



# Riesgo Eléctrico

# Riesgo Eléctrico



## 1. INTRODUCCIÓN

Se calcula que alrededor del 50% de los incendios están provocados por equipos eléctricos en malas condiciones y prácticamente en el 90% de los siniestros en los que actuamos nos vamos a encontrar con electricidad.

El riesgo que supone actuar en presencia de electricidad se basa fundamentalmente en la posibilidad de electrocución y en poder ser alcanzados por un arco eléctrico. Ante cualquier siniestro con presencia de electricidad, dentro de nuestras medidas de seguridad, intentaremos evitar estos dos riesgos.



**Fig. 1:** La ciudad de noche.

## 2. LA ELECTRICIDAD

### 2.1 Conocimiento de la electricidad

La electricidad es una forma de energía, y como todo tipo de energía, cuando está en una cantidad muy alta, puede ser dañina para el cuerpo humano, pudiendo causar, incluso, la muerte. Así pues, es fundamental un conocimiento lo más amplio posible de la naturaleza de la electricidad de cara a nuestra autoprotección.

### 2.2 Riesgos de la electricidad

Como ya se ha comentado anteriormente, los dos riesgos principales son la electrocución y el arco eléctrico, siendo el primero el más común.

Una electrocución implica el paso de “electricidad” a través de nuestro cuerpo con los consiguientes efectos negativos.

Estos efectos pueden ir desde simples cosquilleos hasta la muerte, pasando por quemaduras, lesiones nerviosas, paradas cardiorrespiratorias, alteraciones renales, etc.

Otro riesgo importante de la electricidad es que puede ser la causa de buena parte de los incendios que se producen.

### 2.3. Nociones básicas de electricidad

Para explicar con claridad lo que es la electricidad hay que comenzar por explicar que la materia está compuesta por una serie de partículas que son las moléculas.

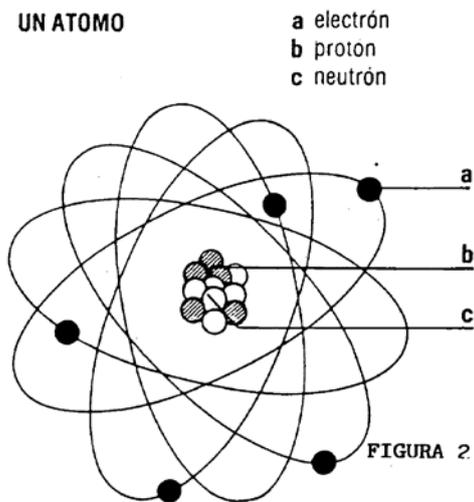


Fig. 3: Estructura de un átomo.

La molécula es la mínima parte de una sustancia que mantiene todas las características de esa sustancia.

Las moléculas están a su vez constituidas fundamentalmente por otras partículas menores que son átomos, formados a su vez por protones, neutrones y electrones.

Estas partículas están agrupadas en el núcleo y la corteza:

**-Núcleo:** Es la parte del átomo constituida por los protones y los neutrones. La masa del átomo está formada fundamentalmente por el núcleo. Los protones tienen carga eléctrica positiva. Los neutrones no tienen carga eléctrica.

**-Corteza:** Es la parte del átomo constituida fundamentalmente por los electrones. Estos tienen la misma carga que los protones, pero negativa. Los electrones giran libres alrededor del núcleo y bajo ciertas circunstancias de inestabilidad pueden pasar de

unos átomos a otros constituyendo lo que llamaríamos corriente eléctrica.

Así pues, resumiendo, podemos decir que la electricidad es una forma de la energía que se materializa en el desplazamiento de unas cargas de la materia, que se han denominado electrones, a través de un material conductor.

### Tipos de materiales:

**Conductores:** Son materiales que conducen muy bien la corriente eléctrica. Su buena conducción se basa en que disponen de “electrones libres” que se mueven con facilidad. Buenos ejemplos son los metales (oro, plata, cobre, aluminio, etc.)

**Aislantes:** Al revés que los conductores, se oponen al paso de la electricidad. Sus moléculas tienen uniones fuertes, impidiendo el flujo de cargas. (Vidrio, cerámica, madera, plástico, etc.)

### 2.4 intensidad de corriente (i)

Se dice intensidad de corriente eléctrica a la cantidad de cargas que circulan por un conductor en un tiempo determinado.

$$I = Q / t$$

Siendo Q la cantidad de carga (positiva o negativa), medida en culombios y t, el tiempo medido en segundos, la intensidad se mide en Amperios (A). Otra unidad usada es el miliamperio (mA) que es una milésima parte de un amperio.

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

Para medir la intensidad, se usa un aparato llamado amperímetro.

### 2.5 DIFERENCIA DE POTENCIAL (V)

La diferencia de potencial (ddp), es la resta de la tensión de dos puntos. Cada punto tendrá un “potencial” distinto, debido a la distribución de cargas (positivas o negativas), que tenga dicho material.

**Tensión:** Es un concepto parecido al de diferencia de potencial, pero está referido a cero. Es decir, cuando decimos que en un punto hay tanta tensión, estamos comparándolo con cero. La diferencia de potencial sería la tensión del punto, menos cero.

La unidad de la diferencia de potencial (ddp), o de la tensión, es el voltio (V). Otra unidad muy usada es el kilovoltio (kV).

$$1 \text{ kV} = 1.000 \text{ V}$$

Para medir la diferencia de potencial, usamos el voltímetro.

### **Fuerza electromotriz (f.e.m):**

En la batería de un coche, todos sabemos que el polo positivo tiene una tensión de 12V y el negativo una tensión de 0V. En resumen, la diferencia de potencial (ddp), será de 12V-0V= 12V. Esta diferencia de potencial está provocada por la distribución de cargas (positivas y negativas), que hay en cada polo. En esta situación, se dice que existe una “Energía potencial”. Esta energía “intentará que la carga negativa (electrones), del polo negativo pase al polo positivo, igualándose las tensiones entre polos. En este “paso” de carga, se produce una intensidad de corriente ( $I=Q/t$ ), la cuál equilibrará las tensiones de los dos polos dejando de haber diferencia de potencial y paso de cargas posterior.

La fuerza electromotriz es la energía capaz de mantener la diferencia de potencial entre dos puntos para que haya intensidad de corriente. Volviendo a nuestro ejemplo, la batería, gracias a una reacción química, tiene una fuerza electromotriz capaz de mantener los 12V en el polo positivo y 0V en el negativo. De esta forma, siempre habrá flujo de cargas (electrones de negativo a positivo), lo cual, es la intensidad de corriente.

La fuerza electromotriz (f.e.m.), puede estar provocada por reacciones químicas, generadores, células fotovoltaicas, etc.

## **2.6 RESISTENCIA (R)**

Es la mayor o menor dificultad que presenta un conductor a ser recorrido por la corriente eléctrica.

Se puede decir que si un material permite el paso de cargas es conductor, y si no lo permite, es aislante. Esta propiedad del material viene dada por la cantidad de electrones libres que tienen sus moléculas y por la unión de sus moléculas, en otras palabras, por la naturaleza del material.

La unidad de resistencia es ohmio, designándose por el símbolo  $\Omega$ . También se usan los kilohmios ( $k\Omega$ ), y los megaohmios ( $M\Omega$ ), siendo:

$$1 \text{ M}\Omega = 1.000 \text{ k}\Omega = 1.000.000 \Omega$$

## **2.7 LEY DE OHM**

La Ley de Ohm es una fórmula que pone en relación las distintas magnitudes eléctricas. Según ella la intensidad de corriente que pasa por un conductor es directamente proporcional a la tensión de corriente e inversamente proporcional a la resistencia de este conductor.

