

ELECTROTECNIA BÁSICA.

INDICE:

- 1.- INTRODUCCION. CONSTITUCION DE LA MATERIA
 - 1.1.- DISTRIBUCION DE LOS ELECTRONES EN LAS ORBITAS
 - 1.2.-CARGA ELECTRICA
 - 1.3.-LEY DE COULOMB
 - 2.- LA ELECTRICIDAD
 - 2.1.- CONDUCTORES Y AISLANTES
 - 2.2.- CORRIENTE ELECTRICA Y ELECTRONICA
 - 2.3.- CANTIDAD DE ELECTRICIDAD, CULOMBIO
 - 3.- RESISTENCIAS
 - 3.1.- REPRESENTACION DE UNA RESISTENCIA
 - 3.2.-UNIDADES DE RESISTENCIA
 - 3.3.- ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS.
 - 4.- LEY DE OHM
 - 4.1.- TENSION DE UN CUERPO
 - 4.2.- LEY DE OHM
 - 5.- CORRIENTE CONTINUA
 - 5.1.-CORRIENTE CONTINUA
 - 5.2.-SIMIL HIDRÁULICO
 - 5.3.- GENERADORES DE CORRIENTE
 - 6.-POTENCIA ELECTRICA
 - 6.1.- UNIDADES DE POTENCIA ELECTRICA
 - 6.2.-CALCULO DE LA POTENCIA
 - 6.3.- EL COSTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA
 - 7.- CORRIENTE ALTERNA
 - 7.1.- CORRIENTE ALTERNA (c.a.)
 - 7.2.- MAGNITUDES QUE DEFINEN UNA CORRIENTE ALTERNA:
 - 8.- CONDENSADORES
 - 8.1.- CAPACIDAD DE UN CONDENSADOR
 - 8.2.- EL CONDENSADOR EN CORRIENTE CONTINUA
 - 8.3.- EL CONDENSADOR ANTE LA C.A.
 - 9.-MAGNETISMO
 - 9.1.- LOS IMANES
 - 9.2.- MAGNETISMO
 - 9.3.- BOBINAS
 - 9.4.- EL TRANSFORMADOR
 - 9.5.- AUTOINDUCCION DE UNA BOBINA. REACTANCIA INDUCTIVA
 - 10.- BOBINAS, ELECTROIMANES, MOTORES Y ALTERNADORES
 - 10.1.-INDUCTANCIA DE UNA BOBINA
 - 10.2.- ELECTROIMANES
 - 10.3.- EL MOTOR ELECTRICO.
 - 10.4.- GENERADORES DE C.A.
- EJERCICIOS y CUESTIONES

1.- INTRODUCCION. CONSTITUCION DE LA MATERIA

Para entender la electricidad y la electrónica hay que conocer la estructura de la materia; los fenómenos eléctricos y electrónicos se deben a movimientos de partículas diminutas dentro de los materiales.

Cualquier material está constituido por una gran cantidad de elementos infinitamente pequeños que llamamos átomos. El átomo de hierro es distinto que el del cobre, por eso tienen diferentes características.

EL ATOMO es la partícula más pequeña de un elemento, que conserva las características propias de éste. El átomo, en general, está constituido de forma similar a un sistema planetario en miniatura: en él existen una serie de partículas llamadas protones, agrupadas en su núcleo, alrededor del cual giran otras partículas diferentes, llamadas electrones, en órbitas más o menos elípticas y a distancias variables del centro.

Se llama núcleo al centro, donde se agrupan los protones y otro tipo de partículas, que no son de interés para el estudio de la teoría electrónica, al menos en este nivel.

Para distinguir los protones de los electrones, a los primeros se les ha marcado con el signo + y a los segundos con el -.

«En cualquier átomo el número de protones es igual al total de electrones.»

1.1- DISTRIBUCION DE LOS ELECTRONES EN LAS ORBITAS

Cada órbita, según su orden de proximidad al núcleo, tiene una capacidad máxima de contener electrones.

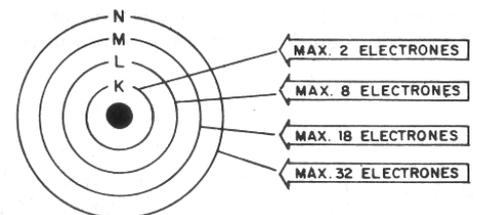
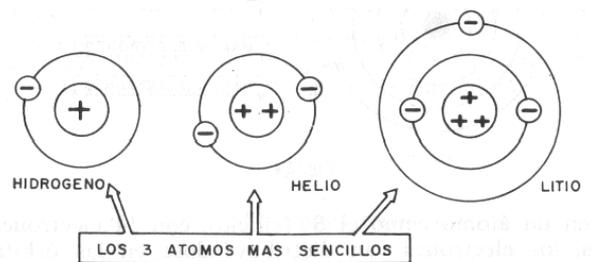
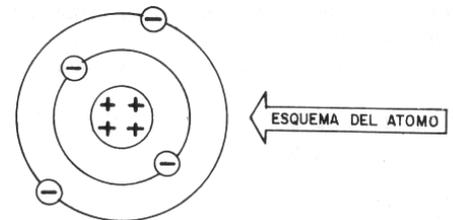
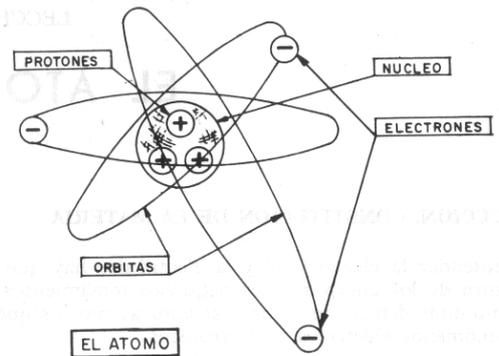
Así, por ejemplo: La diferencia fundamental de los cuerpos simples o elementos que se conocen en la naturaleza y que son unos 100, estriba precisamente en su número atómico, que indica el número de electrones (igual al de protones) que tiene cada elemento. Existe una tabla en la que se han ordenado todos los elementos según su número de electrones. El hidrógeno ocupa el

primer puesto de la tabla, pues sólo tiene un protón en el núcleo y un electrón en la envoltura; el helio es el segundo, con 2 electrones y 2 protones; el litio el tercero, etc...

- La 1ª órbita, llamada K, la más cercana al núcleo, no puede contener más de 2 electrones.
- La 2ª órbita, llamada L, puede contener como máximo 8 electrones.
- La 3ª órbita, llamada M, puede tener hasta 18 electrones. La 4ª órbita, llamada N, puede tener hasta 32 electrones.

La cantidad máxima de electrones viene dada por la fórmula $2n^2$, siendo n el número de órbita.

La fuerza de atracción explica por qué los electrones, al girar con gran velocidad alrededor del núcleo, no se salen de las órbitas: la fuerza de atracción que los protones del núcleo ejercen sobre los electrones anula la fuerza centrífuga que trata de sacarlos de la órbita.



Sin embargo, si enfrentamos a dos protones, éstos se repelen, y otro tanto ocurre si enfrentamos a dos electrones.

En resumen, *entre un protón (partícula que está en el centro del átomo) y un electrón (partícula que gira alrededor del centro) hay una fuerza de atracción: Entre dos protones o dos electrones la fuerza es de repulsión.*

Así, en un átomo como el Si (silicio), con 14 electrones y 14 protones, los electrones van distribuyéndose en las órbitas por orden, es decir, primero llenan con 2 electrones la órbita K, luego con 8 la L, y los 4 que quedan pasan a la órbita M.

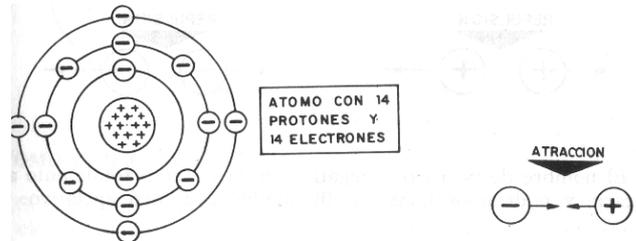
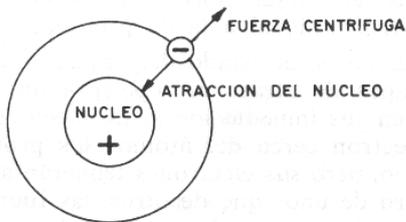
1.2.-CARGA ELECTRICA

Si pudiéramos colocar un protón frente a un electrón, veríamos que se acercarían entre sí rápidamente. Esto nos indica que entre las dos partículas existe una fuerza de atracción invisible.

Si al colocar frente a un protón un electrón aparece una fuerza de atracción y al colocar otro protón la fuerza es de repulsión, es porque tanto uno como otro tienen una propiedad que se llamó «carga eléctrica», y que por su actuación anterior deben ser distintas. *Como la propiedad especial de un protón es distinta a la del electrón las vamos a llamar de distinta manera: el protón tendrá una carga eléctrica «positiva» y el electrón una carga eléctrica «negativa».*

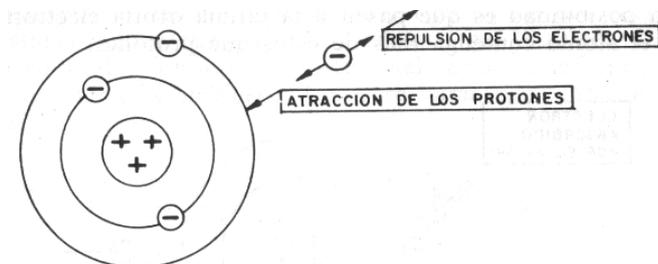
El nombre de positivo o negativo es de elección totalmente arbitraria y podríamos haberlos distinguido con otro apelativo.

Cargas del mismo signo se repelen y cargas de signo contrario se atraen.



1.2.1.- Átomo neutro. En estado normal, un átomo tiene una cantidad total de electrones igual a la de protones.

En estas condiciones, el estado del átomo se dice que es neutro y no será capaz de atraer ni repeler a un electrón o a un protón colocado en sus inmediaciones. En efecto, supongamos que colocamos un electrón cerca del átomo: los protones del átomo tenderán a atraerlo, pero sus electrones tenderán a repelerlo. Como tiene igual número de unos que de otros, las fuerzas de atracción quedarán compensadas y anuladas por las de repulsión.



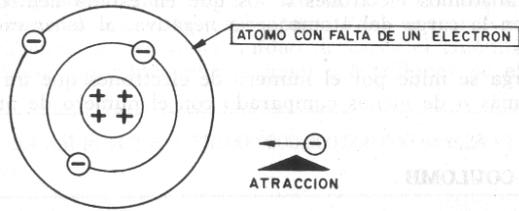
Como un átomo en estado neutro (igual número de electrones que de protones) no atrae ni repele, se dice que su carga total, o sea, la suma de las positivas de los protones y las negativas de los electrones, es cero o nula. Recuerdese que se llama carga eléctrica a la propiedad de ejercer fuerzas de atracción o repulsión.

1.2.2.- Átomo con carga. Si a un átomo en estado neutro le quitamos un cierto número de electrones, será capaz de atraer a un electrón colocado en sus cercanías, porque al tener un exceso de protones las fuerzas de atracción de éstos sobre el electrón, que colocamos en su proximidad, supera la fuerza de repulsión de los electrones.

A este tipo de átomos se les dice que tienen carga positiva, tanto mayor cuanto más protones existan más que electrones. En realidad ya no son átomos puros y reciben el nombre de *iones*.

Como es lógico, los electrones de la última órbita son los que pueden escapar más fácilmente del átomo, por ser los más alejados del núcleo con protones. Estos electrones capaces de escaparse de la última órbita del átomo reciben el nombre, al igual que dicha órbita, de «valencia».

Otra posibilidad es que pasen a la última órbita electrones libres y el átomo contenga más de éstos que protones.



En resumen: Un átomo al que se le ha quitado un número determinado de electrones queda cargado positivamente, a causa de un exceso de protones.

Si le añadimos electrones a los que en estado neutro le corresponden la carga del átomo sería negativa, al tener exceso de electrones.

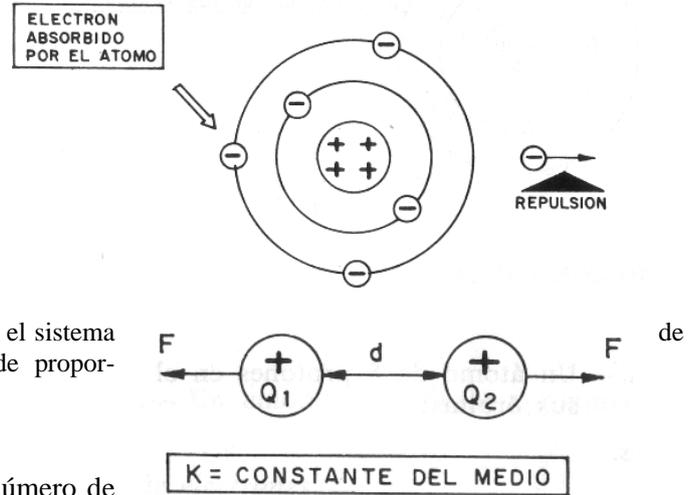
La carga se mide por el número de electrones que un cuerpo tiene de más o de menos comparado con el número de protones.

1.3.-LEY DE COULOMB

La fuerza de atracción o repulsión entre dos cuerpos viene expresada por la siguiente fórmula:

$$F = K \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

Siendo F, la fuerza; Q1 y Q2, las cargas de los dos cuerpos; d, la distancia entre ellos, y K, un número que depende de dónde estén colocados los átomos, o sea, del medio ambiente y el sistema unidades empleado, y que se llama constante de proporcionalidad.



1.3.1.-Unidad de carga

La carga de un cuerpo se mide por el número de electrones o protones que tiene en exceso.

1) Se puede considerar la carga de un electrón como la menor cantidad de carga negativa que puede existir y la carga de un protón como la menor cantidad de carga positiva que puede existir.

Como generalmente este número es muy grande, habría que usar cifras del orden de los billones. Para operar con números más pequeños, se usa como unidad de carga el culombio, siendo un culombio aproximadamente igual a 6 trillones de electrones:

$$1 \text{ culombio (C)} = 6.230.000.000.000.000 = 6,23 \cdot 10^{18} \text{ electrones.}$$

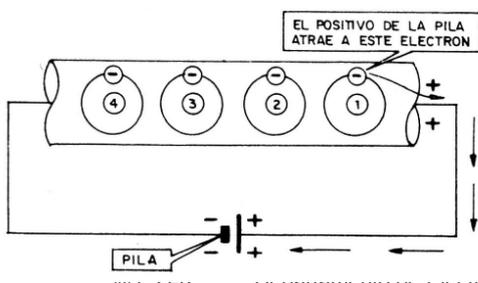
2.- LA ELECTRICIDAD

En un material conductor, como el cobre, existe una gran cantidad de átomos. Cada uno tiene sus protones y electrones, los electrones están distribuidos en diferentes capas y girando alrededor del núcleo de dicho átomo.

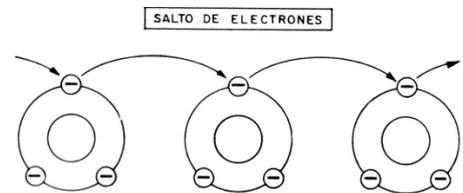
Si, por alguna razón, una cierta cantidad de los electrones citados se traslada de átomo en átomo a lo largo de todo el cuerpo, se genera lo que se conoce con el nombre de **CORRIENTE ELÉCTRICA**.

Se dice que por un hilo de material conductor circula una corriente eléctrica, cuando desde uno de sus extremos hasta el otro, y por su interior, hay un paso de electrones.

