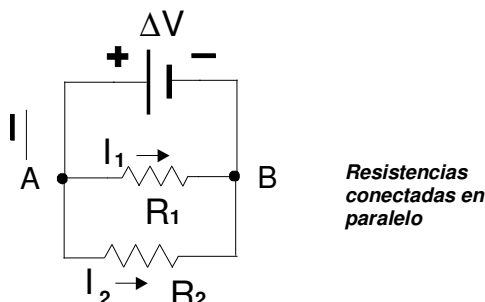
Volvamos al problema de sostener una corriente eléctrica invariante en el tiempo. Mencionamos más arriba que una forma de hacerlo es con una batería. Más adelante veremos con algún detalle en qué consiste. Entonces si conectamos cada extremo de un conductor a un borne tendremos un circuito cerrado como el que se muestra en la figura. La batería se representa mediante dos pequeñas líneas paralelas, una corta y ancha (electrodo negativo) y otra larga y fina (electrodo positivo). Entre ambos electrodos se mantiene una tensión constante. La línea fina que forma el perímetro del circuito, simboliza un conductor ideal, esto es de resistencia nula y el efecto resistivo, ya sea del conductor o de resistencias, se representa mediante el tramo de líneas quebradas. En muchos casos, suponer que los conductores tienen resistencia nula es una aproximación suficientemente buena.

*El sentido de circulación de la corriente, por fuera de la batería es, **por convención**, del borne negativo al positivo.*

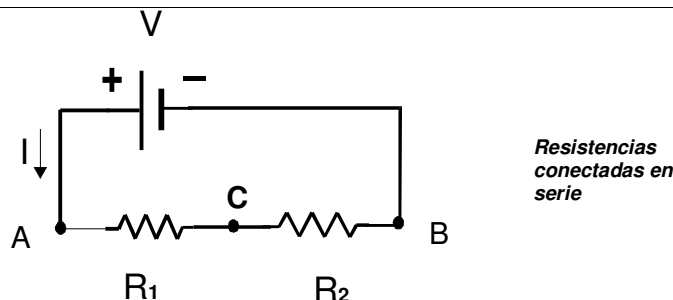
Obsérvese que este sentido corresponde al de partículas de carga positiva. En un conductor metálico, donde los portadores tienen carga negativa, *el flujo de portadores (electrones) es en sentido opuesto al de la corriente*. En otros materiales, sin embargo, existen portadores de ambos signos. Los portadores positivos se mueven en la misma dirección que, por convención, le asignamos a la corriente.

Debe comprenderse claramente que la intensidad I es, por fuerza, la misma en todos los puntos del circuito esquematizado. *Como hay un único camino para los portadores, el mismo número de portadores que pasa por un punto del circuito en un tiempo dado, pasará por cualquier otro punto.*

En cambio, lo anterior no es cierto para este otro circuito, ya que aquí hay dos caminos y, forzosamente la corriente se dividirá. Como veremos, es sencillo calcular el valor de la intensidad en cada rama, que depende de los valores de R_1 y R_2 .

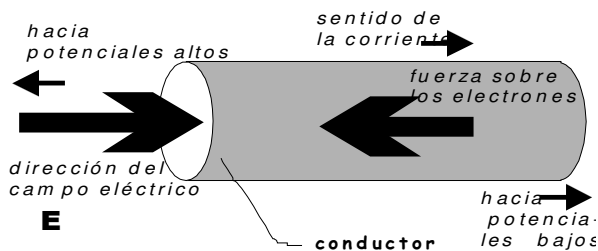


Como ya sabemos, el símbolo ΔV representa la diferencia de potencial entre dos puntos que, en este caso, son los bornes de la batería. Es común obviar el símbolo Δ y, si no hay posibilidad de confusión, reemplazarlo por V . Si es necesario indicar entre qué puntos está considerada, se agregan subíndices aclaratorios, por ejemplo V_{AB} . Observemos que los mismos componentes de este último circuito pueden conectarse de distinta manera, como se muestra aquí, donde otra vez tenemos una única posibilidad de circulación. Esta última disposición de los componentes se denomina como conexión *en serie*, mientras que en la anterior, se dice que las resistencias están conectadas *en paralelo*.