Es la fórmula básica de la electricidad. Cuanta más tensión, más intensidad. Cuanta más resistencia, menos intensidad. De esta forma ya sabremos qué hay que hacer para disminuir la intensidad, usar materiales aislantes, aumentando la resistencia.

$$I=V / R$$

## **2.8 POTENCIA (P)**

La potencia es el producto de la tensión por la intensidad. Se mide en vatios (W).

La potencia suministrada en un tiempo dado, será la energía. Al hablar de que un aparato consume mucha potencia o poca, estamos diciendo que necesita mucha energía o poca. Cuando

una bombilla de nuestra casa, tiene mayor potencia que otra, es porque, por ella pasa más intensidad (debido a que su resistencia es menor, por la ley de ohm), ya que la tensión es constante en nuestra casa.

$$P = V \times I$$

## 2.9 LEY DE JOULE (H)

El paso de intensidad de corriente, genera calor. Este calor generado es proporcional a la resistencia y al cuadrado de la intensidad. Se puede medir en Julios (J), o más comúnmente en calorías (cal). Este efecto es el que usan los radiadores eléctricos, o el horno eléctrico, por ejemplo. Pero también hay un efecto muy negativo, y es el calentamiento de los conductores al paso de la corriente. Ese calor que se genera en los conductores, es causa de incendios, quemaduras, y económicamente hablando, pérdida de energía.

$$H = R \times I^2$$

## 3. CIRCUITO ELÉCTRICO

Para que se produzca el fenómeno de la electricidad, ya hemos dicho que tiene que haber una diferencia de potencial y un material por el cuál fluya la intensidad de corriente. El caso más primitivo de la electricidad es la tormenta.

En el caso de la tormenta, existe una diferencia potencial entre la nube y la tierra, y existe un medio por el cuál puede ir la intensidad de corriente, el aire. El rayo, no es más que la intensidad de corriente, el paso de cargas negativas de la nube a la tierra. Se ha producido el fenómeno de la energía eléctrica por un instante.



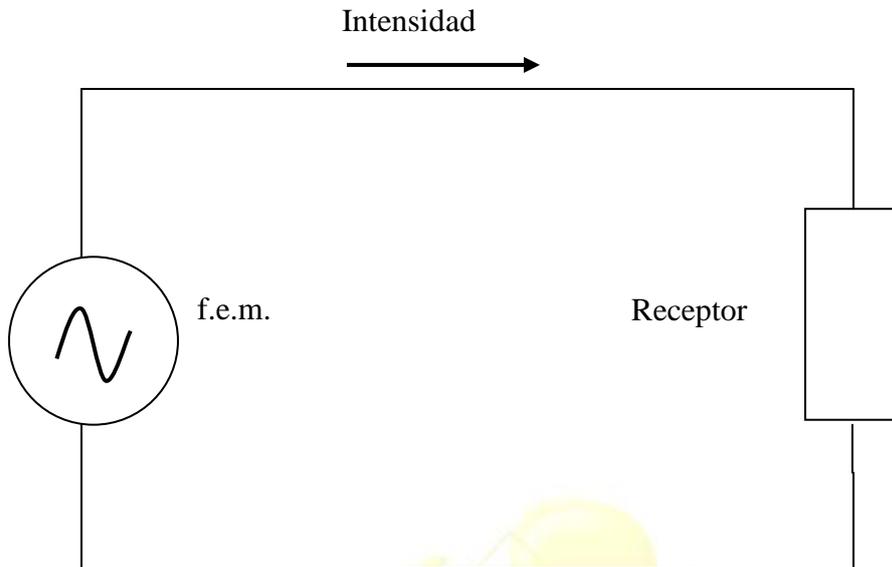
En el caso de la tormenta, no hay una intensidad de corriente permanente, sino que se produce durante un instante. Para que hubiera una intensidad de corriente permanente, y así energía continua, debería haber una f.e.m. (por ejemplo un generador), que mantuviera la diferencia de potencial en todo momento. Esta f.e.m. tendría que “coger” las cargas negativas que han ido de la nube a la tierra y subirlas a la nube otra vez.

Un circuito eléctrico es aquel formado de conductores el cual permite que haya intensidad de corriente de una forma continua en el tiempo. Siempre tendrá que haber un conductor por el que vaya la carga, y otro por el que vuelva a la f.e.m.

### 3.1 CIRCUITO SERIE

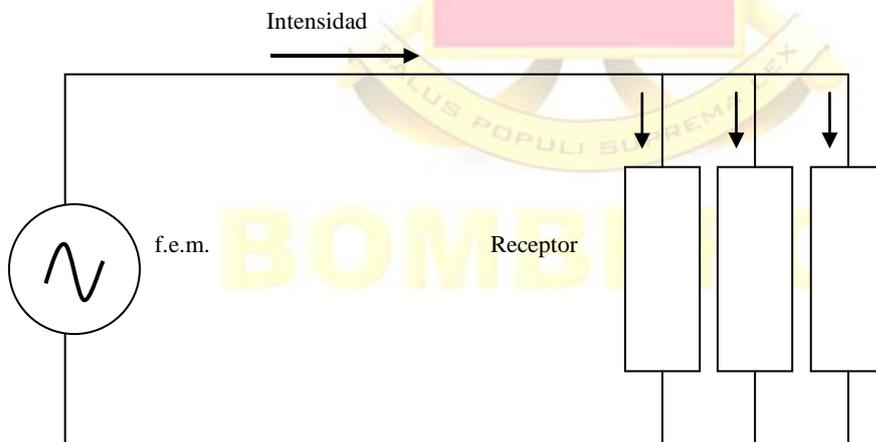
En la siguiente figura, se puede observar un circuito serie. Una f.e.m. crea una ddp entre sus polos, produciéndose la intensidad de corriente que va al consumo, por ejemplo, una bombilla. Del generador, o la pila, salen dos conductores, del que sale la carga negativa, y por el que vuelve. Si cortamos uno de estos dos conductores, dejará de haber intensidad de corriente,

apagándose la bombilla. Se dice que es un circuito serie, porque las cargas eléctricas sólo tienen un camino por el que ir.



### 3.2 CIRCUITO PARALELO

En el siguiente esquema, las tres bombillas están conectadas en paralelo, tienen la misma ddp entre sus extremos. La Intensidad total que sale de la f.e.m. (o que llega), será la suma de cada intensidad que va por cada bombilla. En este caso, aunque quitemos una bombilla, las otras seguirán luciendo, ya que no se interrumpe el circuito eléctrico.



### 3.3 Analogía entre electricidad e hidráulica

Para poder explicar el fenómeno de la electricidad y sus componentes podemos establecer un paralelismo entre un circuito eléctrico y un circuito hidráulico.

De esta manera y para una mejor comprensión asimilaríamos los elementos de la siguiente manera:

- Válvula.....Interruptor
- Bomba.....Generador.
- Tuberías.....Conductores.
- Caudal.....Intensidad.
- Impulso de bomba.....Diferencia de potencial o tensión.

Oposición que ofrece la turbina.....Resistencia del receptor.



Fig. 5: Analogía agua-electricidad.