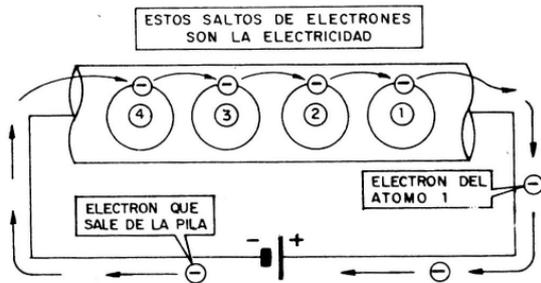
Supongamos que tenemos un hilo de material conductor, formado por una gran cantidad de átomos, con un electrón en su órbita de valencia



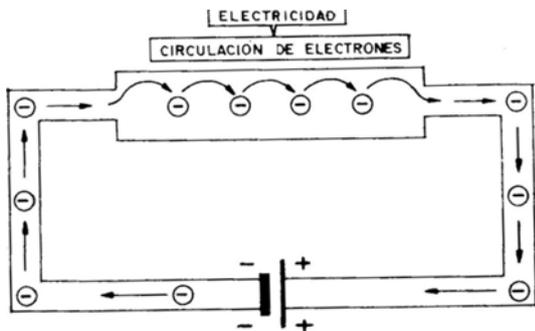
Para simplificar el dibujo sólo se han representado cuatro de estos átomos con sus electrones de valencia. Entre los extremos del hilo se aplica a un extremo una fuerte carga positiva y al otro una negativa, como la que proporcionan los bornes de una pila.



La gran fuerza de atracción del positivo de la pila se lleva el electrón periférico del átomo N.º 1; al quedarse sin un electrón este átomo queda cargado positivamente y atrae y se lleva el electrón del átomo contiguo N.º 2, con lo que éste se carga positiva-mente y se lleva el electrón del átomo N.º 3; al quedar-se éste sin un electrón atrae al electrón del átomo N.º 4 y a éste se le aporta otro electrón por el negativo de la pila, que se puede decir que es el electrón que había entrado por el positivo, luego la pila no se queda con ningún electrón.



llama *cuerpos buenos conductores*, porque oponen poca resistencia a su paso; a los que oponen mucha resistencia para desplazarse los electrones, se les llama *cuerpos malos conductores o aislantes*. Son buenos conductores casi todos los metales: cobre, hierro, oro, plata, etc...



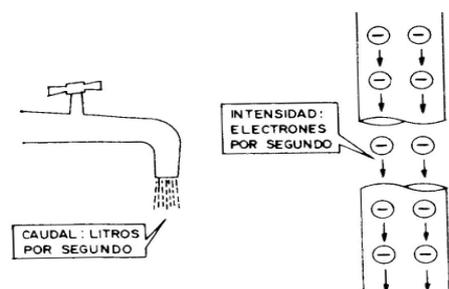
Así, si los electrones van de derecha a izquierda, la electricidad también irá en el mismo sentido. Este sistema, sencillo y lógico es el que hemos adoptado, aunque en muchos libros a la corriente eléctrica se le ha dado el sentido contrario que a la electrónica, debido a que en un principio los antiguos científicos consideraron, equivocadamente, que no eran los electrones los que se movían, sino los protones, y bastantes obras por no modificar este error, lo mantienen.

En estos apuntes a la corriente eléctrica le damos el mismo sentido que a la electrónica, de negativo a positivo. Advertimos este detalle para que no se tengan dificultades al consultar otros libros. Con frecuencia se habla de corriente "real", refiriéndose a la corriente electrónica, y "convencional", la que considera que el movimiento es de positivo a negativo.

2.3.- CANTIDAD DE ELECTRICIDAD, CULOMBIO

Cuando queremos saber la cantidad de agua que circula por un tubo, medimos los litros que pasan por él. Cuando deseamos saber la electricidad que pasa por un hilo de cobre, mediremos los electrones que lo atraviesan.

Sin embargo, hay una diferencia entre un caso y otro, y es que en el segundo la cantidad de electrones que pasa por el hilo es enormemente grande y como es muy complicado expresar la corriente eléctrica en electrones, lo que se hace es expresarla en culombios, teniendo presente que un culombio vale 6 trillones de electrones. De esta forma, en vez de decir un número muy elevado de electrones basta decir que pasan unos pocos culombios, lo que resulta mucho más cómodo.



Estos saltos de los electrones de átomo en átomo es lo que se conoce por *electricidad*. Al final todos los átomos se quedan como al principio, con igual número de electrones: lo único que ha habido es un intercambio de electrones entre los átomos.

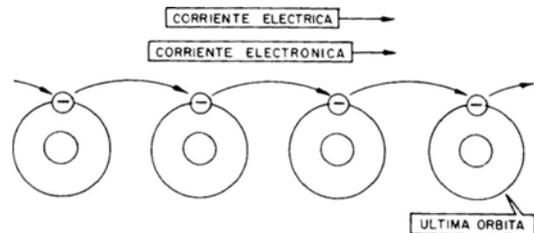
2.1.- CONDUCTORES Y AISLANTES

En el cobre es muy fácil poner en movimiento los electrones de átomo en átomo de la última capa, pero hay otros cuerpos en los que es muy difícil. A los que dejan pasar fácilmente los electrones se les

El que más se suele usar para transportar la corriente de electrones, por sus buenas características eléctricas y relativamente bajo precio, es el cobre.

2.2.- CORRIENTE ELECTRICA Y ELECTRONICA

En realidad la corriente eléctrica es un movimiento de electrones, luego la electricidad o corriente eléctrica debe tener el mismo sentido que el que llevan los electrones.



2.3.1.- INTENSIDAD

Veamos un símil: Para saber el caudal que transporta una tubería, no basta decir que por ella pasan mil litros, hay que decir también el tiempo que han tardado en pasar. Suele expresarse el caudal por el número de litros que pasan por segundo.

En electricidad, en vez de llamar a este dato caudal, lo designamos por *intensidad o corriente* y será el número de electrones (expresado en culombios) que pasan por segundo.

La intensidad se mide en amperios. Así, pues, cuando en un segundo pasa un culombio, se dice que la corriente tiene una intensidad de un amperio, si pasan tres y medio culombios cada segundo, serán tres y medio amperios, y así sucesivamente.

$$(\text{Amperios}) \quad I = Q (\text{Culombios}) / t (\text{Segundos})$$

La intensidad en amperios se halla dividiendo el número de culombios que han pasado, por el número de segundos que han tardado, obteniendo el nº de culombios que han pasado en un segundo.

En escritura técnica siempre se indican los amperios con una A, que es su símbolo.

En electrónica el amperio es una unidad muy grande para las corrientes que normalmente hemos de controlar, por eso usamos una unidad más pequeña llamada miliamperio y que se representa mA, que es su milésima parte.

$$1 \text{ A} = 1.000 \text{ mA}$$

$$1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A}$$

De la fórmula mencionada anteriormente, se deduce la siguiente:

$$(\text{Culombios}) \quad Q = I (\text{Amperios}) \cdot t (\text{segundos})$$

con la que se obtiene la cantidad de culombios que pasan por un conductor por el que circula una corriente de 1 Amperios durante un tiempo de t segundos.

3.- RESISTENCIAS

Resistencia de un cuerpo es la oposición que éste presenta al movimiento de electrones a su través, es decir, a la corriente eléctrica.

Así como la altura se mide en metros, el peso en kilogramos, etcétera, las resistencias se miden en unas unidades llamadas ohmios.

Es fácil de comprender que si por una tubería circula agua, ésta pasará más fácilmente si dicha tubería es ancha que si es estrecha. También pasará mejor el agua, si es corta que si es larga. Asimismo, si el interior de la tubería es lisa, presentará menos oposición que si es rugosa.

De la misma forma, un conductor eléctrico presentará menos resistencia al paso de la corriente si es grueso que si es delgado, si es corto que si es largo. El tipo de material de que está constituido (equivalente a la rugosidad de un tubería) tendrá influencia sobre la resistencia. Esto anterior se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$R = \rho (L/S)$$

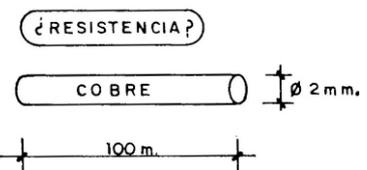
En donde L es la longitud del cuerpo conductor, S la superficie que presenta al paso de la corriente y ρ un número que depende del tipo de material de que se trate, y se llama *resistividad*.

Vemos que cuanto mayor sea L, es decir el numerador, mayor es R, es decir el cociente, como ya sabíamos (a mayor longitud, mayor resistencia).

Cuanto mayor es S, o sea el denominador, menor es R (menor cociente), es decir: a mayor superficie de paso de corriente, menor resistencia.

El valor que obtenemos aplicando la fórmula viene expresado en ohmios, que es la unidad fundamental de la resistencia y se representa por la letra griega Ω .

La resistividad de algunos materiales usados en electrónica, expresada en ohmios*mm²/m es 0,0165 para la Plata, 0,0175 para el Cobre, 0,13 el Hierro, 0,12 el Estaño y 0,029 el Aluminio.



EJEMPLO

Calcular la resistencia de un cable de cobre de 100 metros de longitud y 2 milímetros de diámetro, sabiendo que la resistencia del cobre vale 0,0175 Q/m/mmZ.

1º) Para resolver el problema hay que aplicar la fórmula: $R = \rho (L/S)$

2.º) Hemos de calcular el valor de la sección S.

$$S = (\pi D^2)/4$$

$$S = 3,14 * 2^2 / 4$$

3.º) Sustituyendo valores en la fórmula:

$$R = 0,0175 \cdot 100 / 3,14 = 0,55 \Omega$$



REPRESENTACION DE UNA RESISTENCIA

3.1.- REPRESENTACION DE UNA RESISTENCIA

Una resistencia se representa en un esquema como un rectángulo. Hay otros símbolos, pero éste es el más extendido.

3.2.- UNIDADES DE RESISTENCIA

La unidad fundamental es el ohmio (Ω). Así como el kilogramo tiene 1.000 gramos, el kilohmio, que se escribe $K\Omega$, vale 1.000 ohmios.

$$2 K 5 = 2500 \Omega$$

$$1 K\Omega = 1.000 \Omega$$

$$10K\Omega = 10.000 \Omega$$

$$12 K\Omega = 12.000 \Omega$$

Hay otra unidad que es el megaohmio, que se representa $M\Omega$. y vale un millón de ohmios.

$$1M \Omega = 1.000.000 \Omega$$

$$1 M 2 = 1.200.000 \Omega$$

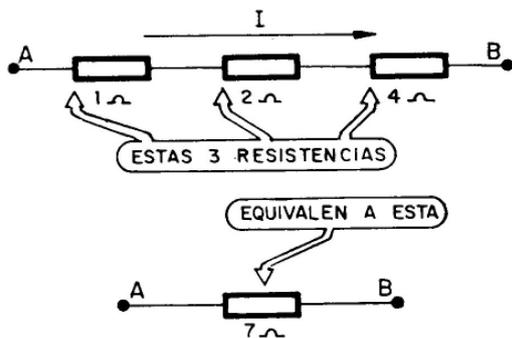
$$10 M \Omega = 10.000.000 \Omega$$

10.000.000 Ω

3.3.- ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS.

3.3.1.- Resistencias en serie. Varias resistencias se dice que están en serie cuando van unas detrás de otras.

La oposición al paso de la corriente de varias resistencias en serie es igual a la suma de la oposición que presenta cada una de ellas, como es fácil de entender.



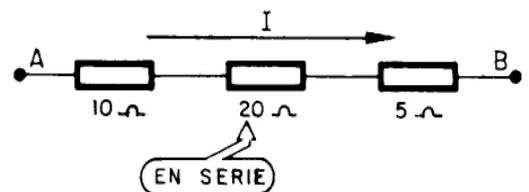
resistencias están en paralelo cuando tienen unidos los extremos en un mismo punto.

En la figura se observa que los extremos de la izquierda de las resistencias están unidos en un punto, y lo mismo pasa con los extremos de la derecha. En este caso diremos que las tres resistencias de 2, 3 y 4 Ω están en paralelo.

3.3.2.1.- Resistencia equivalente de varias en paralelo: caso de 2 resistencias. La resistencia equivalente de otras dos en paralelo se halla dividiendo el producto de ambas por su suma.

$$R_{\text{paralelo}} = (R1 * R2) / (R1 + R2)$$

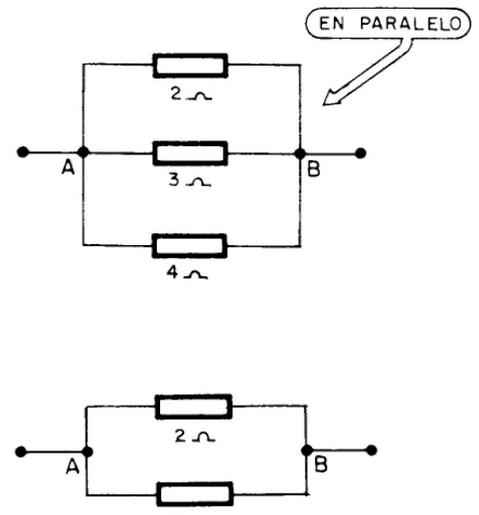
Las dos resistencias de la figura están en paralelo; su efecto es el mismo que el de otra resistencia única de valor: $R1 // R2 = 2 // 4 = 1,33 \Omega$



En el ejemplo de la figura hay 3 resistencias en serie, una de 10 Ω , otra de 20 Ω y una tercera de 5 Ω . La resistencia total será $10 + 20 + 5 = 35 \Omega$.

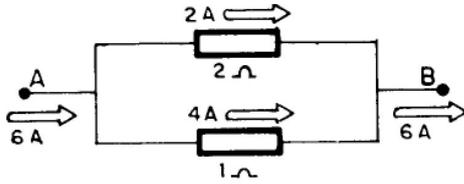
Esto quiere decir que se pueden sustituir varias resistencias en serie por una sola, cuyo valor sea la suma de ellas.

3.3.2.- Resistencias en paralelo. Varias



Como regla práctica: «la resistencia equivalente de varias en paralelo es menor que la más pequeña de ellas».

La intensidad que circula por cada resistencia puesta en paralelo depende del valor de su resistencia.

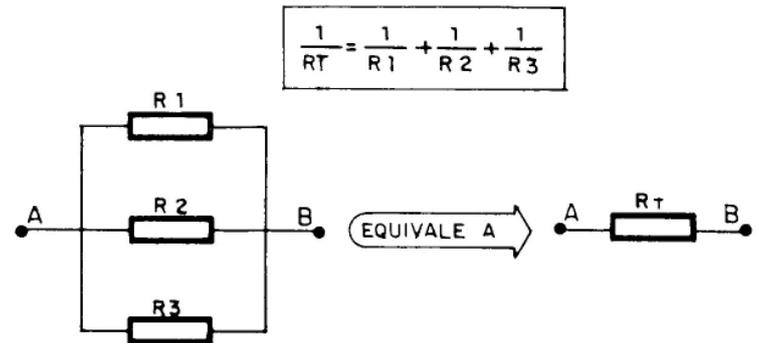


Pasa igual que cuando una cañería se divide en dos: pasará más caudal de agua por la que presente menos resistencia, es decir, por la que sea más ancha y menos rugosa.

De los 6 A que llegan a la bifurcación de las dos resistencias en paralelo, parte se irán por una resistencia y parte por la otra. La parte mayor corresponderá a la resistencia menor, pues por ella la corriente podrá circular mejor. Una vale 1 Ω y la otra 2 Ω, luego por una resistencia también pasará el doble de intensidad que por la otra. Por la resistencia de 2 Ω circularán 2 A y por la de 1 Ω el resto, o sea, 4 A.

