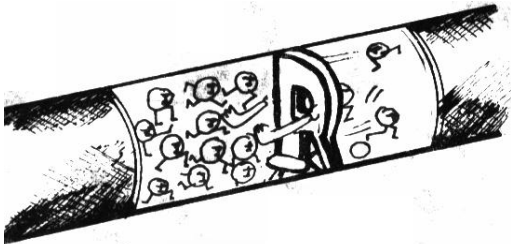


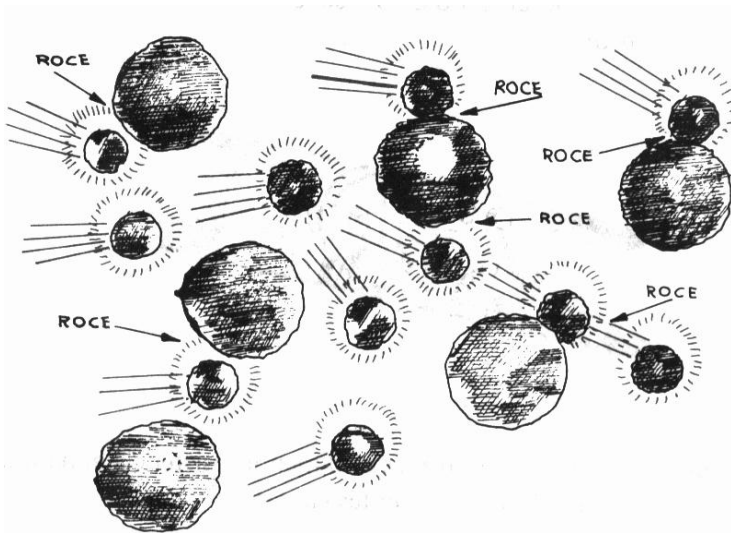
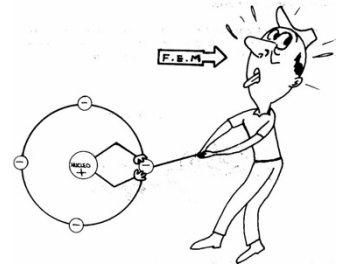
3.3. RESISTENCIA

El concepto de resistencia eléctrica es fundamental para el diseño de las instalaciones, puesto que esta característica de los conductores eléctricos determina en cierta forma la cantidad de corriente permitida que las circulará y los calibres de los conductores a utilizar en dichas instalaciones, de tal manera que se ajusten a los límites de caída de tensión determinados por esta resistencia.



La resistencia eléctrica es el obstáculo o dificultad que un material opone al paso de la corriente eléctrica. En otras palabras, la resistencia es el grado de oposición o impedimento de un material a que la corriente eléctrica que lo recorre.

Todos los conductores eléctricos ofrecen mayor o menor resistencia al paso de la corriente eléctrica. Esta resistencia es debida a las siguientes causas:



- A que cada átomo se opone en cierta medida a que le arranquen los electrones, por ser éstos atraídos por el núcleo.
- A que se producen incontables choques entre los electrones de las corrientes y los átomos que componen el conductor. Estos choques se traducen en resistencia y hacen que se caliente el conductor.

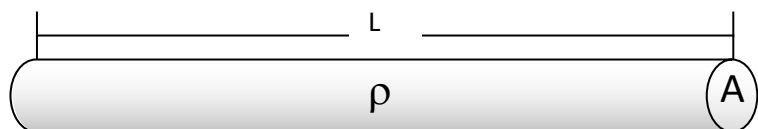
El valor de la resistencia eléctrica depende de los siguientes factores:

- Del material del que está hecho el conductor
- De la longitud
- De la sección transversal (área de un corte transversal)
- De la temperatura del ambiente.

a). Cada material tiene resistencia diferente

Todos los materiales poseen en cierta medida resistencia eléctrica por lo cual a cada uno se le puede asignar un valor de resistencia específica o **RESISTIVIDAD** que se representa con la letra griega ρ (que se lee ro). La resistencia depende tanto de la resistividad como la longitud (L), y la sección o área transversal del conductor (A).

$$R = \rho \frac{L}{A}$$



Donde :

R= Resistencia Eléctrica (Ohms / Ohmios / Ω)

ρ = Coeficiente de Resistividad Eléctrica ($\Omega \cdot m$)

L = Longitud (m)

A = m^2

La resistencia específica es un valor constante para cada material y ya viene especificado por tablas.