#### 4. TIPOS DE CORRIENTE

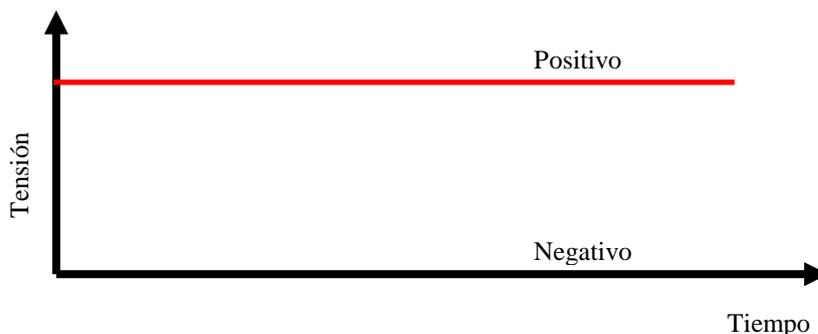
Dependiendo de los valores que puede alcanzar la tensión en los conductores, y de su variación en el tiempo, tenemos dos tipos de corriente principalmente:

##### 4.1 CORRIENTE CONTINUA

Es aquella que, como su nombre indica, no varía en el tiempo. La diferencia de potencial se consigue con dos polos (positivo y negativo), los cuales siempre tienen la misma tensión. En el ejemplo de la batería de coche, el polo positivo siempre tendrá 12V y el negativo 0V, es decir, la diferencia de potencial se mantiene.

Normalmente se usa el color rojo para el polo positivo, y el negro para el negativo.

La corriente continua es usada en casi todos los aparatos electrónicos. Todo aparato que lleve pilas, es porque usa la corriente continua, es decir, habrá un positivo y un negativo (normalmente con cero voltios). Otro ejemplo donde se utiliza la corriente continua es en el metro y en la RENFE (salvo el AVE), donde la catenaria que va colgada es el positivo, y los raíles son el negativo, con cero voltios.

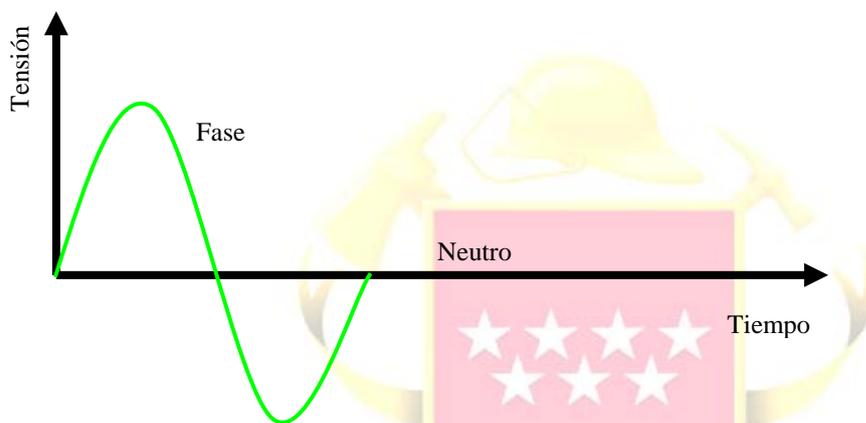


## 4.2 CORRIENTE ALTERNA:

La corriente alterna, como su nombre indica, cambia en el tiempo, alternando valores positivos y negativos. En España se usan dos tipos de corriente alterna: la monofásica y la trifásica.

### 4.2.1 CORRIENTE ALTERNA MONOFÁSICA

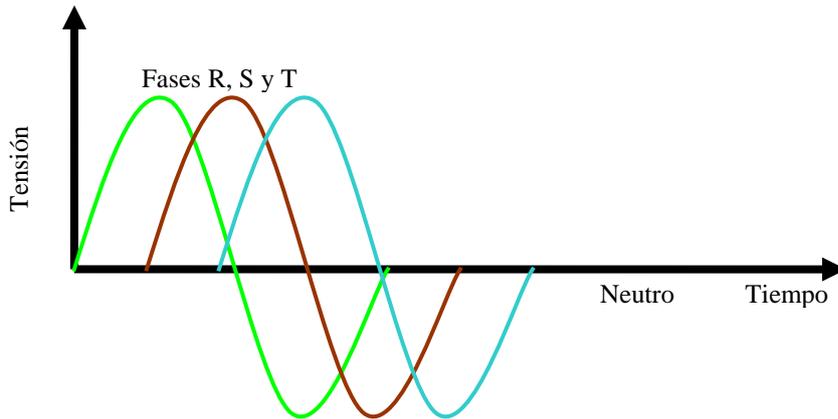
Se llama así porque sólo tiene una fase. Al igual que en la continua, existe un conductor que siempre tiene cero voltios, pero ya no se llama negativo, ni masa, sino “neutro”. La diferencia está en el positivo. Este conductor se llama “fase”, y no tiene un valor constante positivo, sino que toma valores desde cero hasta un valor positivo máximo y después un valor negativo máximo (igual que el positivo), pasando nuevamente por el cero. Viendo el gráfico, es más fácil de comprender.



La fase empieza en un valor de cero voltios, sube senoidalmente a un valor máximo positivo, vuelve a bajar al cero, llega al valor máximo negativo (de la misma magnitud que el positivo), y vuelve al cero. A ese proceso se le llama ciclo. En España, la corriente alterna, es de 50 hercios, (50 Hz), eso quiere decir, que la fase hace 50 ciclos completos por segundo. La diferencia de potencial entre fase y neutro instantánea dependerá de en el momento en que se encuentre la fase. En cambio, el comportamiento de la fase, es como si fuera un cable rojo de la corriente continua, es decir, se puede decir que existe una diferencia de potencial, eficaz, entre fase y neutro, constante.

### 4.2.2 CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA

Como su nombre indica, existen 3 fases, pudiendo haber neutro o no. Las tres fases tienen el mismo valor, pero no van a la vez, sino, que van desfasadas en el tiempo entre sí. En un instante dado, cada fase tendrá un valor distinto.



Existirá una ddp entre cualquier fase y neutro, en caso de existir este último, exactamente igual que la monofásica. Pero además, existe una ddp entre fases. Tomando dos fases cualesquiera, existirá entre ellas una ddp, que será mayor que la ddp entre fase y neutro. En el ejemplo más conocido por todos, en nuestra casa, la ddp entre fase y neutro es de 220V, pero al motor del ascensor, al que llegan las 3 fases, la ddp entre fase-fase es de 380V.

La corriente alterna es usada en todo el sistema eléctrico español, desde su generación hasta su consumo. Todas las líneas de alta tensión, son alternas trifásicas. Para los consumos donde se requiera gran potencia, se usará la trifásica, en cambio, para consumos menos, por ejemplo en nuestras casas, se usa la monofásica, habiendo sólo dos cables, fase y neutro.