¿Qué diferencias podemos señalar entre ambas disposiciones? Podría analizarse desde distintos "puntos de vista", como ser: a) en qué afecta a los electrones; b) qué diferencias "siente" la batería; y c) qué les sucede en cada caso a las resistencias.

Caso a. Los electrones se encuentran inmersos en un campo eléctrico, cuya dirección coincide con la del circuito (lo consideramos unidimensional) y que está dirigido del ánodo (potencial más alto) al cátodo. Deben moverse, impulsados por el campo desde las zonas donde su energía potencial es más alta hacia donde disminuye. Esto implica moverse de los potenciales bajos a los altos (¿por qué?).



Dentro de la batería, otras fuerzas (cuya naturaleza no hemos visto), "les devuelven" su energía potencial. En el circuito en paralelo, parte de los electrones circularán por una rama y parte por la otra. La diferencia de potencial entre los extremos de ambas ramas es la misma, así que la proporción en que se reparten determinará la intensidad de corriente que será, en cada rama:

$$I_i = \frac{\Delta V}{R_i} \quad \text{ó} \quad I_1 = \frac{V}{R_1} \quad I_2 = \frac{V}{R_2}$$

y, por supuesto, para todo el circuito:

$$I = \sum I_i \quad \text{es decir} \quad I = I_1 + I_2$$

En el circuito serie, como ya analizamos, la intensidad es la misma para ambas resistencias (y para todo punto del circuito). Lo que no será lo mismo es la diferencia de potencial entre los extremos de las diferentes resistencias. En efecto, los electrones que alcanzan el punto **C**, han cedido parte de la energía potencial que tenían en **B**, a los átomos del material de **R₂** y cederán el resto a lo largo de **R₁** y lo harán en proporción directa a los valores de esas resistencias como estipula la Ley de Joule. O sea que perderán más energía potencial, cuanto mayor sea la resistencia que atraviesan. Recordando la relación entre energía potencial y potencial eléctrico,

ELECTROMAGNETISMO-ESTADO SÓLIDO I

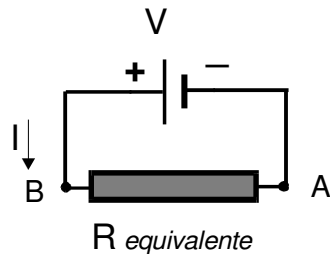
queda claro que la variación de potencial entre dos puntos, por ejemplo **B** y **C**, V_{BC} estará dada por la Ley de Ohm para ese tramo del circuito:

$$V_{BC} = I \times R_2$$

Similarmente,

$$V_{CA} = I \times R_1$$

Para terminar con "el punto de vista de los electrones", analicemos cómo es el movimiento real de éstos. Vimos ya que consiste en una sucesión de aceleraciones y choques. Habría que agregar que los electrones tienen también un movimiento al azar, con el cual contribuyen a la temperatura de todo el sistema. El movimiento impuesto por el campo eléctrico se superpone a éste y en cuanto a la intensidad de la corriente eléctrica, el único que nos interesa es el primero, pues el otro al ser azaroso no contribuye, en promedio, al transporte de cargas. Un cálculo sencillo, que puede encontrarse en muchos textos de Física, muestra que la velocidad real de los electrones en la dirección del conductor es del orden de los milímetros / segundo. ¿Cómo es, entonces, que la energía puede transmitirse casi instantáneamente, a grandes distancias, mediante la electricidad? Porque lo que se propaga a lo largo de los conductores es una perturbación del estado de los electrones y esta perturbación se mueve a velocidades del orden de la de la luz (300.000 km/s).



Caso b. Para la batería la situación podría representarse según el esquema de más abajo. Es decir, la batería "no sabe" que hay más allá de sus bornes. El único efecto allí es que, *mantener la diferencia de potencial, implicará el pasaje de más o menos cargas por segundo, según la resistencia que ofrezca "la caja negra"*.