3.3.2.2.-Resistencia equivalente de varias en paralelo: caso general, más de 2 resistencias

En caso de que existan más de dos resistencias en paralelo, hay que aplicar la fórmula general. Si tenemos tres resistencias en paralelo, R₁, R₂ y R₃, la resistencia equivalente de las tres, R_T, se despejará de la siguiente fórmula:



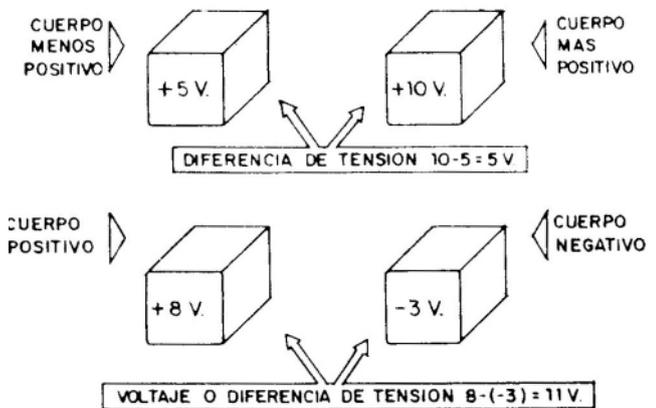
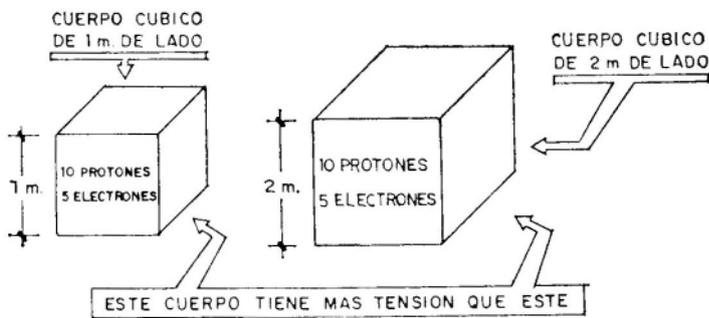
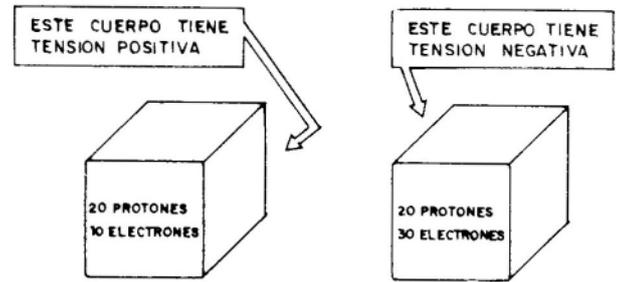
4.- LEY DE OHM

4.1.- TENSION DE UN CUERPO

Es la cantidad de carga eléctrica, positiva o negativa (según que la cantidad de electrones sea menor o mayor que los protones), que tiene un cuerpo por unidad de volumen.

Como se ha definido la tensión, además de la carga total eléctrica que posee un cuerpo, tiene en cuenta su volumen. Así, dos cuerpos con igual carga pero con diferente volumen, no tienen la misma tensión.

La tensión o potencial de un cuerpo se mide en voltios (V) y puede tener carácter positivo o negativo, según la carga eléctrica que predomine.



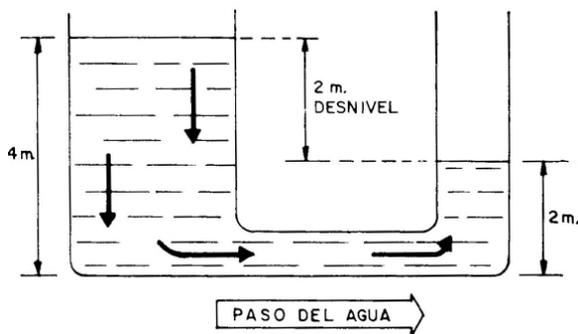
4.1.1.-diferencia de tensión, o diferencia de potencial

Es la diferencia entre las tensiones existentes entre dos cuerpos. Puede haber diferencia de potencial o tensión, no sólo entre dos cuerpos que estén cargados con cargas de distinto signo, sino también con cargas del mismo signo.

A la diferencia de tensión se la llama generalmente *tensión o voltaje* y es el dato que tendrá para nosotros verdadero interés. Al poner en contacto dos cuerpos a diferente potencial, el paso de electrones desde el polo negativo, al positivo que los atrae depende únicamente de la diferencia entre sus tensiones y no de los voltajes absolutos que puede tener cada cuerpo.

Una definición más rigurosa de la diferencia de potencial o voltaje existente entre dos puntos consiste en asemejar este concepto con el trabajo que es necesario realizar con la unidad de carga eléctrica, para trasladarla desde uno a otro punto, en sentido contrario a la dirección del campo eléctrico creado por ellos.

4.2.- LEY DE OHM



El caudal de agua que pasa de un depósito a otro será tanto mayor cuanto más diferencia de altura haya entre los dos, pero, por otro lado, será tanto menor cuanto mayor sea la resistencia que opone a su paso la tubería, la cual será función del diámetro y del material que la forme. En resumen, el caudal de agua que pasa entre los dos depósitos depende de modo «directamente» proporcional del desnivel entre sus alturas, e «inversamente» de la resistencia, que oponga la tubería que las une.

Si conectamos mediante un cable conductor dos cuerpos con diferentes tensiones, el que sea más positivo atraerá electrones del otro. Aquí va a suceder lo mismo que en los depósitos de agua: que al pasar el agua, los niveles tienden a igualarse. En nuestro ejemplo eléctrico, al pasar electrones desde el cuerpo negativo al positivo, el negativo va perdiendo carga negativa al ceder sus electrones, mientras que el otro, pierde carga positiva al ir neutralizándose sus cargas positivas con las negativas que le llegan.

La cantidad de electrones que pasan de un cuerpo a otro, o sea, la intensidad, depende de la diferencia de voltajes de forma directamente proporcional (a más diferencia, mayor atracción y mayor circulación) e inversamente de la resistencia del cable que los comunica (a más resistencia, menos intensidad). Esto se expone mediante la Ley de Ohm, que dice así:

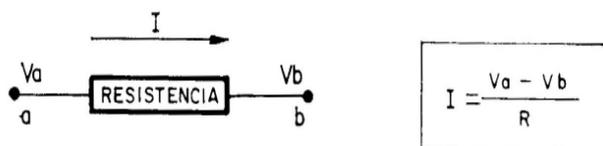
Siendo:

I: Intensidad de la corriente, en amperios.

Va: Potencial o nivel eléctrico del punto a.

Vb: Potencial o nivel eléctrico del punto b.

R: Resistencia del conductor.



Si aumenta el numerador, o sea, la diferencia de potencial, crece el cociente, o sea, la intensidad, como ya sabemos que tiene que ocurrir. Si aumenta el denominador, o sea, la resistencia, disminuye el cociente (la intensidad).

La unidad de altura al hablar de niveles de agua es el metro; la unidad de tensión o de potencial, el voltio. Cuando decimos que entre dos puntos hay una tensión de 120 voltios (se escribe 120 V), queremos indicar que el punto de mayor potencial tiene 120 unidades de potencial, o sea, 120 voltios más que el de menor potencial.

La unidad de resistencia es el ohmio. Por lo tanto, según la Ley de Ohm, para hallar la intensidad de una corriente que circula entre dos puntos, medida en amperios, se divide la tensión o caída de potencial entre dichos puntos, en voltios, por la resistencia del conductor que los une, en ohmios.

$$I \text{ (Amperios)} = V \text{ (Voltios)} / R \text{ (Ohmios)}$$

De esta fórmula se desprenden otras dos:

- Conocida la intensidad que circula por un cuerpo y su resistencia, calcular el voltaje entre sus extremos. Despejando de la fórmula anterior se obtiene:

$$V = I \times R$$

- La resistencia de un cuerpo se halla dividiendo el voltaje que existe entre los extremos de dicho cuerpo por la intensidad que circula por él. Se expresa:

$$R = V / I$$

Cualquier problema nos facilitará dos de los datos y pedirá el valor del tercero, para lo cual hay que usar una de las tres fórmulas que se derivan de la Ley de Ohm.

EJEMPLOS

- 1) Calcular la intensidad que circula entre dos puntos que tienen una diferencia de potencial de 100 V si el conductor que los une tiene una resistencia de 20 Ω .

$$I = V/R = 100 \text{ V} / 20 \text{ } \Omega = 5 \text{ A}$$

- 2) Calcular la tensión que existe entre los extremos de un cable que tiene de resistencia 50 Ω si circula por él una intensidad de 2 A.

$$V = I \cdot R = 2 \cdot 50 = 100 \text{ V.}$$

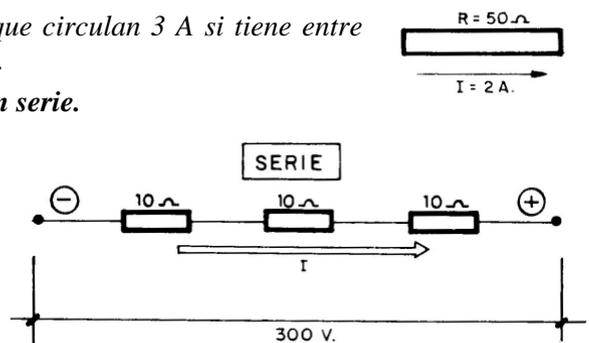
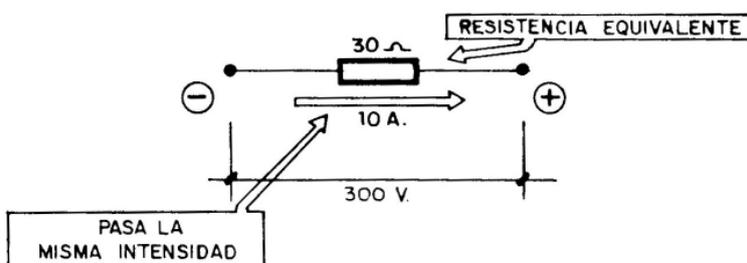
- 3) Calcular la resistencia de un cuerpo por el que circulan 3 A si tiene entre extremos una caída de potencial de 30 V.

- 4) Aplicación de la Ley de Ohm a resistencias en serie.

EJEMPLO

Calcular la intensidad que pasa por tres resistencias colocadas en serie, de 10 Ω cada una, al aplicar entre sus extremos una tensión de 300 V.

Estas tres resistencias equivalen a una, cuyo valor es la suma de todas ellas.



Aplicando la Ley de Ohm, que nos resuelve I, queda: $I = V/R = 300/30 = 10 \text{ A}$

Es decir, que en el circuito original por cada una de las tres resistencias pasa la misma intensidad, o sea, 10 A.

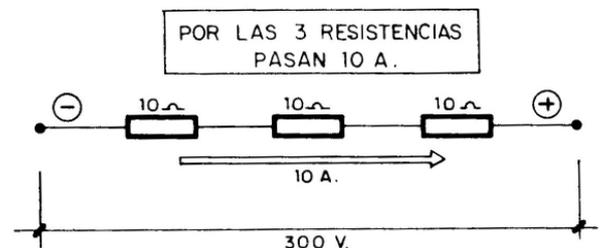
Resumiendo: Por todas las resistencias en serie pasa la misma intensidad.

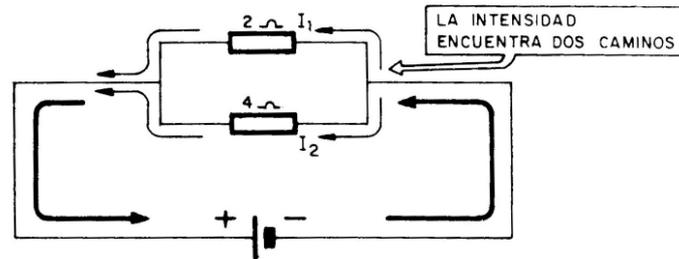
- 5) Aplicación de la Ley de Ohm a resistencias en paralelo.

EJEMPLO

¿Qué intensidad pasa por cada una de las dos resistencias puestas en paralelo, de 2 y 40 respectivamente, al aplicarles una tensión de 8 V?

La tensión de una pila de 8 V se aplica entre los extremos de la resistencia de 2 Ω y la de 40 Ω , luego ambas tienen entre sus extremos la misma tensión: la de la pila de 8 V





Como la resistencia de $2\ \Omega$ tiene 8 V entre sus extremos, la intensidad I que circula por ella será:

$$I_1 = V/R = 8/2 = 4\text{ A}$$

También la resistencia de $4\ \Omega$ tiene 8 V entre sus extremos.

$$I_2 = V/R = 8/4 = 2\text{ A}$$

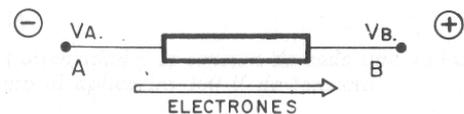
Resumiendo: Las resistencias en paralelo tienen entre sus extremos la misma tensión, pero las intensidades que pasan por ellas son tanto mayores cuanto menor es su valor en ohmios.

En nuestro ejemplo pasa el doble de intensidad por la resistencia que tiene la mitad de valor.

5.- CORRIENTE CONTINUA

Ya se ha explicado que la corriente eléctrica es el desplazamiento de electrones de un átomo al contiguo, fenómeno repetido a todo lo largo del conductor de que se trate.

El paso de electrones a través de un cuerpo en el que existe diferencia de potencial entre sus extremos se representa de la siguiente forma:

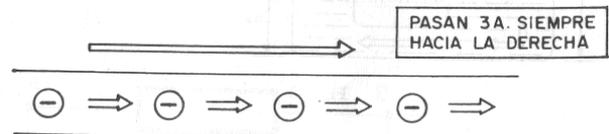


Antiguamente se suponía que la corriente eléctrica estaba formada por el movimiento de las cargas eléctricas positivas, o sea, los protones, y la dirección resultaba ser contraria a la que se ha mencionado.

En la actualidad se sabe perfectamente que el único movimiento posible entre las partículas de un átomo es el de los electrones.

5.1.-CORRIENTE CONTINUA

Corriente continua es el paso de electrones por un conductor siempre en el mismo sentido y con una intensidad constante a lo largo del tiempo.



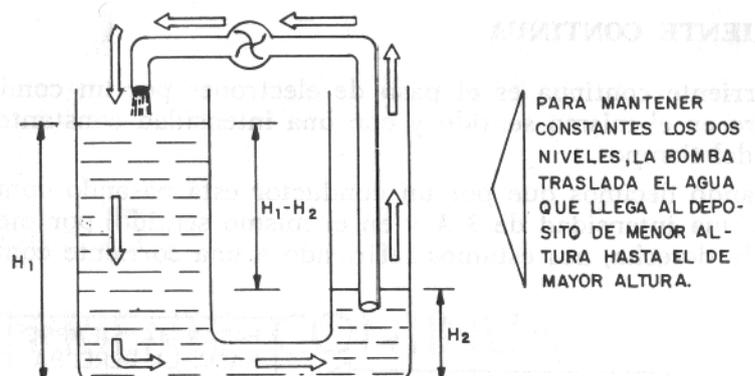
Cuando decimos que por un conductor está pasando continuamente una intensidad de 3 A y en el mismo sentido, por ejemplo hacia la derecha, nos estamos refiriendo a una corriente continua.

Una corriente continua mantiene constantemente el mismo valor de la intensidad y el mismo sentido.

5.2.-SIMIL HIDRÁULICO

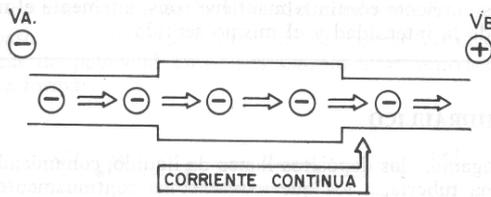
Supongamos dos depósitos llenos de líquido, comunicados entre sí por una tubería, a los que mantenemos continuamente al mismo nivel, por medio de una bomba que traslada el agua que llega al depósito de nivel inferior al otro, en la misma cantidad con que llega.

Si mantenemos constantes las alturas de los depósitos, el agua siempre pasará en igual cantidad, desde el depósito más alto al más pequeño.