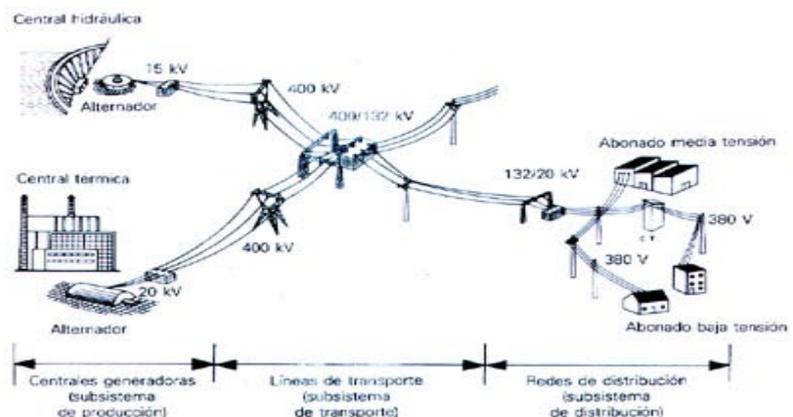
## 5. GENERACIÓN Y TRANSPORTE DE LA ELECTRICIDAD

### 5.1. SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL

El sistema eléctrico de un país está fundamentalmente formado por el conjunto de las empresas generadoras de energía eléctrica, que tienen como finalidad fundamental la producción, transporte y distribución de este tipo de energía.

Cada una de estas partes recibe el nombre de subsistema eléctrico, pudiendo diferenciarse tres tipos:

- Subsistema de producción.
- Subsistema de transporte.
- Subsistema de distribución.



**Fig. 6:** Etapas de un sistema eléctrico.

### 5.2 CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA ELÉCTRICO

Las características fundamentales de todo sistema eléctrico son el número de fases (en toda España, 3 fases), la tensión de servicio (tensión entre fases), y la frecuencia de la red (50 Hz. en Europa). En realidad, sólo existe alta tensión (la que es mayor de 1000V), y baja tensión,

aunque usualmente, se dice “Media tensión” y “Muy alta tensión” para poder clasificar aún más. Las tensiones de servicio con (\*), son tensiones de uso preferente, se tiende a eliminar todas las demás, independientemente de la compañía eléctrica.

Tensión de servicio.	Calificación.	Subsistema.
380.000V (*) 220.000V (*)	Muy alta tensión.	Transporte.
132.000V (*) 110.000V 66.000V (*)	Alta tensión.	Transporte.
45.000V 30.000V 20.000V (*) 15.000V 10.000V 6.000V 3.000V	Media tensión.	Transporte y distribución. Generación. Consumos importantes.
380V (*)	Baja tensión.	Transporte y distribución. Consumo doméstico.

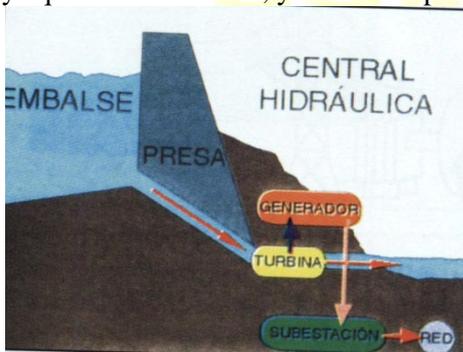
### 5.3 GENERACIÓN

#### 5.3.1 GENERACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La energía no se crea ni se destruye, únicamente se transforma. Por lo tanto, para obtener energía eléctrica es necesario realizar una transformación de otra energía, que puede ser mecánica, térmica, etc.

#### 5.3.2 TIPOS DE CENTRALES

En la actualidad la electricidad se obtiene en las centrales generadoras de energía eléctrica, que pueden ser de varios tipos y dimensiones en función de la energía que va a utilizar para obtener electricidad y de las necesidades de la población que vaya a abastecer. Así pues, nos podemos encontrar centrales de varios tipos: de carbón, nucleares, de ciclo combinado, renovables (hidráulica, solar, eólica, etc.). Cada vez se está invirtiendo más dinero en energías renovables, ya que no contaminan, y la materia prima es barata.



Resumen de la producción de energía eléctrica en España referente al año 2004:

Fuente de energía	Potencia suministrada en GWh	Porcentaje
Carbón	80.097	31,18%
Nuclear	63.606	24,76%
Hidráulica	29.777	11,60%
Ciclo combinado	28.724	11,18%
Fuel/gas	17.212	6,7%
Eólica	15.916	6,19%
Otras renovables	3.466	1,35%

#### 5.4. TRANSPORTE

El transporte se realiza en alta tensión. Se suele realizar en tres escalones (líneas de 1ª, 2ª y 3ª categoría). Las líneas pueden ser aéreas o subterráneas, si bien, cuando hay que transportar grandes tensiones, se suelen usar líneas aéreas, por motivos económicos.

##### 5.4.1 LÍNEAS DE TRANSPORTE DE ELECTRICIDAD:

**-Línea de 1ª categoría o de transporte:** Transportan la corriente eléctrica desde las centrales generadoras a las subestaciones transformadoras:



Fig. 2: Línea de 1ª Categoría



Fig. 3: Línea de 2ª categoría

**-Línea de 2ª categoría:** Llevan la corriente eléctrica desde las subestaciones transformadoras a las subestaciones transformadoras de reparto en las proximidades de las ciudades y de los centros de consumo.

**-Líneas de 3ª categoría:** Conducen la corriente entre las subestaciones transformadoras de reparto y los centros de transformación.



Fig. 4: Línea de 3ª categoría.

Categoría de la línea	Tensión nominal (kV)	Tensión más elevada (kV)
3ª	3	3,6
	6	7,2
	10	12
	15	17,5
	20	24
2ª	30	36
	45	52
	66	72,5
1ª	132	145
	220	245
	380	420

#### 5.4.2 ELEMENTOS DE LAS LÍNEAS DE TRANSPORTE DE ELECTRICIDAD

Los elementos fundamentales de las líneas de transporte de electricidad son:

**Conductores:**

Pueden ser de cualquier material, aunque normalmente son de aluminio con alma de acero para soportar mayor resistencia mecánica.

Se transportan únicamente las 3 fases. El neutro no se transporta nunca.

Son cables desnudos, es decir, no llevan aislamiento.

**Aisladores:**

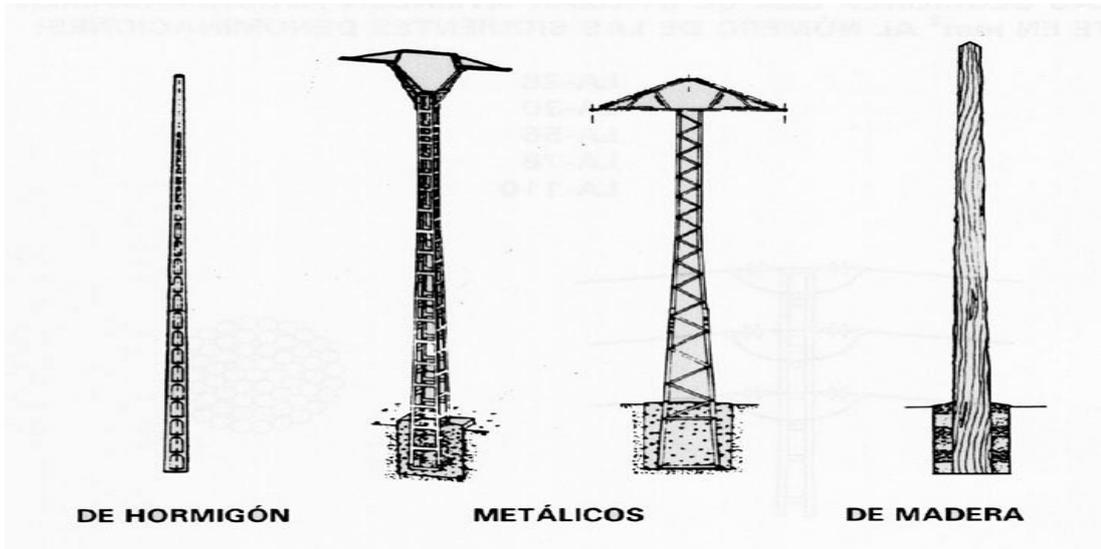
Pueden ser de porcelana o vidrio, si bien, la porcelana se está usando cada vez menos. Una forma de saber orientativamente la tensión de una línea, es contar el número de aisladores. Más o menos, cada aislador equivale a 10kV.