Resistividades y coeficientes de temperatura a 20°C

Material/Propiedades	Resistividad $\Omega \cdot m$	Coefficiente de temperatura de la resistencia $1/^\circ C$
Aluminio	2.8×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Constantán	49×10^{-8}	—
Cobre	1.72×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Hierro	9.5×10^{-8}	5.0×10^{-3}
Nicromo	100×10^{-8}	0.4×10^{-3}
Oro	2.4×10^{-8}	3.4×10^{-3}
Plomo	10×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Plata	1.6×10^{-8}	3.8×10^{-3}
Tungsteno	5.5×10^{-8}	4.5×10^{-3}

b). A mayor longitud aumenta la resistencia

EJEMPLO # 1: Se tiene un tramo de un conductor de cobre de 150 mts, cuya sección es de 0.5 mm^2 . Calcular su resistencia si el conductor está sometido a una temperatura de 20°C.

$$R = \frac{\rho L}{A} = (1.72 \times 10^{-8} \Omega \cdot m) * \frac{150 \text{ m}}{0.5 * 10^{-6} m^2} = 5.16 \Omega$$

EJERCICIO: Que pasa si el tramo es de 1,500 mts.

$$R = \frac{\rho L}{A} = (1.72 \times 10^{-8} \Omega \cdot m) * \frac{1500 \text{ m}}{0.5 * 10^{-6} m^2} = 51.6 \Omega$$

CONCLUSIÓN: La resistencia de un conductor es directamente proporcional a su longitud, es decir su resistencia aumenta si su longitud aumenta y disminuye si su longitud disminuye.

c). A mayor sección transversal menor resistencia

Si corta perpendicularmente un alambre en cualquier punto, obtendrá una superficie que llamamos SECCIÓN. La forma de la sección puede ser circular, rectangular o cuadrada.

A mayor sección menor resistencia y a menor sección mayor resistencia. Imagínese usted un tubo por el que pasa agua; la corriente de agua pasa con mayor facilidad si el tubo es ancho. Igual sucede con la corriente eléctrica.

Ejemplo: Se tiene el mismo tramo de un conductor de cobre de 150 mts, cuya sección ahora es de 1 mm². Calcular su resistencia si el conductor está sometido a una temperatura de 20°C.

$$R = \frac{\rho L}{A} = (1.72 * 10^{-8} \Omega \cdot m) * \frac{150 m}{1 * 10^{-6} m^2} = 2.58 \Omega$$

Ejemplo: Se tiene el mismo tramo de un conductor de cobre de 150 mts, cuya sección ahora es de 2 mm². Calcular su resistencia si el conductor está sometido a una temperatura de 20°C.

$$R = \frac{\rho L}{A} = (1.72 * 10^{-8} \Omega \cdot m) * \frac{150 m}{2 * 10^{-6} m^2} = 1.29 \Omega$$

d). La temperatura

Al aumentar la temperatura, la resistencia eléctrica presenta los siguientes cambios:

- En los conductores metálicos y algunos semiconductores aumenta.
- En los líquidos, los aislantes, el carbón y en algunos semiconductores disminuye.

La resistencia de un conductor también depende de la temperatura a la que está sometido. El coeficiente de temperatura de los materiales depende específicamente de cada material y se define como la constante de cambio por cada grado de cambio de temperatura a que se someta el material.

El coeficiente de cambio de resistividad por temperatura es la relación del cambio de resistencia debido al cambio de la temperatura, en base a una resistencia inicial, es decir :

$$\alpha = \frac{\Delta R}{R_0 \Delta t}$$

Por tanto el Cambio de resistencia eléctrica de un elementos (despejando la fórmula anterior) se expresaría como :

$$\Delta R = \alpha R_0 \Delta t$$

Donde:

ΔR = Cambio de Resistencia en Ohmios, se obtiene haciendo la resta de la Resistencia Final con la temperatura Final menos Resistencia Inicial con la temperatura inicial.

α = Coeficiente de temperatura, viene dado en tabla, y sus unidades son 1/°C.

Δt = El cambio de Temperatura del elemento, esto se obtiene restando la temperatura final del elemento menos la temperatura inicial del elemento.