Sucede lo mismo en electricidad: los electrones pasan del punto de tensión más negativo al de tensión positivo, debido a la atracción que sufren. Si se mantiene la diferencia de niveles de potencial, los electrones siempre irán del negativo al positivo en igual cantidad.

SI VA. y VB..SON INVARIABLES LA INTENSIDAD ELECTRONICA ES CONSTANTE

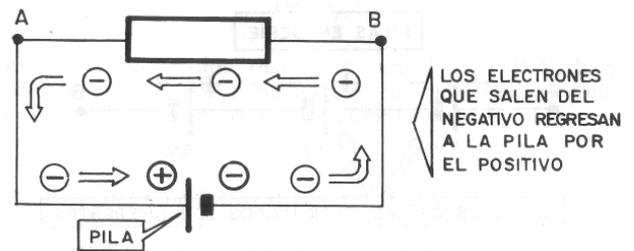


5.3.- GENERADORES DE CORRIENTE

Hemos visto cómo al unir dos depósitos a diferentes alturas de agua, ésta pasa del de mayor altura al de menor, pero este paso se interrumpirá en cuanto se igualan las alturas en los dos recipientes.

Para que el agua fluya sin interrupción, es necesario colocar una bomba, como vimos, en una de las figuras precedentes. Esta bomba mantiene constantes las alturas mutuas de los dos depósitos.

Igualmente, para que fluya una corriente electrónica por un elemento hay que colocar un generador eléctrico, que puede ser una pila, una batería, una dinamo o un acumulador. En la figura siguiente se ha colocado una pila con su símbolo (dos rayas verticales, una mayor que otra) para mantener la diferencia de potencial entre los dos extremos de la resistencia.



Esta pila mantiene constantes las alturas eléctricas, o sea, los potenciales de los puntos A y B, extremos del cuerpo conductor.

En la representación de la pila, el lado vertical dibujado más largo representa el polo positivo, o de mayor potencial, y el más corto el de menor potencial o, de otra forma, el más negativo.

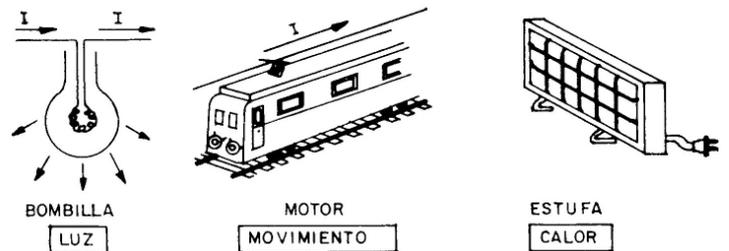
No interesa el potencial de cualquier punto considerado aisladamente; lo importante es conocer la diferencia de potencial entre dos puntos, ya que la corriente que pasa de uno a otro depende de dicha diferencia.

El sentido de la corriente eléctrica, o de electrones, es siempre desde el punto de potencial negativo hacia el positivo, que los atrae.

6.-POTENCIA ELECTRICICA

Es la cantidad de trabajo por unidad de tiempo que puede desarrollar el paso de una corriente eléctrica.

La corriente eléctrica al pasar por una resistencia pura produce calor; al pasar por los bobinados de un motor, un movimiento mecánico; al pasar por una lámpara, luz, etc. Con todos estos ejemplos se comprueba la gran capacidad que tiene la energía eléctrica para transformarse en otras formas de energía: calorífica, mecánica, luminosa, etc.



La electricidad puede producir energía de diferentes tipos y la cantidad que produzca por unidad de tiempo, que suele ser el segundo, es lo que se llama *potencia*.

6.1.- UNIDADES DE POTENCIA ELECTRICICA

La unidad fundamental que mide la potencia desarrollada por un elemento es el vatio, que se representa por el símbolo W.

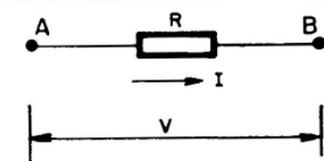
El vatio es la potencia que consume un elemento al que se le ha aplicado una tensión de 1 V y circula por él una intensidad de 1 A.

Un kilovatio equivale a 1.000 W.: $1 \text{ KW} = 1.000 \text{ W}$

Un milivatio equivale a la milésima parte de 1 W: $1 \text{ mW} = 0,001 \text{ W}$

6.2.-CALCULO DE LA POTENCIA

La potencia desarrollada en una resistencia por una corriente eléctrica se obtiene por la siguiente fórmula general: $P = V \cdot I$



En esta fórmula P es la potencia en vatios, V la diferencia de tensión en voltios entre extremos de la resistencia e I representa la intensidad medida en amperios.

la potencia depende de V, I y R

Partiendo de la fórmula anterior vamos a obtener otras dos que también indican la potencia desarrollada por una corriente.

Sabemos por la Ley de Ohm $V = I \cdot R$ y sustituyendo este valor de V en la fórmula general de la potencia, tendremos: $P = V I = I R I = I^2 R$

$$P = I^2 R,$$

siendo

$P = \text{Vatios}$, $I = \text{Amperios}$ y $R = \text{Ohmios}$

Todavía vamos a obtener una tercera fórmula de la potencia partiendo de la general, aplicando ahora la Ley de Ohm

$$I = V/R \rightarrow P = V I = V (V/R) = V^2 / R \rightarrow P = V^2 / R$$

RESUMEN

Para obtener la potencia desarrollada en una resistencia por una corriente eléctrica podemos aplicar cualquiera de las tres fórmulas siguientes:

$P = V \times I$ Si se conocen la tensión y la intensidad.

$P = I^2 R$, Si se conocen la intensidad y la resistencia.

$P = V^2 / R$ Si se conocen la tensión y la resistencia.

EJERCICIO PRÁCTICO

NOTA: Para adquirir una resistencia no basta dar el valor que debe tener en ohmios; también hay que indicar el vataje que debe soportar, que se convierte en calor; y cuanto mayor sea éste, de mayor tamaño y precio será la resistencia adecuada que lo soporte.

Calcular el valor y el vataje de una resistencia que tiene aplicados entre sus extremos una tensión de 20 V y circula por ella una intensidad de 2 A.

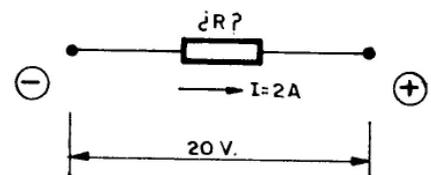
1.º) De la Ley de Ohm sacamos el valor de la resistencia. $R = V / I = 20 / 2 = 10 \Omega$.

Pero con este valor sacado de 10Ω no hemos definido todavía el tipo de resistencia que necesitamos, porque hay que conocer la potencia que se va a desarrollar, es decir, la cantidad de calor por segundo que se va a desprender en ella. Si la resistencia de 10Ω que colocamos es de tamaño demasiado pequeño, el calor que se genera puede quemarla.

Hallaremos pues la potencia:

$$P = V I = 20 \times 2 = 40 \text{ vatios} = 40 \text{ W}$$

Necesitamos una resistencia de 10Ω y de un tamaño físico tal que pueda disipar sin quemarse una potencia de por lo menos 40 W.



6.3.- EL COSTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Cuando un aparato eléctrico consume una potencia de $1 \text{ KW} = 1.000 \text{ W}$ y lo tenemos funcionando durante 1 hora, se dice que ha gastado o consumido 1 Kilovatio-hora, que se expresa 1 KW-h.

Aproximadamente, y redondeando, el consumo de 1 KW-h cuesta 0,01 €

Para calcular por lo tanto el coste de cualquier instalación eléctrica, primero se calcula la potencia en KW y después se multiplica por las horas de funcionamiento: así se obtienen los KW-h. Por último, se multiplica por 0,01 € los KW-h para conseguir el precio total.

EJEMPLO

Calcular el coste que supone tener enchufado durante 6 horas un televisor que se conecta a una red de 125 V y consume 2 A. El KW-h cuesta 10 céntimos.

1.º) Cálculo de la potencia.

$$P = V \times I \qquad P = 125 \times 2 = 250 \text{ W}$$

2.º) Pasamos la potencia a KW.

$$250 \text{ W} = 0,25 \text{ KW}$$

3.º) Buscamos los KW-h (KW x horas).

$$0,25 \cdot 6 = 1,5 \text{ KW-h}$$

4.º) Se obtiene el costo, a 10 céntimos el KW-h.

$$1,5 \cdot 10 = 15 \text{ céntimos}$$

PROBLEMAS

1.º) *Calcular la potencia que consume una plancha que se conecta a 220 V y consume 3 A.*

2.º) *Calcular la potencia que consume un radio transistor que se alimenta con 6 V y tiene una resistencia de 600 Ω.*

3.º) *¿Qué intensidad pasa por un fluorescente de 40 W instalado en una red de 125 V?*

4.º) *Calcular la resistencia interna de un aparato de radio que consume 200 mA y una potencia de 100 W.*

5.º) *Un amplificador estereofónico está conectado 8 horas y consume 150 W. ¿Cuánto cuesta ese tiempo de funcionamiento a 5 pesetas el KW-h?*

6.º) *Un magnetófono alimentado por una tensión de red de 220 V consume 500 mA. ¿Qué cuesta tenerlo funcionando 10 horas, si el KW-hora sale a 5 pesetas?*

7.- CORRIENTE ALTERNA

Hasta ahora sólo hemos hablado de la «corriente continua», que es el paso de electrones a través de un cuerpo, siempre en el mismo sentido y en la misma cantidad, es decir, manteniéndose constantes la dirección y el valor de la intensidad.

Sin embargo, no todas las corrientes eléctricas son de este tipo, como sucede con la que suministran a casas e industrias las empresas generadoras y distribuidoras de electricidad. *La que tenemos en nuestro domicilio es «corriente alterna»* y sus características son totalmente diferentes a las de la corriente continua que conocemos.

La principal razón por la que nos llega esta corriente alterna, que explicaremos a continuación, se debe a la conveniencia de las compañías distribuidoras. Normalmente, el centro productor de electricidad estará emplazado a bastantes kilómetros de los centros consumidores.

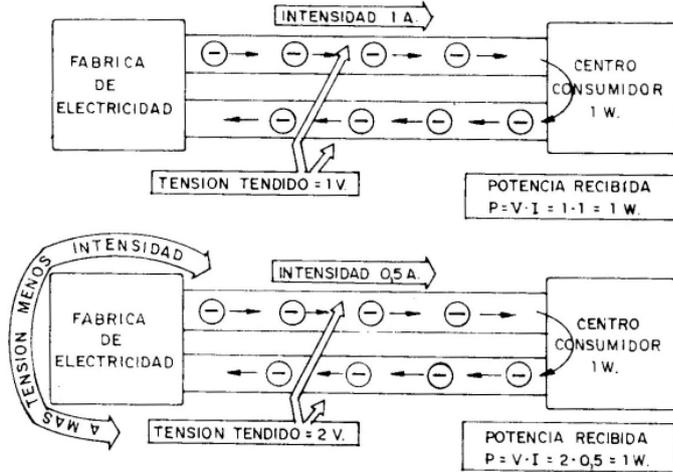
Por tanto, las redes que transportan la electricidad de donde se produce a donde se consume son muy largas y, dadas las grandes potencias que se precisan en la actualidad, el grosor de los cables de dichos tendidos es grande, lo que origina un coste enorme en cobre y en obras de ingeniería para la sustentación de los postes y torres metálicas que sostienen los mencionados cables.

Cuanto menor es la intensidad que pasa por estos tendidos que transportan la energía eléctrica, se obtiene una doble reducción:

1.ª) El diámetro de los cables es menor y también el peso total.

2.^a) El calor que se disipa en dicho transporte también se reduce por ser proporcional a $I^2 \cdot R$.

Por estas razones, las compañías suministradoras tratan de llevar la potencia que se solicita hasta el usuario, haciendo pasar la mínima intensidad por los cables del recorrido.



Si deseamos transportar 1 W por una línea cuya tensión es 1 V, la intensidad necesaria es 1 A. En cambio, si la línea estuviese a una tensión de 2 V, la intensidad precisa sería sólo de 0,5 A.

Hay líneas cuya tensión supera el millón de voltios, con lo que se reduce notablemente la intensidad, pero con tan elevadas tensiones no se puede entregar la energía al consumidor por el peligro que entraña. De aquí el interés de la corriente alterna. «Los transformadores, que sólo funcionan con *corriente alterna* y apenas

consumen energía, pueden elevar y reducir la tensión a los niveles que nos interese.» Se estudiarán en la lección de magnetismo.

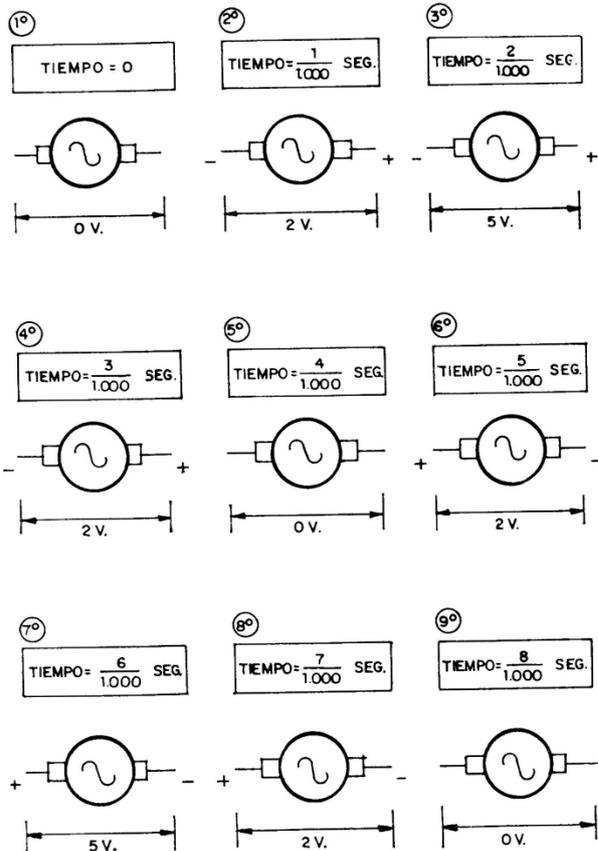
RESUMEN

El interés de la c.a. (corriente alterna) estriba en que con ella funcionan los transformadores, con los que se puede subir y bajar la tensión, cosa muy compleja con la c.c.

En la actualidad se genera y distribuye sólo corriente alterna.

7.1.- CORRIENTE ALTERNA (c.a.)

En c.a. la tensión e intensidad, partiendo de un valor nulo, aumentan hasta llegar a un máximo, luego disminuyen, se anulan nuevamente y, ahora con polaridad o sentido contrario, llegan a un máximo, igual que el anterior, volviendo a disminuir hasta anularse, repitiendo este proceso indefinidamente.

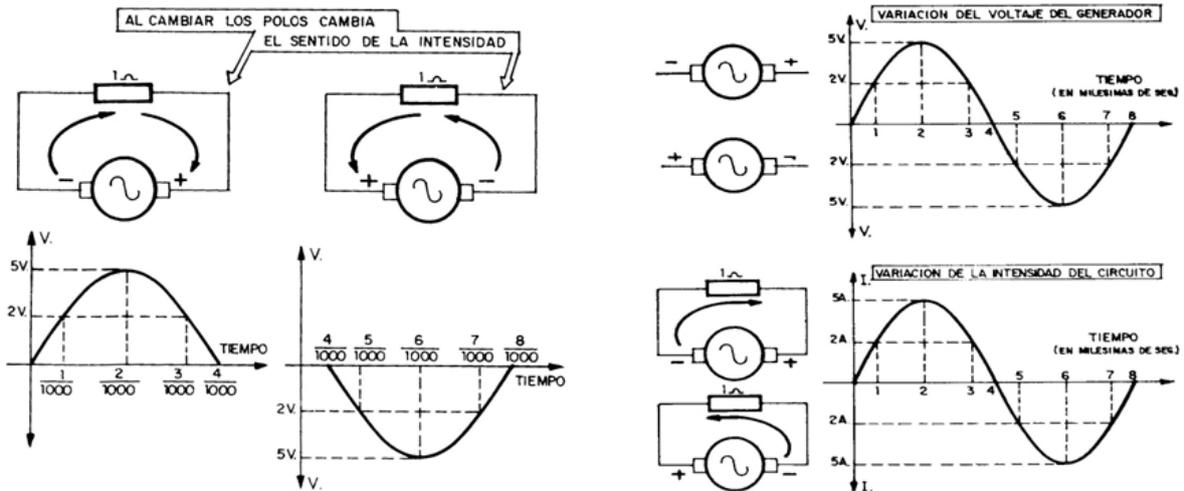


Representaremos un generador de tensión de corriente alterna así:



En las figuras de la izquierda, dibujadas cada una al cabo de una milésima de segundo, vemos las tensiones instantáneas que produce el generador.