**Apoyos:**

Pueden ser metálicos, de hormigón o de madera.

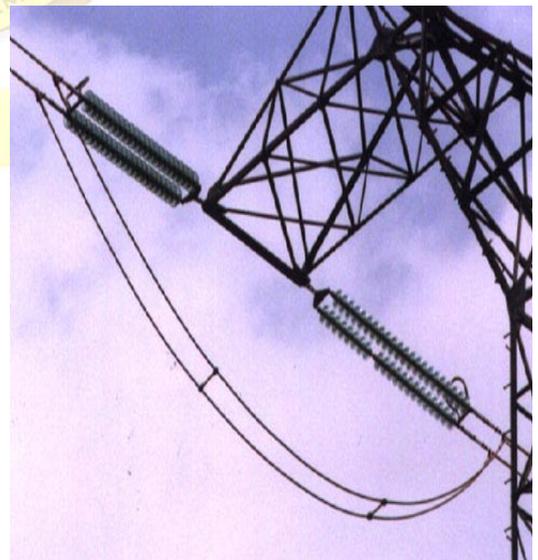
Los apoyos metálicos están conectados a tierra, es decir, su potencial es cero voltios.

Los apoyos metálicos se suelen utilizar para todo tipo de líneas, en cambio, los de madera y hormigón no se suelen utilizar para tensiones mayores de 66kV.



**Fig. 5:** Tipos de apoyos.

	Tensión.	Nº de aisladores.
Muy alta tensión.	380 kV	22
	220 kV	16
Alta tensión.	132 kV	12-13
	66 kV	6-7
	45 kV	4-5
Media tensión.	20 kV	2-3
	15 kV	2-3



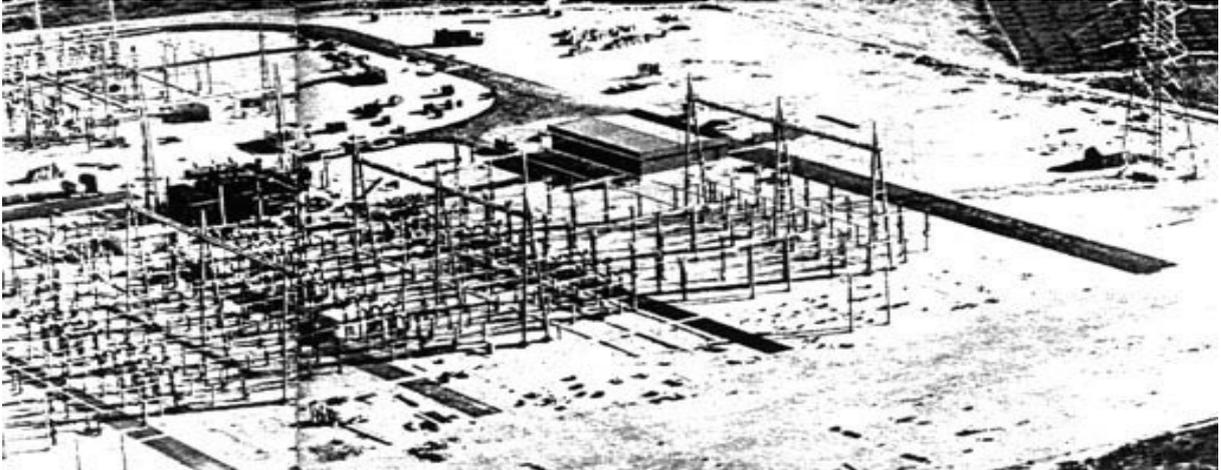
**Fig. 6:** Aisladores.

## 5.5. Transformación (reducción)

### 5.5.1 Instalaciones de transformación

La corriente eléctrica se va reduciendo de tensión según se va acercando a los centros de consumo en unas instalaciones específicas que son:

**-Subestación transformadora:** En ella se realiza una primera transformación de la corriente. Se suele pasar de líneas de 1ª categoría a líneas de 2ª categoría.



**Fig. 7:** Subestación transformadora.

Las líneas de 1ª categoría suelen ser de REE (Red Eléctrica Española), y las de 2ª categoría son gestionadas por cada empresa eléctrica suministradora.

Las reducciones de tensión son:

-Entradas: 380kV, 220kV, 132kV.

-Salidas: 66kV, 45kV.

**Subestaciones transformadoras de reparto:** Son subestaciones transformadoras en menor escala que las anteriores en las cuales se realiza una segunda transformación para poder entrar ya a las poblaciones con tensiones más bajas.

Las reducciones de tensión más usuales son:

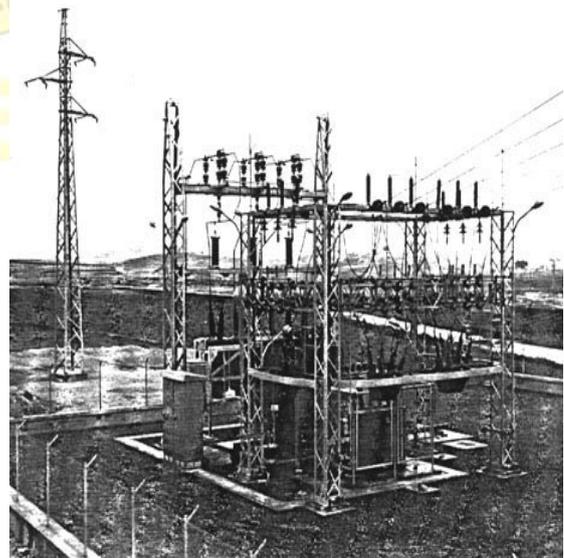
-Entradas: 66kV, 45kV.

-Salidas: 20kV, 15kV.

En los núcleos de población importantes, las salidas, suelen en líneas enterradas, ya que entran a las poblaciones.

## 5.6 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Como decíamos anteriormente las líneas de 3ª categoría llevan la electricidad hasta los centros de transformación ubicados dentro de la población, del polígono industrial, o de un



**Fig. 8:** Subestación transformadora de reparto.

consumo particular grande. La misión de un centro de transformación es reducir la tensión de media tensión a los niveles de utilización en baja tensión.

A los centros de transformación llegan 3 cables, las 3 fases, en alta tensión (normalmente 20kV). Dentro de este centro, un transformador de tensión, reduce la tensión hasta 380V (entre fases), y además, ya salen 4 cables (3 fases y neutro), es decir, el neutro “nace” en los centros de transformación. El neutro suele ir unido a tierra, es decir, su potencial será aproximadamente cero voltios.

Los centros de transformación se clasifican según su alimentación en:  
Alimentación radial o en antena: La línea de 3ª categoría finaliza en el centro de transformación. La tensión sólo llega por una línea, si la cortamos, conseguiremos cortar la corriente eléctrica.

Alimentación de paso o mallada: La línea va de paso por el centro de transformación alimentando otros centros. Puede que llegue corriente por dos líneas 3ª categoría. Cortar una de las dos líneas, no nos garantiza el corte de suministro eléctrico en el transformador.

Según su emplazamiento en:

De intemperie o aéreo.