Por tanto la resistencia total después del cambio de temperatura (R_t) se obtiene como :

$$R_t = R + \Delta R$$

EJEMPLO: Calcular la nueva resistencia de un conductor de cobre de 150 mts, cuya sección es de 0.5 mm². Calcular su resistencia si el conductor está sometido a una temperatura de 20°C, que se somete a una temperatura de 45°C

En primera instancia se calcula la resistencia que tiene a 20°C, utilizando la tabla correspondiente,

$$R = \frac{\rho L}{A} = (1.72 * 10^{-8} \Omega \cdot m) * \frac{150 m}{0.5 * 10^{-6} m^2} = 5.16 \Omega$$

Ahora el incremento o decremento de la resistencia por el cambio de temperatura de 20° a 45°C,

$$\Delta R = \alpha R_o \Delta t = \left(3.9 * 10^{-3} \frac{1}{^{\circ}\text{C}} \right) * (5.16\Omega) * (45^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}) = 0.5031\Omega$$

Por tanto, la resistencia total (Rt) será :

$$R_t = R_o + \Delta R = 5.16\Omega + 0.5031\Omega = 5.6631\Omega$$

CONCLUSIÓN: La resistencia de un conductor es directamente proporcional a la temperatura a la que esta sometido, es decir su resistencia aumenta si su temperatura aumenta y disminuye si su temperatura disminuye.

A NIVEL COMERCIAL

Los metales que se emplean en aplicaciones de conducción de corriente deben tener adecuadas propiedades eléctricas, físicas y mecánicas. Los mas utilizados por costo, peso y abundancia en la naturaleza son: plata, cobre, aluminio y una aleación de latón y bronce.

En las instalaciones eléctricas los conductores mas utilizados son el cobre y el aluminio en presentaciones de alambre duro o cable, los cuales de acuerdo a la sección en mm² en que se fabrican se les clasifica con un numero que los identifica. Este método fue introducido por la American Wire Standard Gauge (AWG).

Clasificación de los calibres de acuerdo a la AWG.

CALIBRE AWG	Diámetro en mm		Sección en mm ²	
	ALAMBRE	CABLE	ALAMBRE	CABLE
26	0.40		0.128	-
24	0.51		0.20	-
22	0.64		0.32	-
20	0.81	0.92 Aprox.	0.52	0.52
18	1.02	1.16	0.82	0.82
16	1.29	1.46	1.31	1.31
14	1.63	1.84	2.08	2.08
12	2.05	2.32	3.31	3.31
10	2.59	2.95	5.26	5.26
8	3.26	3.71	8.37	8.37
6	4.11	4.67	-	13.30
4	5.19	6.2	-	21.15
2	6.54	7.8	-	33.63
0	8.25	9.4	-	53.48

EJEMPLO3: El alambre N°8 AWG tiene una sección de 8.37 mm² en presentación de alambre o cable.

Los conductores de cobre cuyos calibres aparecen consignados en la tabla, se usan según su tamaño, de la siguiente manera:

- Los conductores del número 40 al N° 20 se utilizan en la fabricación de aparatos eléctricos de gran variedad.
- Los conductores N° 16 y N° 18 se usan en cordones flexibles, para sistemas de señales, y en general, para corrientes pequeñas.
- El conductor N° 14 AWG es mínimo permitido para instalaciones eléctricas domiciliarias.

- d). Los conductores del N° 14 al N° 2 son los más usados en instalaciones residenciales, comerciales e industriales.
 - e). Los conductores del N° 2 en adelante se usan principalmente en instalaciones de tipo industrial.
 - f). En la tabla de clasificación no aparecen los calibre impares debido a que no son muy comerciales y sólo tienen usos especiales, sobre todo en la fabricación de motores y transformadores.
 - g). La serie de calibres de los conductores no termina en el número 0, de dicho número en adelante caben calibres aún más gruesos que se denominan así: N° 00, N° 000 y N°0000 los que también se representan por N°1/0, N°2/0, N°3/0 y N°4/0. El N°4/0 es el calibre máximo que se puede conseguir para conductores sólidos. De aquí en adelante se utilizan cables.
 - h). En nuestro medio generalmente a partir del N°6 y hasta el N°4/0 se utilizan los cables, ya que no es fácil encontrar en el comercio calibres tan gruesos bajo la forma de alambre o hilos sólidos. De allí en adelante, hasta el 2000 MCM (miles de milésimas circulares) únicamente es posible utilizar CABLES, ya que el diámetro del conductor es tal, que no es práctico fabricarlo macizo.
-