Como se observa en el gráfico, la diferencia entre las tensiones representadas encima del eje horizontal y las trazadas por debajo indican el cambio de los polos en el generador. Supongamos que conectamos al generador mencionado un elemento cuya resistencia sea de 1. Mientras los polos se mantengan en el generador en una posición, la intensidad circulará en un sentido, pero al cambiar también lo hará el sentido de la intensidad (figura de la derecha, siguiente).



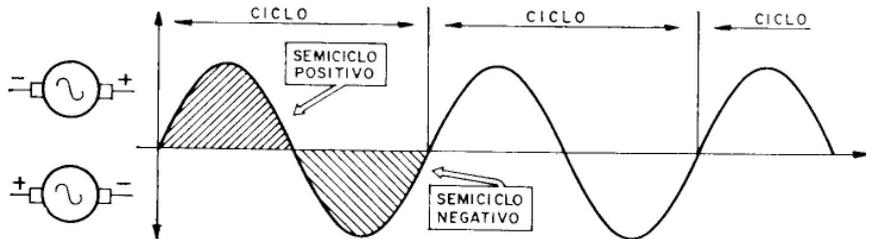
7.2.- MAGNITUDES QUE DEFINEN UNA CORRIENTE ALTERNA:

Además de la tensión, una corriente alterna hay que definirla diciendo además *cuanto dura*, es decir, cuanto tiempo transcurre hasta que vuelve a repetirse una *onda* completa. Para ello, vamos a definir dos nuevas magnitudes: ciclo y frecuencia.

Por otra parte, como su tensión varía a lo largo del tiempo, también definiremos una serie de valores de voltaje.

7.2.1.- CICLO. Se llama así a la parte de curva que se repite constantemente. Dicho de otra forma, una onda completa.

Un ciclo está formado por dos semiciclos iguales, que para distinguirlos entre sí se llaman positivo y negativo. Tanto el semiciclo positivo como el negativo alcanzan el mismo valor máximo.



Un ciclo tiene 360°; medio ciclo o un semiciclo, 180°; un cuarto de ciclo, 90°, etc.

7.2.2.- FRECUENCIA. La frecuencia de una corriente alterna es el número de ciclos que hay en un segundo.

En Europa la frecuencia de la c.a. que se distribuye suele ser en general de 50 ciclos por segundo, o 50 hercios, que se simbolizan por 50 Hz.

7.2.3.- PERIODO Es el tiempo T que dura un ciclo.

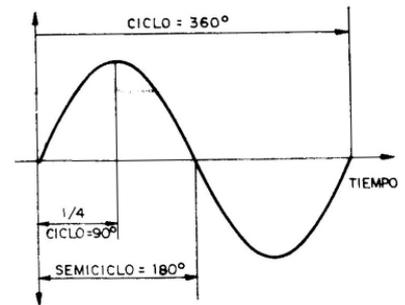
Si, por ejemplo, la frecuencia es de 50 Hz, un ciclo durará 1/50 segundos.

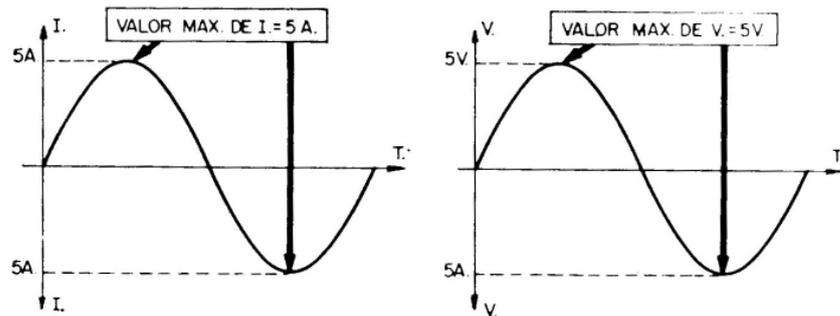
La frecuencia y el período están relacionadas por las siguientes fórmulas:

$$f = 1/T \quad T = 1/f$$

7.2.4.- VALOR MAXIMO DE UNA CORRIENTE ALTERNA

Es el mayor valor que se alcanza durante el ciclo de esa corriente.





7.2.5.- VALOR EFICAZ DE UNA CORRIENTE ALTERNA

Supongamos que una c.a. que circule por una determinada resistencia, en la que desarrolla la misma potencia (cantidad de calor desprendido por segundo) que una c.c. de 3 A. Este valor eficaz, obtenido por comparación de una c.c. de efectos equivalentes, es el que se toma siempre en la práctica para definir a una c.a.

Valor eficaz de una c.a. es el que equivale a uno de c.c. que desarrolla la misma potencia.

Para calcular el valor eficaz conociendo el máximo se aplican las siguientes fórmulas:

$$I = I_{\max}/1,41 \quad V = V_{\max}/1,41$$

NOTA. Cuando en c.a. nos referimos al valor eficaz, no hace falta decir que es el eficaz porque se sobreentiende. Luego cuando en c.a. no se diga nada de una magnitud, se dará por entendido que se trata del valor eficaz.

Conociendo el valor eficaz, el máximo se desprende de las siguientes fórmulas:

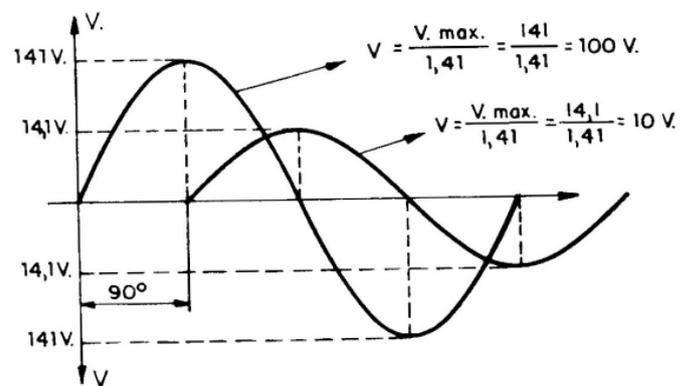
$$I_{\max} = I \times 1,41 \quad V_{\max} = V \times 1,41$$

El valor medio de una c.a. es el 63,7 ° del valor máximo.

7.2.6.- COMPARACION DE DOS C.A. de igual frecuencia: FASE. Al comparar dos corrientes alternas de igual frecuencia no sólo hay que tener en cuenta su magnitud, que se expresa generalmente en valor eficaz, sino también el adelanto o retraso de fase entre ambas.

Las dos corrientes alternas representadas en la figura se diferencian:

- 1.º) El voltaje eficaz de la mayor es de 100 V y de la menor 10 V.
- 2.º) La tensión alterna de 10 V está retrasada 90° con respecto a la de 100 V.



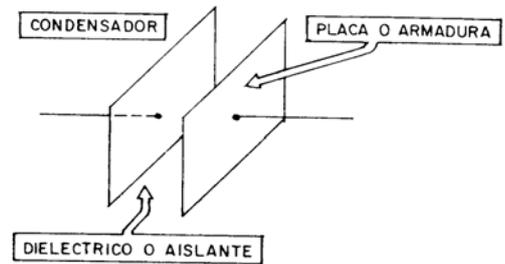
Para poder hablar de fase entre dos señales alternas, éstas deben ser de igual frecuencia.

8.- CONDENSADORES

Se llama condensador el conjunto formado por dos placas metálicas paralelas, separadas entre sí por el aire u otro aislante (dieléctrico).



Fig. 8-2



Las placas metálicas se conocen con el nombre de *armaduras*. En los esquemas electrónicos, un condensador se representa por dos rayas verticales de igual longitud.,

8.1.- CAPACIDAD DE UN CONDENSADOR

Al aplicar una tensión V entre extremos de un condensador, dicha tensión hace pasar los electrones de una armadura a la otra, como más adelante se estudiará, cargando al condensador. La relación entre la carga eléctrica que adquieren las armaduras del condensador y el voltaje aplicado se denomina capacidad.

$$C=Q/V$$

Según la fórmula anterior:

Q = viene medido en culombios.

V = voltios.

C = faradios (unidad fundamental de capacidad).

Por otro lado, la capacidad de un condensador depende también de la superficie de las armaduras, la separación entre ellas y el tipo de dieléctrico o material aislante que existe entre ellas.

$$C= k (S/e)$$

Siendo:

C = Capacidad del condensador.

K = Constante del dieléctrico que separa las armaduras. S = Superficie de las armaduras.

e = Espesor entre armaduras.

8.1.1.- UNIDADES DE CAPACIDAD. La unidad de capacidad es el faradio (F).

Si a un condensador se le aplica 1 V entre sus extremos y la carga que adquieren sus armaduras es de 1 culombio, su capacidad es de **1 faradio**. Pero esta unidad es muy grande para los condensadores normalmente usados en electrónica (sería como medir en kilómetros las dimensiones de una habitación), por lo que se usan otras unidades menores que son:

- a) «Microfaradio»: la millonésima parte del faradio (F), se escribe μF .

$$1\mu\text{F} = 1/1.000.000 = 10^{-6} \text{ F}$$

- b) «Picofaradio»: la millonésima parte del microfaradio, se escribe pF.

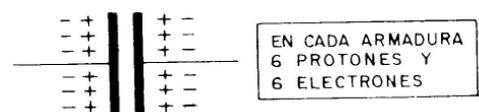
$$1\text{pF} = 1 \text{ F}/1.000.000.000.000 = 10^{-12} \text{ F}$$

- c) « Kilopicofaradio o nanofaradio»: equivale a 1.000 picofaradios, y se escribe nF.

8.2.- EL CONDENSADOR EN CORRIENTE CONTINUA

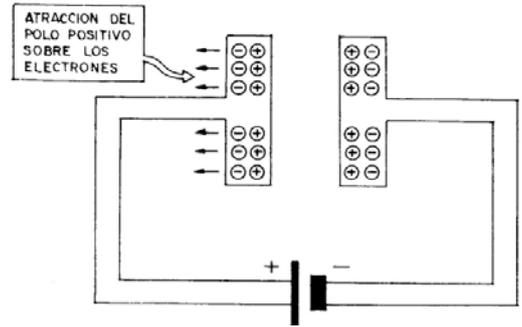
Vamos a estudiar el efecto que se produce al conectar las armaduras de un condensador a un generador de c.c. Para ello, démonos cuenta que cada una de las placas del condensador está formada por átomos y que éstos tienen igual número de protones que de electrones. Por ello, el número total de protones de cada armadura es igual al número total de sus electrones. Para mayor sencillez, vamos a suponer que cada armadura tiene 6 protones y 6 electrones.

Al conectar una pila a un condensador, los electrones de la armadura izquierda salen atraídos por el polo positivo.



En realidad, lo que ocurre es que el polo positivo atrae a los electrones de la armadura al que está conectado.

El polo positivo de la pila atrae y absorbe 3 electrones de la armadura a la que está conectado y luego, como ni se los queda ni los destruye, salen por el polo negativo de la misma y van a la otra armadura. Por lo tanto, los 3 electrones que salen de una armadura pasan a la otra.

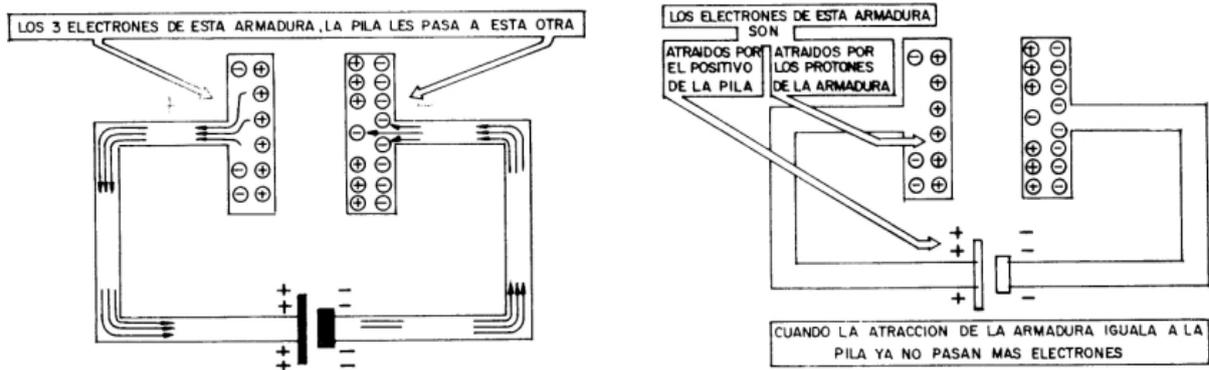


En la figura se ve que la pila ha trasladado 3 electrones de la armadura izquierda a la derecha, con lo cual ésta queda cargada negativa-mente (exceso de electrones) y aquélla positivamente (falta de electrones).

Los electrones que han pasado de una a otra armadura serán, como es lógico, atraídos con una fuerza por los protones de la armadura que han abandonado. Esta fuerza tiende a hacerles retroceder, impidiéndoselo la pila.

Ahora bien, cuando han pasado suficientes electrones como para que su tendencia a retroceder (atraídos por los protones de su primitiva armadura) iguale a la tendencia natural de la pila a hacerles circular, se alcanza el equilibrio y ya no hay corriente

Téngase en cuenta, además, que la armadura cargada negativa-mente se opone a admitir nuevos electrones, por la repulsión que origina. Se dice entonces que el condensador se ha cargado.



8.2.1- REPRESENTACION DE UN CONDENSADOR CARGADO

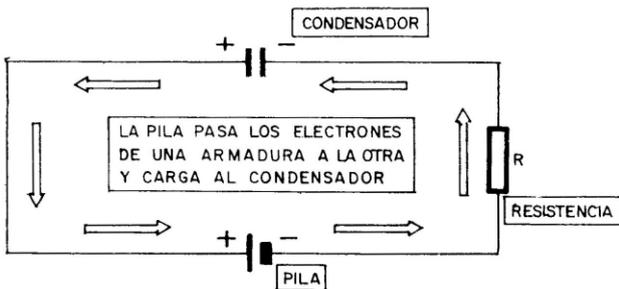
Un condensador cargado se representa con un signo + al lado de la armadura positiva (la que ha perdido electrones) y un signo - en la negativa, que ha acumulado los electrones perdidos por la otra.



8.2.2.- TENSION DE UN CONDENSADOR CARGADO

Una vez alcanzado el equilibrio entre la fuerza de las armaduras del condensador y la de la pila, se interrumpe todo paso de corriente. La tensión a la que queda un condensador al cargarse se comprende con el siguiente ejemplo:

En la figura se ha representado un condensador que se cargó a través de una resistencia. Como una vez cargado ya no hay paso de corriente, entre extremos de la resistencia será nula la diferencia de potencial, pues sabemos que $V = I R$ y en este caso $I = 0$.



El que entre los dos extremos de la resistencia no haya diferencia de potencial quiere decir que los dos tienen el mismo potencial. Luego el de la armadura negativa del condensador (extremo superior de la resistencia) es igual al del polo negativo de la pila (extremo inferior de la resistencia).

Como además la armadura positiva estaba unida por un hilo sin resistencia al polo positivo de la pila, los dos tienen también el mismo potencial, ya que su diferencia es nula: $V = I R$, en donde $I=0$ y $R=0$.