De interior.

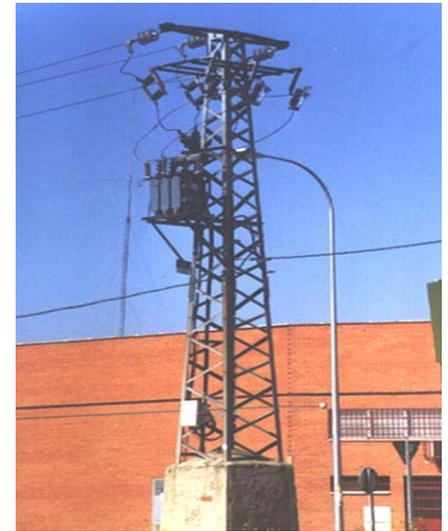
De superficie.

Subterráneo.

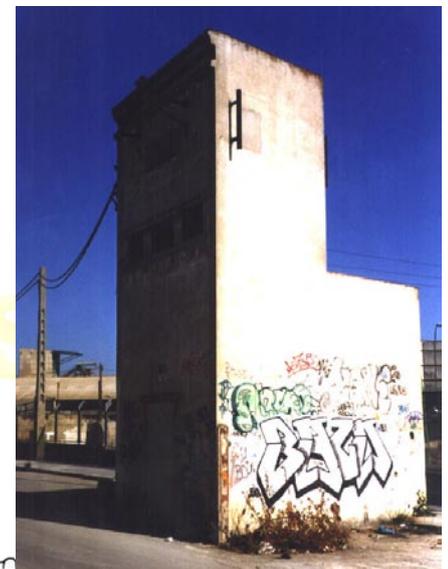
Y finalmente según su acometida en:

Con acometida aérea.

Con acometida subterránea.



**Fig. 9:** Transformador de intemperie o aéreo

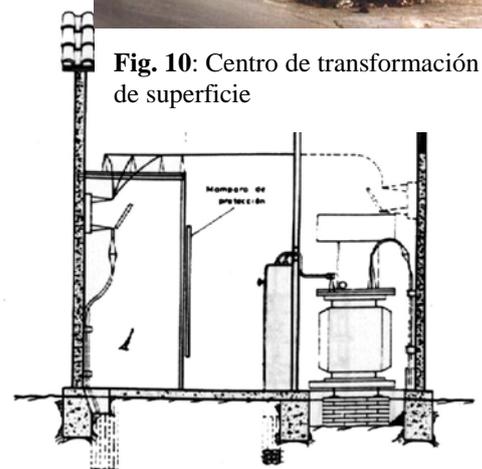


**Fig. 10:** Centro de transformación de superficie

### 5.6.1 Partes fundamentales de un centro de transformación

Dentro de un centro de transformación nos encontramos en la práctica tres partes:

**-Zona de alta:** Comprende la celda de línea de alta tensión, con elementos de protección como seccionadores e interruptores. Las líneas siempre entran en el centro a través de un fusible.



**Fig. 11:** Partes de un centro de transformación.

**-Transformador:** Está protegido en el interior de su celda.

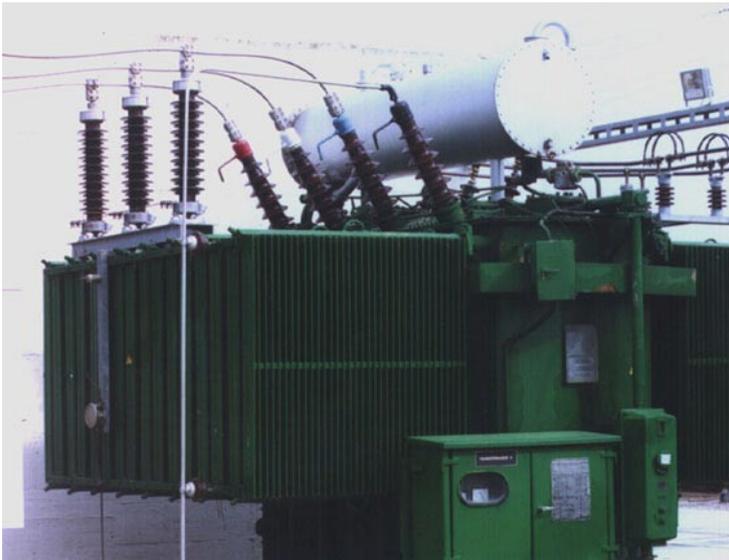
**-Zona de baja:** Comprende la línea de BT (baja tensión), y el cuadro de protección de la línea de BT.

### 5.7. Transformadores de potencia

Nos los podemos encontrar en estaciones generadoras, subestaciones transformadoras, en subestaciones de reparto y en centros de transformación.

Las partes fundamentales de un transformador son: bornes de entrada, cuerpo y bornes de salida.

#### 5.7.1 Tipos de transformadores:



**Fig. 12:** Transformador refrigerado.

Hay muchas clasificaciones de los transformadores pero podemos dividirlos en función de su sistema de refrigeración en:

**Transformadores secos:** Son aquellos que por sus características constructivas no necesitan un refrigerante líquido para disipar el calor que se produce al transformar la electricidad.

**Transformadores refrigerados con aceite:** Son aquellos que necesitan un

refrigerante para disipar el calor generado por la transformación de las tensiones. Llevan un depósito en cuyo interior el refrigerante y un circuito de radiadores para intercambiar el calor.

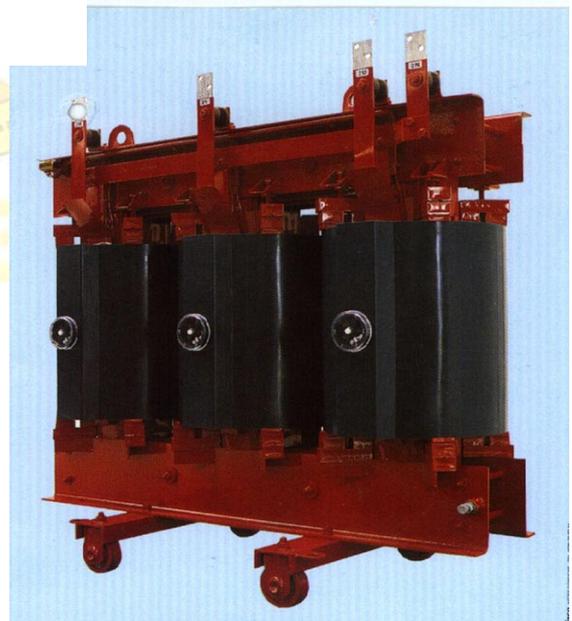
#### 5.7.2 Líquidos refrigerantes de los transformadores

Las misiones de los líquidos refrigerantes son fundamentalmente dos: aislar y refrigerar.

Los líquidos refrigerantes más utilizados son:

**-Aceite mineral:** Procede de la destilación del petróleo y tiene su punto de inflamación a partir de los 140 °C.

**-Piraleño (PCB):** Es un líquido no inflamable, muy contaminante que no es biodegradable y que se ha utilizado en la fabricación de transformadores y condensadores. Actualmente no se fabrican transformadores con este refrigerante aunque los hay instalados que siguen en servicio.



**Fig. 13:** Transformador seco.



**Fig.14:** Distintivos de los transformadores.

Es muy importante extremar las precauciones con el piraleno para evitar la inhalación, ingestión o absorción y el derrame en el medio ambiente.