Analice y responda: Si la resistencia es mayor ¿mantener la diferencia de potencial, implicará el pasaje de más o de menos cargas por segundo?

En este caso hay diferencia, pues si suponemos que R_1 y R_2 son iguales, tendremos, en el caso del circuito serie una longitud doble, equivalente a resistencia doble. Por el contrario, en el paralelo, para la misma longitud, habrá el doble de sección, lo que significa la mitad de la resistencia.

Puede demostrarse muy fácilmente (hacerlo, para ello utilice las expresiones deducidas en el caso a) que, en general:

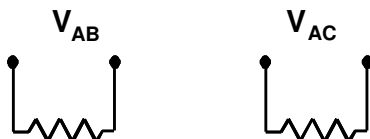
Conexión en serie:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_i$$

Conexión en paralelo:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_i}$$

Caso c. Por último "pongámonos en el lugar" de las resistencias. Será suficiente con analizar el caso de una de ellas. Aquí otra vez tenemos que considerar que la resistencia "no sabe" qué



pasa más allá de sus bornes. En el caso del circuito paralelo, entre sus extremos se mantiene una diferencia de potencial V_{AB} y la intensidad de corriente que circula por ella, estará dada

$$I_1 = \frac{V_{AB}}{R_1}$$

por la Ley de Ohm:

que es la misma intensidad que circularía si no hubiese otra resistencia en el circuito⁵. Para el circuito serie la tensión entre bornes, como vimos, es menor pues:

$$V_{AB} = V_{AC} + V_{CB}$$

recuérdese el "punto de vista" de los electrones.

En consecuencia, la intensidad que circulará será menor que en el caso anterior y será la misma en todo el circuito.

⁵ En cualquier caso *real*, esto no es estrictamente cierto, ya que la respuesta de una fuente real depende de la intensidad de corriente total que debe mantener.

LEYES DE KIRCHHOFF

No todos los circuitos eléctricos pueden ser reducidos a combinaciones de series y paralelos. Para resolver casos más complejos, donde por ejemplo intervienen redes, son útiles las dos sencillas reglas establecidas por Gustav Kirchhoff.

- i) **La suma algebraica de las corrientes en un nodo es igual a cero.** Esto es una consecuencia del principio de conservación de las cargas, que establece que las cargas no pueden ser creadas ni destruidas. Se llama nodo a todo punto del circuito donde llegan o salen más de dos corrientes. La expresión matemática será:

$$\sum I_i = 0$$

Y para aplicarla debe establecerse una convención sobre los signos de las corrientes. Por ejemplo se le asigna signo positivo a las corrientes que llegan a un nodo y negativo si salen de él.

- ii) **La suma algebraica de todas las variaciones de potencial, alrededor de una malla es igual a cero.** Esto es una consecuencia del principio de conservación de la energía. Una malla es un circuito cerrado elemental. O sea:

$$\sum fem - \sum R_i \cdot I_i = 0$$

Aquí debe tenerse en cuenta la polaridad de las fuentes de fem y, otra vez, el sentido de circulación de la corriente para decidir el signo de los productos $I \cdot R$. Pero ocurre que en circuitos no muy complejos, ya es imposible decidir a simple vista el sentido de circulación en algunas ramas. Esto no tiene importancia, pues uno supone un sentido y aplica su suposición en forma coherente, tanto para la regla i) como ii). Al resolver las ecuaciones las corrientes que aparecen con signo positivo, coincidirán con las suposiciones hechas y lo contrario si aparecen con signo negativo.

Para resolver un circuito utilizando Kirchhoff, se lo descompone en tantos circuitos elementales, como sean necesarios para poder plantear un sistema con tantas ecuaciones independientes como incógnitas.

PILAS Y BATERÍAS

Estos son dispositivos electroquímicos que mantienen una diferencia de potencial constante entre dos bornes. El de potencial más alto se llama ánodo y se lo nombra también como electrodo positivo. El otro es el cátodo. Suele llamarse pilas a los dispositivos que tienen un solo elemento electroquímico y batería al que consta de un conjunto de ellos, pero esto no es riguroso.