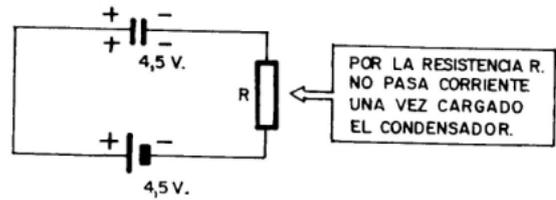
Luego si la armadura negativa tiene el mismo potencial que el polo negativo y la positiva el mis-

mo que el polo positivo, *la diferencia de potencial entre armaduras es la misma que entre polos de la pila.*

Si a un condensador se le aplican 4,5 V de tensión quedará cargado a una tensión igual, es decir, 4,5 V.

8.2.3.- TENSION DE PERFORACION

Si a un condensador le aplicamos una tensión de 500 V, por ejemplo, queda entre sus extremos, una vez cargado, esa misma tensión. Pero ésta puede ser superior a la que admita el aislante entre dichas armaduras, saltando en este caso una chispa eléctrica a su través, carbonizando el dieléctrico y haciéndolo conductor; entonces quedan las armaduras unidas entre sí por el aislante, ahora conductor, y por lo tanto fuera de servicio. Por eso se deben escoger condensadores con una tensión de perforación adecuada, según la que deban soportar al cargarse.



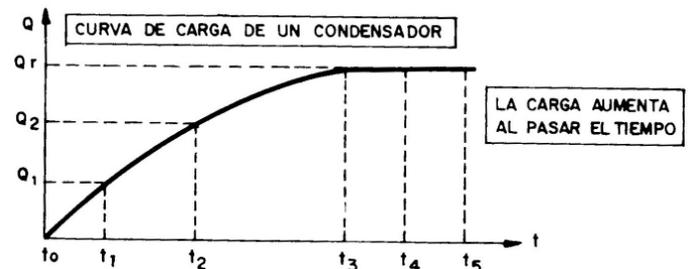
8.2.4.- RESUMEN DE LO EXPUESTO

- 1.º) Cargar un condensador es hacer pasar electrones de una a otra armadura. La pila sólo se limita a hacer circular los electrones.
- 2.º) Una vez cargado un condensador *no deja pasar más corriente*, por lo que se dice que bloquea la corriente continua. Precisamente es ésta una de sus utilidades.
- 3.º) Un condensador cargado tiene entre sus armaduras la misma tensión que se le aplicó para cargarlo.

8.2.5.- CURVA DE CARGA DE UN CONDENSADOR

Se llama curva de carga de un condensador la que nos representa la carga que almacena, o sea, la cantidad de electrones que pasan de una a otra armadura y que se acumulan en él a través del tiempo. En otras palabras, nos indica la «velocidad de carga» del condensador considerado.

Si se considera el comienzo de la carga en el instante t_0 , al cabo de un cierto tiempo, en el punto t_i , la cantidad de electrones acumulados en una armadura es Q_i . Después de pasado un tiempo t_2 , la carga es Q_2 .



La curva de la carga se hace horizontal desde el instante t_3 , lo que indica que desde el momento t_3 , por más que pase el tiempo, el condensador no adquirirá más carga (no pasan más electrones de una a otra armadura).

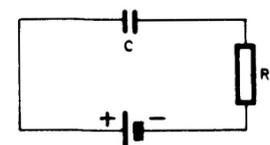
La carga final es Q_t , bloqueándose el paso de electrones por el circuito en serie con el condensador.

8.2.5.1.- Tiempo de carga. Es el tiempo teórico que tarda un condensador en cargarse a través de una resistencia.

$T = \text{Segundos.}$

Tiempo de carga $T = R C$ $R = \text{Ohmios. } C = \text{Faradios.}$

Esta fórmula sirve también para calcular el tiempo que un condensador careado tarda en descargarse por una resistencia.



Sin embargo, esta fórmula es teórica y el tiempo obtenido en realidad sólo indica un 63,2 % de la carga a la tensión total. Para obtener una carga del condensador aproximada del 100 % se necesita como cinco veces más tiempo del teórico que da la fórmula

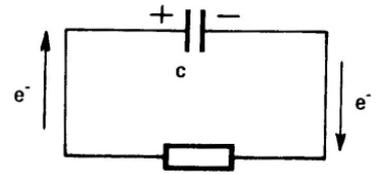
8.2.6.- CURVA DE DESCARGA DE UN CONDENSADOR

Del mismo modo que la curva de carga, la curva de descarga del condensador indicará la carga Q , que el condensador va perdiendo a lo largo de un tiempo t .

En la figura está representado un Condensador totalmente cargado con una carga Q_t que se descarga a través de una resistencia R .

En la gráfica se puede observar como el condensador va perdiendo su carga a medida que transcurre el tiempo t .

En la descarga, para cada tiempo, el Condensador tiene una determinada carga Q . De esta manera cuando haya transcurrido un tiempo $T=RC$ el Condensador habrá PERDIDO el 63% (aproximadamente) de su carga ó dicho de otra forma, si colocásemos un voltímetro en sus extremos, éste, indicaría una disminución del 63 % de la tensión del Condensador en dicho tiempo.

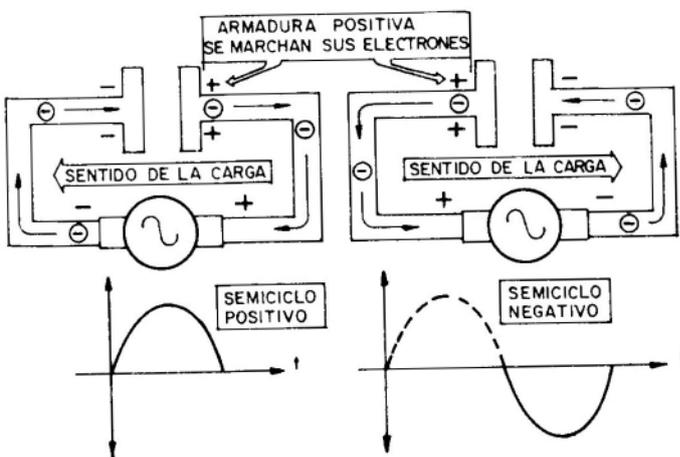


Consideraremos descargado totalmente el condensador en un tiempo cinco veces superior al anterior, es decir: **TIEMPO DE DESCARGA TOTAL** = $5 \cdot RC$, que es idéntico al tiempo de carga total de Condensador.

8.3.- EL CONDENSADOR ANTE LA C.A.

Abordamos el comportamiento de los condensadores cuando se les conecta a un generador de c.a.

Como un generador de c.a. cambia continuamente de polaridad, un condensador conectado a c.a. se cargará y descargará continuamente, con el ritmo de la frecuencia de la corriente.



El resultado final es que durante el ciclo circulan las corrientes de carga en los dos sentidos, mientras esté aplicada la c.a. sin interrupción.

Por esta razón, por el circuito exterior del condensador pasa una intensidad, por lo que se dice que no bloquea la c.a., sino que permite su paso.

Se debe puntualizar que, en realidad, la corriente nunca atraviesa el dieléctrico del

condensador: circula externamente entre sus armaduras.

8.3.1.- REACTANCIA CAPACITIVA X_C

Acabamos de ver que *un condensador permite el paso de una corriente alterna*. Sin embargo, de manera semejante a una resistencia, *ofrece cierta oposición a su paso*. Esta oposición *depende de la capacidad y de la frecuencia de la c.a., recibiendo el nombre de reactancia capacitiva y se mide en ohmios*, como las resistencias.

La fórmula que nos da el valor de la reactancia capacitiva (oposición de un condensador al paso de la c.a.) es la siguiente: $X_C = 1 / (2\pi fC)$

X_C : Reactancia capacitiva, expresada en ohmios.

π Es el número de valor 3,14

f : Frecuencia de la c.a. en Hz.

C : Capacidad del condensador, en faradios.

EJEMPLO: Hallar la reactancia de un condensador, cuya capacidad es 1 F, sometido a una tensión de $f= 50$ Hz. **Solución: $0,002 \Omega$**

9.- MAGNETISMO

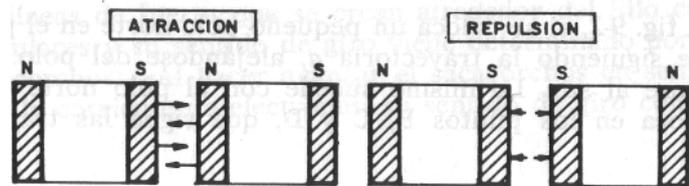
9.1.- LOS IMANES

Los imanes son piezas metálicas que tienen la propiedad de atraer a otras piezas metálicas. Pueden ser naturales, o sea, que se encuentran en la naturaleza con esa propiedad, o artificiales cuando se la hacemos adquirir.

La mayoría de los imanes que usamos son artificiales, los imanamos por fricción con otros imanes ó sometiéndolos a grandes campos magnéticos; en este último caso se emplea una aleación de aluminio-níquel y cobalto.

Si se desparraman virutas de hierro sobre un imán, quedan retenidas por éste, sobre todo en sus extremos, llamados polos, de lo que se deduce que en éstos es donde se concentra su fuerza de atracción. Todo imán tiene dos polos en sus extremos, que se denominan norte uno de ellos y sur el otro. El polo norte se representa con una N y el sur con una S.

Al colocar dos imanes frente a frente, aparecen unas fuerzas de atracción y repulsión, según los polos que se encaren.



Polos de distinto nombre se atraen y polos del mismo nombre se repelen.

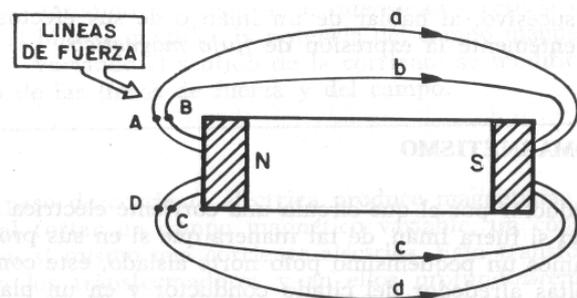
Esta Ley del Magnetismo es similar a la que se estudió en las cargas eléctricas.

9.1.1.- REPRESENTACION DE UN IMAN

Alrededor del imán existe un campo magnético. Para representar la actuación del campo se dibujan alrededor del imán unas líneas curvas, llamadas «líneas de fuerza», que van del polo norte al sur por el exterior del mismo.

Se pueden considerar las líneas de fuerza como las trayectorias descritas por un pequeñísimo polo norte colocado cerca del polo norte, que se aleja, porque lo repele, y se acerca al polo sur, que lo atrae.

En la figura, si se coloca un pequeño polo norte en el punto A, se mueve siguiendo la trayectoria a, alejándose del polo norte, acercándose al sur. Lo mismo sucede con el polo norte pequeño si se coloca en los puntos B, C y D, que sigue las trayectorias b, c y d.



9.1.2.- FLUJO MAGNETICO

Un imán se representa con sus líneas de fuerza rodeándolo. Si el imán es muy potente se dibujan muchas de esas líneas, mientras que si es débil se dibujan pocas. Naturalmente, las líneas de fuerza deben considerarse representadas en todo el espacio que rodea al imán y no sólo en el plano del dibujo.

Se llama flujo magnético al número de líneas de fuerza que atraviesan una unidad de superficie perpendicular a ellas.

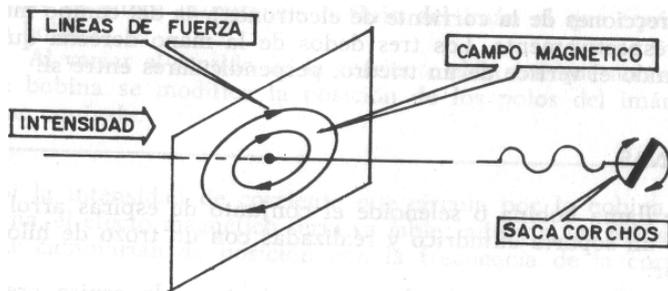
El concepto de flujo magnético da una idea de la potencia del imán, puesto que un imán potente tiene muchas líneas de fuerza y por lo tanto su flujo será también grande. En lo sucesivo, al hablar de un imán o de sus efectos usaremos frecuentemente la expresión de flujo magnético.

9.1.3.-ELECTROMAGNETISMO

Un conductor por el que circula una corriente eléctrica se comporta como si fuera imán, de tal manera que si en sus proximidades colocamos un pequeñísimo polo norte aislado, éste comenzará a dar vueltas alrededor del citado conductor y en un plano perpendicular a él.

Las líneas de fuerza que se crean alrededor del hilo conductor son circulares y su sentido de giro viene determinado por la regla del sacacorchos: «Al hacer avanzar el sacacorchos en sentido contrario a

la corriente de electrones, su sentido de giro coincide con el de las líneas de fuerza». La potencia de este imán, su flujo, depende directamente de la intensidad de la corriente que lo ha producido: si la corriente es débil, el flujo creado es pequeño. Si la corriente es fuerte, el flujo es grande.



magnético variable, un conductor produce en sí mismo una corriente eléctrica. Esta transformación se usa en los transformadores y en ellos profundizaremos en este punto.

9.2.- MAGNETISMO

Un efecto muy utilizado en el electromagnetismo es la aparición de una fuerza sobre un conductor por el que circula una corriente eléctrica al ser atravesado por un campo magnético. Si la corriente y el campo son perpendiculares a ambos y se determina por la «regla de la mano derecha», en la que el dedo pulgar indica la dirección de dicha fuerza, cuando el índice y el medio marcan las direcciones de la corriente de electrones y la del campo magnético respectivamente. Los tres dedos de la mano derecha quedan formando el vértice de un triedro, perpendiculares entre sí.

9.3.- BOBINAS

Se llama *bobina o solenoide* el conjunto de espiras arrolladas sobre un soporte cilíndrico y realizadas con un trozo de hilo conductor.

Si por la bobina circula una corriente, cada espira crea un efecto magnético en forma de líneas de fuerza circulares (a, b, c, d, ...) que dan lugar a unas resultantes de todas ellas.

La bobina se comporta como si fuera un imán, con un polo norte por donde salen las líneas de fuerza y un polo sur.

Al variar el valor de la intensidad que circula por las espiras se altera la potencia o flujo del imán al que equivale la bobina.

Al variar el sentido de la corriente eléctrica, que atraviesa la bobina se modifica la posición de los polos del imán al que equivale.

Si la intensidad de corriente que circula por la bobina fuera alterna, el efecto magnético sería variable; además, los polos norte y sur cambiarían de posición con la frecuencia de la corriente.

9.4.- EL TRANSFORMADOR

Se ha comprobado experimentalmente que:

- Variando el valor de la intensidad eléctrica que pasa por el hilo se modifica la potencia del campo magnético.
- Variando el sentido de la corriente se modifica el sentido de las líneas de fuerza y del campo.