**-Aceite silicona:** Es el líquido refrigerante que ha sustituido al piraleno estando su punto de inflamación a partir de los 300 ° C.

En general, el líquido refrigerante viene indicado en una placa de características del transformador o del condensador.

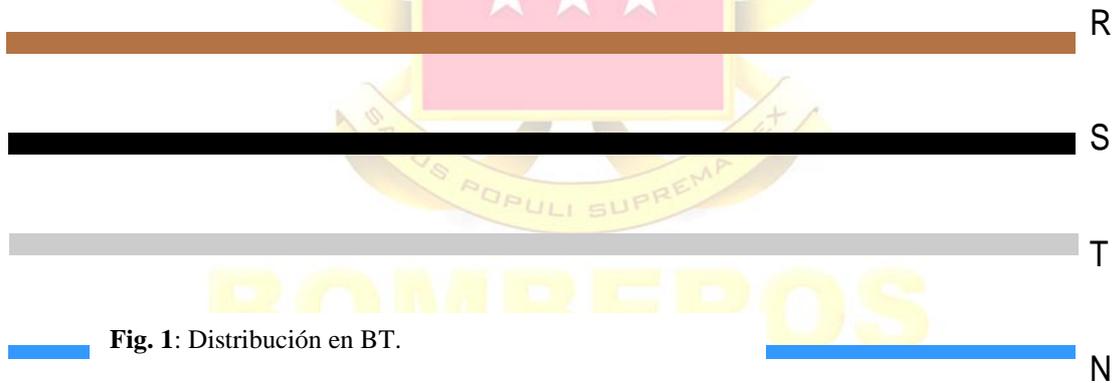
**6. Distribución en baja tensión**

**6.1. Utilización de la corriente**

La corriente eléctrica que se consume, se hace habitualmente en baja tensión (380V). Existen consumos en media tensión (por ejemplo RENFE, metro, etc.), que necesitan gran potencia y no transforman la tensión en baja, sino que la toman directamente de la red de media tensión.

**6.2. Utilización de la corriente en baja tensión.**

**6.2.1 distribución en BT**



**Fig. 1:** Distribución en BT.

Fig. 1 1

Fig. 1 2



Decíamos, en el tema anterior, que la corriente llega a los centros de transformación a través de las líneas de MT o de 3ª categoría con las tres fases (el neutro no). En estos centros se

transforma y su salida nos proporciona la corriente en BT. La distribución de energía eléctrica en 380V se efectúa generalmente a través de 4 conductores: 3 fases y 1 neutro.

Estos constituyen lo que se llama la red de distribución pública en BT, que une el centro de transformación con todos los consumos. La tensión que nos encontramos es, como ya se ha dicho, 380V entre fases, y 220V entre fase y neutro.

### 6.2.2 Tipos de redes de distribución

Dependiendo del emplazamiento y la disposición de los conductores, las redes de distribución de BT pueden ser:

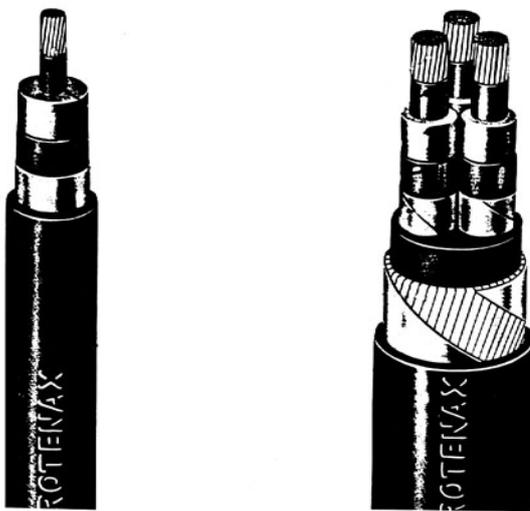
#### -Aéreas:

Convencionales: Como se ve en la fotografía, los cables van desnudos separados una cierta distancia. El cable inferior, siempre será el neutro. Estos conductores van soportados en aisladores de porcelana o de vidrio anclados a diversos tipos de apoyos (metálicos, de hormigón o de madera) a lo largo de su recorrido. Los conductores suelen ser de cobre.

Aisladas en haz trenzado: Se trenzan los 4 cables en un manojo. Todos llevan aislante. Al igual que las líneas convencionales, van sujetas a los apoyos, pero ya no con aisladores.

-**Subterráneas:** Se usan habitualmente en casi todos los cascos urbanos de las ciudades, coincidiendo con las líneas aéreas de haz trenzado. Las líneas aéreas convencionales, sólo se ven en zonas rurales, o pueblos pequeños.

Las líneas subterráneas tienen los conductores constituidos por cables de varios alambres de cobre o aluminio con aislamiento y cubierta perimetral.



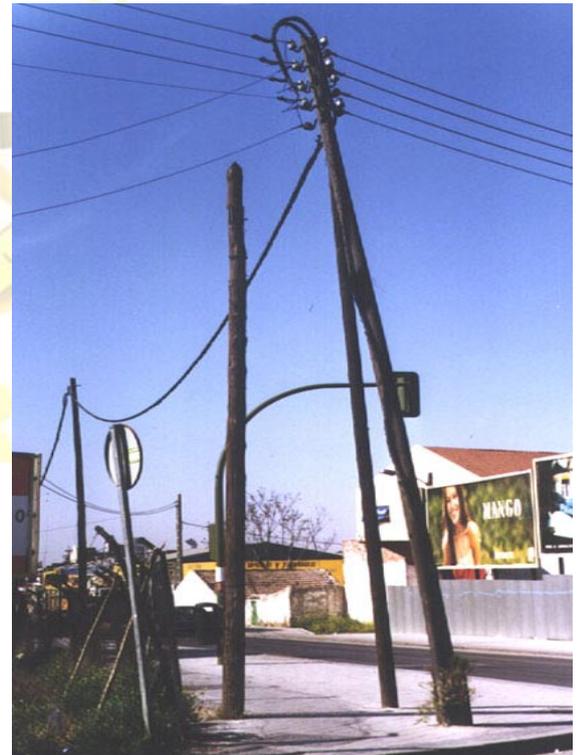
**Fig. 3:** Sección de cable enterrado

Pueden ir en varias formas:

Enterados en una zanja a una profundidad entre 0,40 y 0,60m y señalizados con una cinta amarilla por encima. Suelen ir por debajo de las aceras.

Bajo tubo: van metidos en un tubo metálico o plástico el cual va fijado a las paredes, sobre bandeja, etc.

Por túneles o galerías: Es una forma muy usual en las grandes ciudades. Los cables suelen ir fijados a las paredes o sobre bandeja.



**Fig.: 2:** Línea aérea convencional y en haz trenzado

La disposición de la línea puede ser en conductores unipolares (agrupados en “ternas” de 4 cables unidos con bridas), o en una manguera tripular o cuatripolar con los conductores aislados entre si y protegidos con una cubierta aislante (exteriormente, sólo se ve un cable bastante grueso).

### 6.3. Instalaciones de alumbrado público

Son las instalaciones que sirven para iluminar las calles, plazas de los municipios y polígonos industriales. También se utilizan para los semáforos de regulación de tráfico, y para la iluminación ornamental de fuentes, parques y jardines.

En general estas instalaciones son propiedad de los ayuntamientos, aunque también abundan instalaciones de alumbrado público que pertenecen a urbanizaciones privadas que constituyen comunidades de vecinos.

Básicamente las instalaciones de alumbrado público constan de:

Caja de protección y medida.