Algunos son recargables, mientras que otros, una vez agotada su carga deben ser desechados. Todas se basan en el mismo principio de funcionamiento: En esencia se trata de dos reacciones químicas que producen cargas eléctricas opuestas y no pueden progresar hasta que no se pongan en contacto eléctrico ánodo y cátodo. Cuando esto se hace, la reacción se produce liberando energía en forma de potencial eléctrico.

Los bornes son las terminales de electrodos que consisten en un conductor en contacto con el medio donde se producen las reacciones químicas. Frecuentemente, este medio es una solución salina, que recibe el nombre de *electrolito*. El ánodo es de un material tal que, en contacto con la solución se carga positivamente y lo contrario ocurre con el cátodo. En los dispositivos y mecanismos que, como éstos, transforman otras formas de energía en tensión eléctrica, se denomina a ésta como fuerza electromotriz. Éste es un nombre desafortunado ya que no se trata de una fuerza, pero... se sigue usando, generalmente abreviado como *fem* (o *emf* en inglés).

En las recargables, el pasaje de una corriente eléctrica, hace "retroceder" las reacciones, regenerando las condiciones iniciales. De todas formas este ciclo se puede repetir un número variable de veces, hasta que el dispositivo deja de funcionar para siempre.

La tensión eléctrica típica que produce un elemento electroquímico es del orden de 1,5 V, por eso, en las baterías se disponen en serie hasta alcanzar el valor requerido. En las baterías de automóvil, por ejemplo, cada elemento es uno de los vasos o compartimientos cuyo estado se controla, cuidando el nivel de electrolito, etc.

Puesto que las baterías y pilas entregan energía haciendo reaccionar sustancias que contienen en su interior, se comprende que la cantidad de energía que pueden entregar está en relación con la cantidad de reaccionantes que puedan contener y de allí con su tamaño. La relación energía / tamaño (peso y volumen) es una limitación importante a la posibilidad de desarrollo de vehículos eléctricos, dado que el contenido energético de los combustibles fósiles es muy superior.

La "capacidad"⁶ de una batería suele expresarse en términos de la cantidad total de carga eléctrica que puede transferir y para ello se utiliza la unidad **Ampere-hora**, (cuyo significado físico es: **Axh** o sea intensidad x tiempo = carga eléctrica o "cantidad de electricidad"). Conocida la intensidad de corriente necesaria para alimentar un circuito y la capacidad de la batería, es inmediato calcular durante cuánto tiempo podremos operar el circuito.

⁶ Entrecorramos el término para diferenciarlo de la magnitud capacidad eléctrica. Analícese cuidadosamente cuál es la diferencia.

CORRIENTE ALTERNA (CA)

Hasta ahora, hemos considerado circuitos donde la intensidad de corriente es constante en el tiempo. A esto es lo que se llama corriente continua. (Se la abrevia como CC, aunque también es de uso común la abreviatura DC, del inglés Direct Current). Sin embargo, no es ésta la única posibilidad, ni siquiera es la más importante. La energía eléctrica que se distribuye por las redes no es de este tipo, sino que es corriente alterna (CA o AC). Su característica es que tanto la intensidad como la tensión varían en el tiempo según una función sinusoidal. En el gráfico siguiente se representa la tensión en función del tiempo para la corriente que se distribuye por la red domiciliaria en nuestro país.

Hay fenómenos complejos y tecnológicamente muy importantes asociados con la CA. Oportunamente volveremos sobre el tema; mientras tanto, observemos que el clásico valor "220V" no parece corresponder con ningún valor especial de la tensión. El valor $1/50$ s, que corresponde a una oscilación completa de la tensión, está indicando que en un segundo se realizan 50 oscilaciones. Esto significa que la frecuencia es de 50 Hz, el otro parámetro característico de nuestro servicio eléctrico.