El paso de corriente eléctrica produce magnetismo, pero también, al cortar un campo

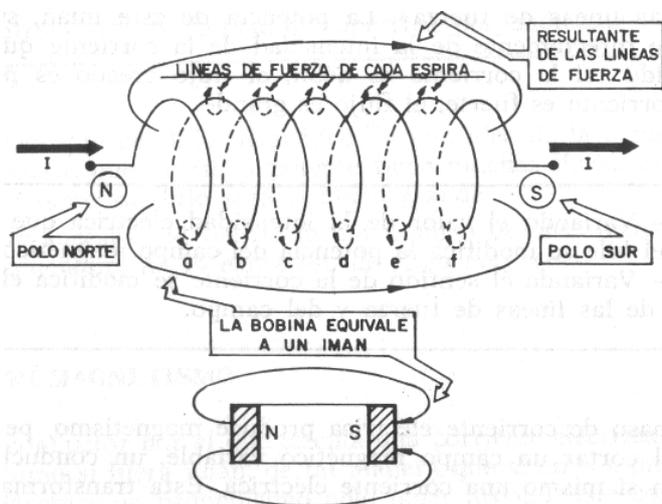
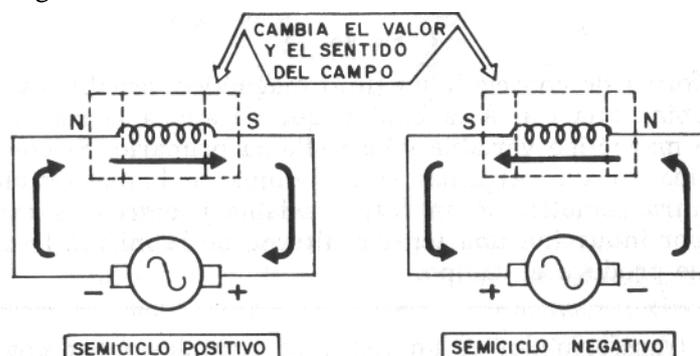


Fig. 9-4



«Siempre que un conductor se encuentra sometido a flujo de valor variable, se produce en él una diferencia de potencial inducida, de manera que si forma un circuito cerrado habría una circulación de corriente por él.»

Hay que insistir en que el flujo ha de ser variable si queremos que aparezca en el conductor la tensión inducida.

Para conseguir este efecto en un conductor con un imán, sólo nos queda acercar o alejar continuamente el imán o el conductor.

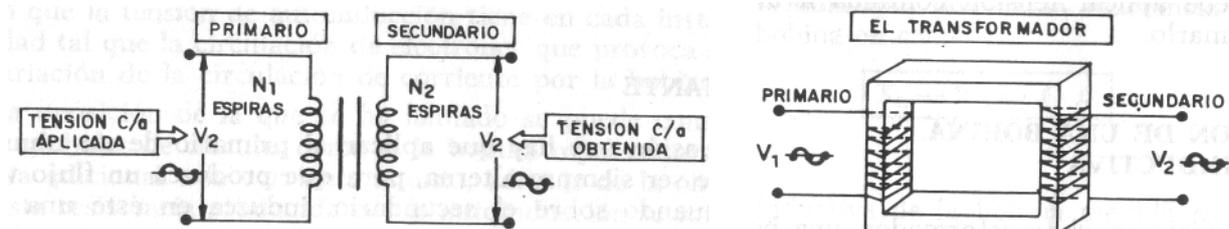
Siendo V_1 la tensión alterna (valor eficaz) aplicada al primario, N_1 el número de espiras del primario, N_2 el de espiras del secundario.

Otra forma de conseguir un flujo magnético variable es aplicar a una bobina una c.a. A la bobina que se aplica la c.a., produce el campo magnético variable y se la llama primario. Si colocamos otra bobina en sus cercanías (esta bobina se llama secundario), se encuentra sometida a un flujo variable y entre sus extremos aparece por inducción una tensión alterna de la misma frecuencia que la que produce el campo.

Un transformador es un conjunto compuesto por una bobina en la que se aplica c.a. (primario) y otra, llamada secundario, en la que se induce otra tensión de c.a.

En un transformador se puede demostrar que la tensión V_2 que aparece en el secundario tiene el siguiente valor: $V_2 = V_1 N_2/N_1$

A la relación $M = V_1/V_2 = N_1/N_2$ se la llama "relación de transformación" de un transformador.



Como se ve, si N_2 es mayor que N_1 el cociente de los dos es mayor que la unidad y por tanto V_2 es mayor que V_1 . Si N_2 es doble que N_1 , la V_2 obtenida en el secundario es el doble que la V_1 aplicada al primario. A este tipo de transformador, cuyo secundario tiene mayor número de espiras que el primario, se le llama «elevador de tensión».

EJEMPLO

Al primario de un transformador se le aplican 50 V. El número de espiras del primario es $N_1 = 25$ y el del secundario $N_2 = 100$. Calcular la tensión que aparecerá en el secundario.

$$V_2 = V_1 N_2/N_1 \quad V_2 = 50 \cdot 100/25 = 200 \text{ V}$$

Se comprueba que si en un transformador la cantidad de espiras del secundario es mayor que la del primario, la tensión que aparece en aquél, es mayor que la aplicada en éste. A la inversa, si N_2 es menor que N_1 , la tensión que aparece en el secundario es menor que la aplicada al primario.

IMPORTANTE

La tensión que hay que aplicar al primario de un transformador debe ser siempre alterna, para que produzca un flujo variable que, actuando sobre el secundario, induzca en éste una tensión también alterna. Nunca se debe aplicar tensión continua a un transformador, so pena de quemarlo.

9.5.- AUTOINDUCCION DE UNA BOBINA. REACTANCIA INDUCTIVA

Como se ha visto en el transformador, una bobina por la que circula una c.a. crea un flujo variable que puede producir efectos de inducción sobre otro conductor situado en sus cercanías. También ese efecto de inducción se produce sobre ella misma, puesto que también es un conductor sometido a un flujo magnético variable.

«La inducción que se produce sobre una bobina debida al campo magnético variable producido por ella misma al ser atravesada por una c.a. se conoce con el nombre de autoinducción.»

Vamos a estudiar cuál es el efecto de la autoinducción mencionada.

Existe en la naturaleza una Ley general, conocida con el nombre de Ley de Lenz, que dice que todo efecto se opone a la causa que lo produce.

En nuestro caso, el efecto es la aparición de una tensión de autoinducción, y la causa es la circulación de corriente alterna por la bobina. Entonces, según la Ley de Lenz, la tensión de autoinducción (efecto) es tal que se opone siempre a la citada circulación de corriente (causa). Esta oposición debe entenderse en el sentido que la tensión de autoinducción tiene en cada instante una polaridad tal que la circulación de electrones que provoca se opone a la variación de la circulación de corriente por la bobina.

Esta oposición de la que se ha hablado se puede considerar a efectos globales de cálculo, como si la bobina representara una resistencia adicional a la corriente alterna, además de la óhmica del hilo. Esta resistencia producida por la autoinducción se conoce con el nombre de *reactancia inductiva*, escribiéndose XL.

Existe una fórmula que nos da la reactancia XL, medida en ohmios, de una bobina en c.a.:

$$X_L = 2 \pi f L$$

En donde:

X_L : Reactancia inductiva de la bobina medida en ohmios.

π : Número pi, de valor 3,14.

L: Coeficiente de autoinducción, que se expresa en henrios (H) y cuyo valor depende de las características particulares de la bobina (longitud, espiras, material en el que está arrollada, etc.).

EJEMPLO

Determinar la reactancia inductiva de una bobina por la que circula una corriente de frecuencia 50 Hz, si el coeficiente de autoinducción vale 3 H:

$$X_L = 2 \pi f L = 2 \times 3,14 \times 50 \times 3 = 942 \Omega$$

Una bobina presenta en c.a. una gran resistencia, llamada reactancia inductiva, XL, debida a la inducción magnética variable que ella misma provoca.

Una bobina en c.c. sólo presenta una resistencia igual a la pura del hilo que la forma. No hay efectos de inducción, porque el campo magnético que crea una c.c. es fijo.

9.5.1.- CIRCUITOS MIXTOS ANTE LA C.A.: Resistencia, capacidad y autoinducción

Se considera el caso de tener una resistencia, un condensador y una bobina en serie en un circuito por el que circula una c.a. La oposición de este conjunto al paso de la c.a. se llama impedancia, simbolizándose por Z.

La impedancia del circuito dependerá naturalmente del valor de las resistencias y de las reactancias del condensador y la bobina.

La fórmula que determina la

$$\text{impedancia de este conjunto es: } Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Z = Impedancia, que representa la oposición total del circuito al paso de la c.a., medida en ohmios.

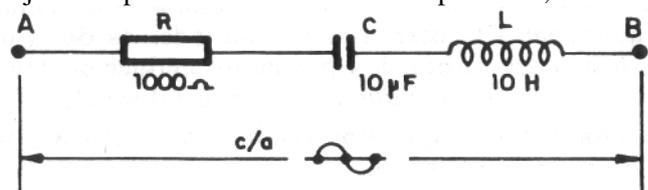
R = Valor de la resistencia, en ohmios.

X_L = Reactancia inductiva de la bobina, en ohmios.

X_C = Reactancia capacitiva del condensador, en ohmios.

EJEMPLO

Hallar la impedancia entre los puntos A y B de la figura anterior. La frecuencia de la c.a. es de 20 Hz.



$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot 20 \cdot 10 = 1.356 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 20 \cdot 0,00010} = 796 \Omega$$

$$Z = \sqrt{1.000^2 + (1.356 - 796)^2} = \sqrt{1.000^2 + 560^2} = 1.146 \Omega$$

CASOS PARTICULARES

Del caso general recién expuesto podemos deducir otros casos particulares cuando el circuito es más sencillo.

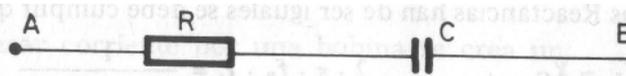
1.º) CIRCUITO CON RESISTENCIA Y AUTOINDUCCION



Se aplica la fórmula general sin poner la X_C , puesto que en este caso no existe capacidad.

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

2.º) CIRCUITO CON RESISTENCIA Y CAPACIDAD

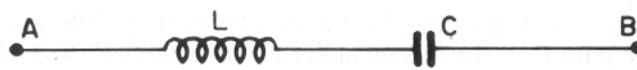


Se aplica la fórmula general sin poner la X_L , puesto que en este caso no existe bobina.

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

3.º) CIRCUITO CON BOBINA Y CAPACIDAD

Se aplica la fórmula general sin poner la R .



$$Z = \sqrt{(X_L - X_C)^2} = X_L - X_C$$

RESONANCIA DE UN CIRCUITO

Si en la fórmula de la figura anterior se hace que la Reactancia Inductiva X_L de la bobina sea igual a la Reactancia Capacitiva X_C de condensador, los efectos contrarios de ambos, harán que la Impedancia Z resultante sea NULA, y por tanto la corriente que circule por el circuito INFINITA (según la Ley de Ohm). A este fenómeno se le denomina **RESONANCIA** de un circuito, y a la frecuencia a que ésto sucede **FRECUENCIA DE RESONANCIA** f_0 .

$$Z = \sqrt{(X_L - X_C)^2} = 0 \text{ ohm.}$$

dado que: $X_L = X_C$

Este efecto será de especial importancia en una serie de aplicaciones tales como la **sintonización de Emisoras de Radio y Televisión**.

Calculemos ahora a qué valor de frecuencia se producirá la resonancia de un circuito BOBINA-CAPACIDAD como el de la figura:

Si las dos Reactancias han de ser iguales se debe cumplir que

$$X_L = X_C \Rightarrow 2\pi f_0 L = \frac{1}{2\pi f_0 C} \Rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

Donde f_0 es la frecuencia de resonancia del circuito.

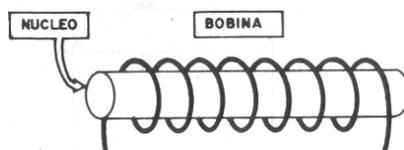
$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

En la práctica la Impedancia no será completamente nula, dado que la bobina tiene una resistencia por construcción y, además, podría haber una resistencia en el circuito a la que no afecta el fenómeno de resonancia; de modo que se puede decir que en resonancia, la Impedancia total del circuito será igual al valor de resistencia óhmica del mismo R.

10.- BOBINAS, ELECTROIMANES, MOTORES Y ALTERNADORES

10.1.-INDUCTANCIA DE UNA BOBINA

Cuando pasa intensidad variable por una bobina se crea un campo magnético y cada espira es cortada por las líneas de fuerza procedentes de las demás espiras. Un campo magnético variable induce una corriente eléctrica en el conductor que corta.



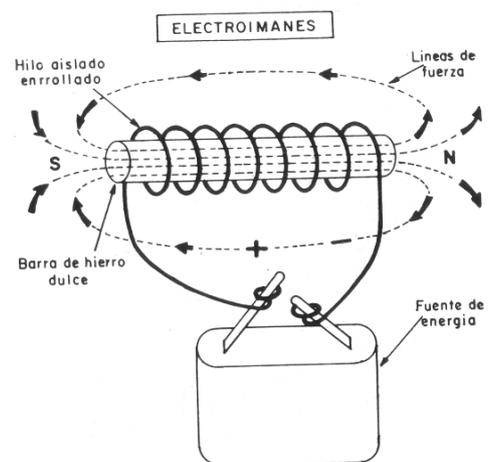
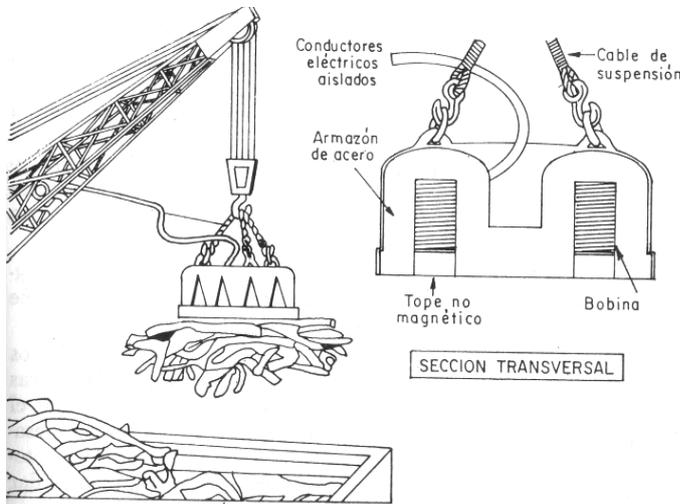
Al pasar una c.a. por una bobina, cada una de sus espiras es atravesada por un campo magnético variable procedente de las demás, creándose una corriente, consecuencia del campo de la misma bobina. Esta propiedad de inducir corrientes eléctricas a las bobinas, bien a sí mismas o bien a otras, se caracteriza por el coeficiente de autoinducción o inducción mutua.

El coeficiente inductivo de una bobina dependerá además del número de espiras y sus dimensiones, así como de la mejor o peor penetración del flujo magnético a través de las espiras. Para re-forzar dicho flujo interno se coloca dentro de las espiras un material buen conductor del magnetismo, denominado núcleo.

Los materiales más usados por su buena permeabilidad magnética son los siguientes: latón, hierro, hierro pulverizado, cobre, ferritas y ferroxcube.

10.2.- ELECTROIMANES

Una aplicación interesante del magnetismo es la producción de fuerzas y movimientos en muchos aparatos eléctricos. Un electroimán consiste en un núcleo, sobre el



que se enrollan varias espiras de un hilo conductor. El núcleo puede consistir en una barra de hierro dulce, que tiene la característica de magnetizarse fácilmente y desmagnetizarse rápidamente.

Cuando la corriente se desconecta, el magnetismo cesa.

Al circular intensidad por el cable arrollado, el campo magnético total procedente de todas sus espiras crea el mismo efecto que un imán con sus polos norte y sur en los extremos.

El electroimán sigue comportándose como un imán mientras circule corriente por sus espiras, dejando de serlo en cuanto se corta la circulación de electrones.

La potencia de un electroimán puede modificarse alterando el número de espiras del devanado o la

intensidad que lo atraviesa. Los polos del imán creado se pueden cambiar invirtiendo las conexiones de los terminales de la bobina, o sea, cambiando los polos de la pila.

Las aplicaciones de los electroimanes son muy variadas: se usan en los teléfonos, en los timbres y sobre todo en el transporte de piezas de hierro y aceros por medio de electroimanes suspendidos de grúas.

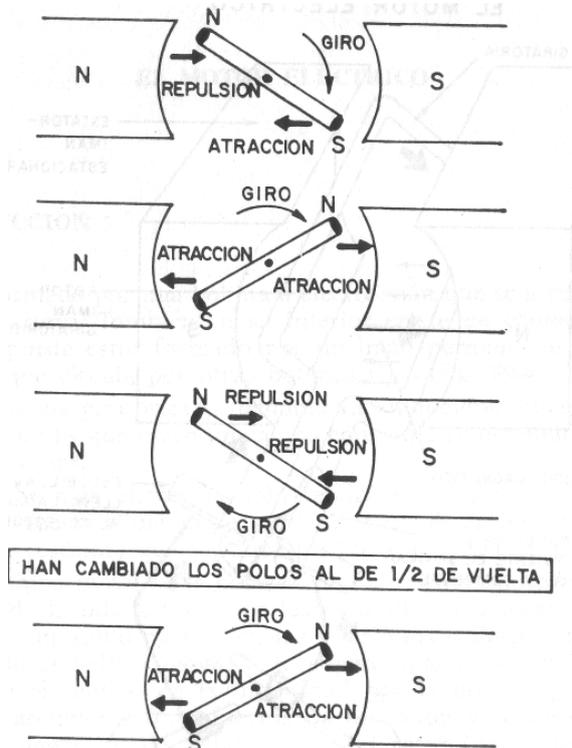
10.3.- EL MOTOR ELECTRICO.

Está formado por una bobina o electroimán que se arrolla sobre un eje giratorio. También en su interior existe un campo magnético, que puede estar formado por un imán permanente o por la corriente que circula por otras bobinas fijas.

Las bobinas giratorias se denominan «inducido», mientras que las estacionarias que crean un campo constante se denominan devanado «inductor».

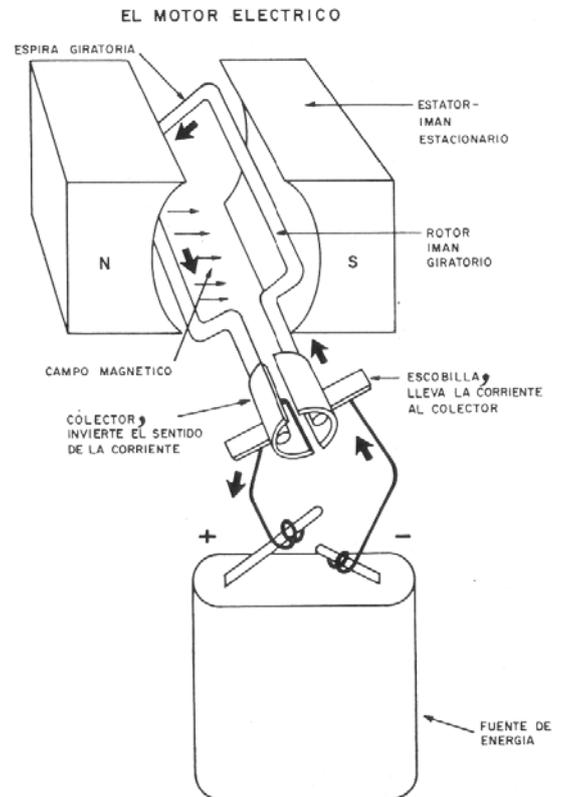
El motor más elemental sólo tendrá una bobina giratoria o rotor, a la que se alimenta de corriente a través de unas escobillas y un imán (estator) que produce un flujo que corta a la bobina.

A la bobina móvil se le conecta una corriente que proviene de los polos de la pila a través de las escobillas que tocan al colector, que es un anillo partido en los segmentos o delgas, que giran a la par de la bobina móvil. Esto supone que cada media vuelta se invierte el sentido de la intensidad por la bobina, produciéndose constantemente unas fuerzas de atracción y repulsión



la cual gira, se le aplica al eje el movimiento giratorio para obtener entre los extremos del rotor una corriente alterna, que es la que utilizamos.

Sabemos por la lección de teoría, que cuando a un conductor le corta un campo magnético varia-



entre el campo magnético del estator y el del rotor (polos del mismo signo se repelen y de distinto se atraen)

Al aprovechar adecuadamente las fuerzas de los campos magnéticos se produce constantemente un par de giro, que mantiene el movimiento rotatorio de la bobina central.

En la práctica, y para aumentar los efectos y fuerzas de los campos, el inducido está constituido por gran cantidad de espiras devanadas en el eje de transmisión del motor, mientras que el campo inductor lo crea otra serie de espiras inmóviles atravesadas por una corriente. También es muy frecuente el uso de motores alimentados con c.a., pero en estas líneas sólo se pretende dar una idea muy básica de los motores.

10.4.- GENERADORES DE C.A.

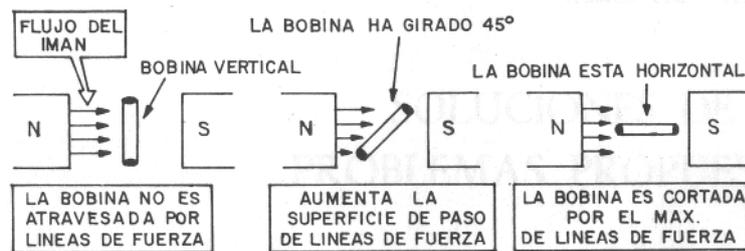
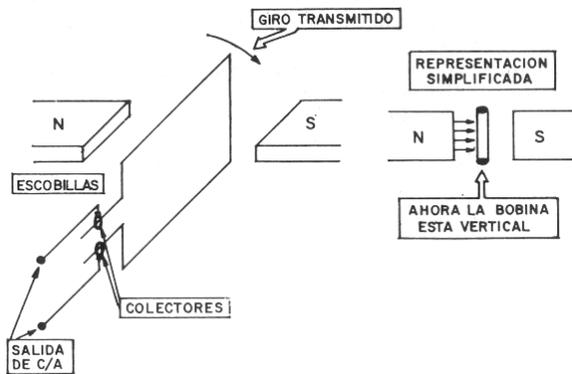
Los alternadores son los generadores usados en c.a., como las pilas o baterías lo son en c.c. Su estructura interna es similar al motor eléctrico, sólo que en lugar de aplicar al inducido una corriente mediante

ble, se produce en él una tensión llamada fuerza electromotriz (f.e.m.) que varía con las variaciones del campo. Este es el principio del transformador, aunque en él no hay piezas móviles.

En el alternador elemental representado en la figura, el flujo magnético del imán es constante, pero corta a la bobina de una manera variable al girar y oponer una superficie variable al paso de las líneas de fuerza.

Se comprueba por las figuras anteriores que al girar la bobina desde su posición vertical hasta la horizontal, o sea, un ángulo de 90° , el flujo aumenta desde el mínimo (nulo) en la primera posición hasta un máximo en la posición final. Los siguientes 90° sucede lo mismo, pero variando el flujo al revés, o sea, del máximo al mínimo. De lo expuesto se deduce que en una vuelta completa de la bobina suceden cuatro variaciones alternas, una por cada 90° , del flujo que corta a la bobina, pasando del máximo al mínimo o viceversa. Como la f.e.m. varía proporcionalmente con el flujo, su valor tiene la forma senoidal propia de la c.a.

Como en el caso del motor, y para aumentar el rendimiento del alternador, el rotor consta de varias espiras y el estator suele consistir en devanados inmóviles que crean y sustituyen al campo magnético del imán.



EJERCICIOS y CUESTIONES

EJERCICIOS apartado 1. Señalar con una cruz cuál de las tres respuestas es la correcta.

1 PREGUNTA. — Un átomo de 5 protones en el núcleo tiene en sus órbitas:

- 5 electrones.
- 5 protones.
- 2,5 electrones.

2 PREGUNTA. — En la última órbita de un átomo con 11 protones hay:

- 11 electrones.
- 18 electrones.
- 1 electrón.

3 PREGUNTA. — Cuántas órbitas tiene un átomo de 32 electrones:

- 2 órbitas.
- 3 órbitas.
- 4 órbitas.

4. PREGUNTA. — El número máximo de electrones que puede haber en la 3ª órbita es:

- 3 electrones.
- 8 electrones.
- 18 electrones.

5 PREGUNTA. — Al colocar un electrón frente a otro, aparece una fuerza de:

- Repulsión.

Atracción.

Nula.

6 PREGUNTA. — Un átomo al que se le han escapado dos electrones es:

- 1) *Neutro.*
- 2) *Positivo.*
- 3) *Negativo.*

7ª PREGUNTA. — Un culombio equivale aproximadamente a:

- 1) *1 electrón.*
- 2) *6 trillones de electrones.*
- 3) *6,23 electrones.*

EJERCICIOS apartado 2: Poner una cruz a la respuesta correcta.

1.ª PREGUNTA. — La electricidad es:

- 1) *Una destrucción de electrones.*
- 2) *Una marcha de electrones de sus átomos.*
- 3) *Un intercambio de electrones entre átomos.*

2.ª PREGUNTA. — Un cuerpo aislante presenta:

- 1) *Gran resistencia al paso de los electrones.*
- 2) *Una desviación en el camino de los electrones.*
- 3) *Poca resistencia al paso de los electrones.*

3.ª PREGUNTA. — La intensidad eléctrica es:

- 1) *El paso de electrones por un conductor.*
- 2) *La cantidad de electrones que pasan.*
- 3) *Los electrones que circulan cada segundo.*

4.ª PREGUNTA. — El amperio es:

- 1) *Los electrones que pasan por un cable.*
- 2) *Un culombio que pasa cada segundo.*
- 3) *Un electrón que pasa cada segundo.*

5 PREGUNTA. — ¿Cuántos mA hay en 2,5 A?

- 1) *25 mA.*
- 2) *250 mA.*
- 3) *2.500 mA.*

6.ª PREGUNTA. — ¿Cuántos A hay en 25 mA?

- 1) *25.000 A.*
- 2) *0,025 A.*
- 3) *0,00025 A.*

PROBLEMA. — Por un cable pasan 24 trillones de electrones en 2 segundos. Calcular la intensidad en A que pasa, si se supone que 1 culombio tiene 6 trillones de electrones.

EJERCICIOS apartado 3. Poner una cruz en la respuesta correcta.

1. — Cuanto mayor es la sección de un cable su resistencia es:

- a) *Mayor.*
- b) *Menor.*
- c) *Igual.*

2. — La resistividad es una característica que depende:

- a) *De la longitud.*
- b) *De la sección.*
- c) *Del tipo de material.*

3. — Una resistencia de 1 K 5 vale:

- a) *1,5 Ω .*
- b) *1,005 Ω .*
- c) *1.500 Ω .*

4. — Dos resistencias en serie de 1 M 2 cada una equivalen a:

- a) 2,4 Ω.
 - b) 2.200.000 Ω.
 - c) 2.400.000 Ω.
- 5., — Dos resistencias de 4^o cada una en paralelo equivalen a:
- a) 8 Ω.
 - b) 2 Ω.
 - c) 4 Ω.

PROBLEMA

Un cable de 1 milímetro de diámetro y de cobre, que tiene una resistividad de 0,0175, tiene una resistencia de 10 Ω. Calcular su longitud.

EJERCICIOS apartado 4

1° PROBLEMA

Una plancha de 200 ti funciona con 125 V. ¿Qué intensidad pasa por ella?

2.° PROBLEMA

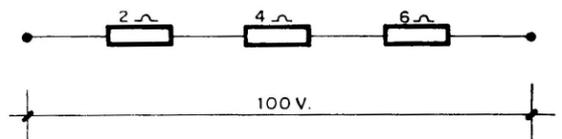
Un televisor consume 2 A cuando se le conecta a 125 V. ¿Qué resistencia presenta?

3.º PROBLEMA

Un transistor portátil funciona con una intensidad de 10 miliamperios y tiene una resistencia de 600 Ω. ¿Cuál es el voltaje de las pilas que lo alimentan?

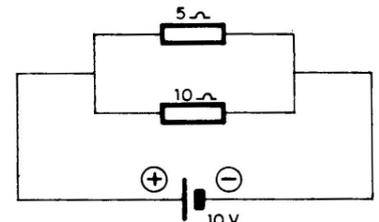
4.º PROBLEMA

Calcular la intensidad y la tensión de cada una de las 3 resistencias del circuito al aplicarles 100 V de tensión.



5.º PROBLEMA

Calcular la intensidad que pasa por cada una de las dos resistencias colocadas en paralelo según el circuito al aplicarles 10 V.



EJERCICIOS apartado 7

1 EJERCICIO

Dibujar una tensión alterna cuya tensión varía con el tiempo, de acuerdo con la siguiente tabla:

2.º EJERCICIO

Calcular el voltaje máximo de una c.a. de 220 V. 3º EJERCICIO

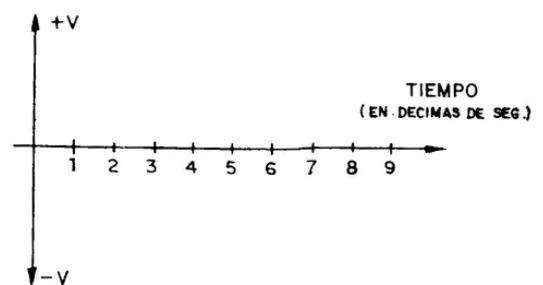
La I máxima que pasa por un circuito alimentado con c.a. es de 28,2 A. ¿Cuál es la I eficaz?

4.º EJERCICIO

¿Cuál es el período de una c.a. de 125 V y 60 Hz? 5.º EJERCICIO

Representar dos tensiones alternas cuyos voltajes son respectivamente 220 y 125 V, teniendo en cuenta que la primera va adelantada 180° respecto a la segunda.

| V | t |
|----|-----------|
| 0 | 1/10 SEG. |
| +3 | 2/10 SEG. |
| +8 | 3/10 SEG. |
| +3 | 4/10 SEG. |
| 0 | 5/10 SEG. |
| -3 | 6/10 SEG. |
| -8 | 7/10 SEG. |
| -3 | 8/10 SEG. |
| 0 | 9/10 SEG. |



EJERCICIOS apartado 9

Marcar con una cruz la respuesta correcta.

- 1.º) Al colocar frente a frente dos imanes por sus polos norte aparece:
- a) Una fuerza de repulsión.
 - b) Una fuerza de atracción.

- c) Un campo magnético variable.
- 2.º) Flujo magnético es:
- a) El campo de un imán.
 - b) Las líneas de fuerza por unidad de superficie.
 - c) La fuerza de atracción o repulsión.
- 3.º) Al pasar corriente por una bobina se crea un:
- a) Transformador.
 - b) Solenoide.
 - c) Imán.
- 4.º) Al aplicar una c.c. al primario de un transformador, en el secundario:
- a) Aparece una tensión de c.c.
 - b) Aparece una tensión de c.a.
 - c) No aparece nada de tensión.
- 5.º) La autoinducción de una bobina es:
- a) La reactancia inductiva.
 - b) Un coeficiente que determina el efecto sobre ella del campo magnético que crea ella misma.
 - c) La tensión que se origina en una bobina.

B) Resolver los siguientes problemas:

- 1.º) Un transformador al que se le aplican en su primario 125 V y tiene en él 50 espiras, tiene en el secundario 220 V. ¿Cuántas espiras tiene el secundario?
- 2.º) Una bobina de hilo de cobre, de 1 mm de diámetro, tiene una longitud de 100 m (resistividad del cobre $\rho = 0,0175$) y tiene 50 milihenrios de coeficiente de autoinducción.
- Calcular la intensidad que lo atraviesa al aplicarle 10 V de c.c.
 - Calcular la intensidad que lo atraviesa al aplicarle 10 V de c.a. y 50 Hz.
- 3.º) Por una bobina pasan 5 A de c.a. al aplicarle una tensión de 220 V (eficaz) y 50 Hz. Calcular su coeficiente de autoinducción en henrios.
- 4.º) Una intensidad circula por un circuito formado por una resistencia de 500 Ω , un condensador de 100 μF y una bobina de 5 H, al aplicarles una tensión alterna de 100 V, 50 Hz. Calcularla.
- 5.º) ¿Qué intensidad pasa por un circuito formado por una bobina de 5 milihenrios y un condensador de 220 microfaradios, al aplicarles los 12 V de una batería de un coche?

.....