Armario general de mando y protección.

Red de distribución.

Luminarias.

#### Características:

La acometida podrá ser subterránea o aérea con cables aislados, es decir, no puede ser desde líneas aéreas convencionales.

La acometida acabará en un armario donde se encontrará la caja general de protección (CGP) y aparato de medida. Este armario es el del que sale la alimentación eléctrica para un grupo de farolas.

Si el sistema dispone de interruptores horarios, en el armario debe existir un interruptor manual para corte de suministro eléctrico.

Los conductores deben ser únicamente de cobre, teniendo una sección mínima, para redes subterráneas de 6mm<sup>2</sup> y 4mm<sup>2</sup> para redes aéreas.

Los empalmes y derivaciones, se hacen en una caja de bornes situada dentro de la farola.

Normalmente, las 3 fases y el neutro van a cada farola, pero la farola la bombilla de la farola va en monofásica, es decir, por el tubo interior de la farola, sólo va una fase y el neutro.

Si los conductores van enterrados en tubo, éste irá a una profundidad mínima de 0,40m.

Además, se pondrá una cinta de señalización de “alumbrado público” a 0,10m de profundidad.

Todas las farolas metálicas van unidas a tierra, es decir, su potencial es cero voltios. Esta unión a tierra, se puede hacer como mínimo, cada 5 farolas, a través de una pica metida hincada en la tierra.

El encendido de este tipo de instalación se puede efectuar de varias formas:

Encendido manual: Se utiliza habitualmente en labores de mantenimiento.

Controlado por interruptor horario: Las horas nocturnas se regulan en un reloj para que este controle el encendido y el apagado de la instalación.

Controlado por una célula fotoeléctrica: La falta de luz al anochecer es la que produce el cierre de la célula fotoeléctrica que activa la maniobra.



**Fig. 9:** Armario de alumbrado público.

#### 6.4. Acometida

La línea de acometida es la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la “caja general de protección” (CGP). Su misión es suministrar corriente desde la “calle” a cada consumo (portal, chalet, tienda, etc.). La acometida es propiedad de la empresa suministradora, siendo ésta la responsable de su mantenimiento.



Los conductores son aislados, pudiendo ser de cobre o aluminio.

Tipos de acometidas:

Aéreas: que puede ir posada sobre la fachada, unida mediante grapas, o tensada desde poste, que viene desde un poste cercano atravesando un espacio aéreo.

Subterránea: viene de la red general de distribución pública atravesando la acera. Aquí se pueden dar dos tipos: con entrada y salida (van dos líneas paralelas, la que va a la CGP y la que vuelve), o en derivación (sólo va una línea que muere en la CGP).

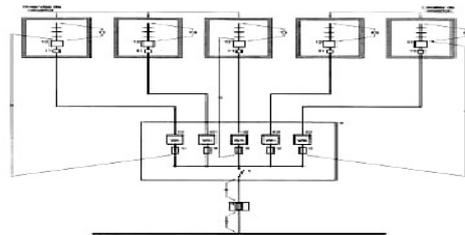
**Fig. 8:** Instalación de alumbrado público.

#### 6.5. INSTALACIONES DE ENLACE

Es aquella que une la caja general de protección (CGP), con las instalaciones interiores de cada usuario. Está compuesta de:

- Caja general de protección (CGP).
- Línea General de Alimentación (LGA).
- Contadores.
- Derivación individual.
- Interruptor de Control de Potencia (ICP).
- Interruptores general de mando y protección.

Estas instalaciones van siempre por lugares de uso común, y son propiedad del usuario, siendo él, el responsable de su mantenimiento.



- Leyenda**
- |  |  |
|--|--|
| 1 Red de alimentación.                       | 10 Derivación individual.                        |
| 2 Acometida.                                 | 11 Panel de seguridad.                           |
| 3 Caja general de protección.                | 12 Contador.                                     |
| 4 Línea general de alimentación.             | 13 Caja para interruptor de control de potencia. |
| 5 Interruptor general de mando y protección. | 14 Interruptor general de mando y protección.    |
| 6 Caja de derivación.                        | 15 Instalación interior.                         |
| 7 Empalmos de conductores.                   |  |

#### 6.5.1 Caja general de protección (cgp)

La acometida lleva la electricidad a la caja general de protección (CGP). Esta caja aloja los elementos de protección de la línea general de alimentación y constituye el principio de la propiedad de las instalaciones eléctricas de los clientes.

Las cajas están precintadas y en su interior llevan instalado un fusible para cada una de las fases y un tubo o pletina para el neutro.

La CGP está situada generalmente en la fachada del edificio o en una zona de acceso fácil permanente.

Cuando la acometida es aérea, la CGP se puede encontrar a un altura entre 3 y 4 metros de altura. Cuando la acometida es subterránea, la CGP estará metida en un nicho en la pared a una altura mínima del suelo de 30cm.

Dependiendo del consumo interior, llegarán las 3 fases y neutro o una sola fase y neutro. Por ejemplo, en un bloque de viviendas, llegarán los 4 cables, en cambio, para un chalé, sólo llegará fase y neutro.

La CGP contará con fusibles para todas las fases. El neutro se pone a la izquierda de las fases sin fusible.

Para el suministro de un único usuario, la CGP puede ir en un mismo nicho con el contador. En este caso, la caja se llama “caja de protección y medida”.



**Fig. 4:** Caja general de protección en fachada.

#### 6.5.2 Línea general de alimentación (lga)

Es la línea que une la CGP con el contador o la centralización de contadores. Puede ser de cobre o aluminio, pero siempre irán aislados.

Los podremos encontrar dentro de tubos empotrados, en tubos enterrados, en tubos en montaje superficial, o en conductos cerrados de obra de fábrica registrable en cada planta.



CGP moderna.

#### 6.5.3 Centralización de contadores

La centralización de contadores es el conjunto de elementos que se encuentran en un mismo local o emplazamiento y que normalmente se instalan sobre elementos modulares prefabricados y alimentados por una línea general de alimentación.

Pueden estar ubicados en paneles, armarios o módulos (con tapas precintables). Estén donde estén, permiten su lectura a través de un cristal o plástico transparente.

El cableado de mando y protección se hace con cables de color rojo.

Los contadores disponen de un fusible de seguridad colocado justo antes del mismo. Este cuarto de contadores se suele encontrar en la planta baja o en el sótano del edificio, aunque también nos lo podemos encontrar en la parte alta de la edificación, al final del tiro de escalera. Así mismo, en el interior de grandes edificios existen varias centralizaciones de contadores. Hay dos tipos de colocación:

Colocación individual: Se utiliza así cuando sólo hay un usuario, (por ejemplo en un chalé). El contador se pone en el mismo lugar que la CGP, llamándose todo el conjunto “Caja de Protección y Medida”. En este caso, antes del contador no habrá ningún fusible, pues la CGP ya cumple esa misión.

Colocación concentrada: se utiliza para edificios de viviendas, de locales comerciales, etc. Para edificios de una altura menor de 12 plantas, el “cuarto de contadores” está ubicado en planta baja, sótano o entresuelo. Para edificios con más de 12 plantas, puede haber otros cuartos de contadores por plantas intermedias.

Los elementos que constituyen una centralización de contadores son los siguientes:

Interruptor general de maniobra: Nos permite cortar corriente a la entrada de la centralización, dejando fuera de servicio a todos los contadores. Está colocado en la LGA (línea general de alimentación).

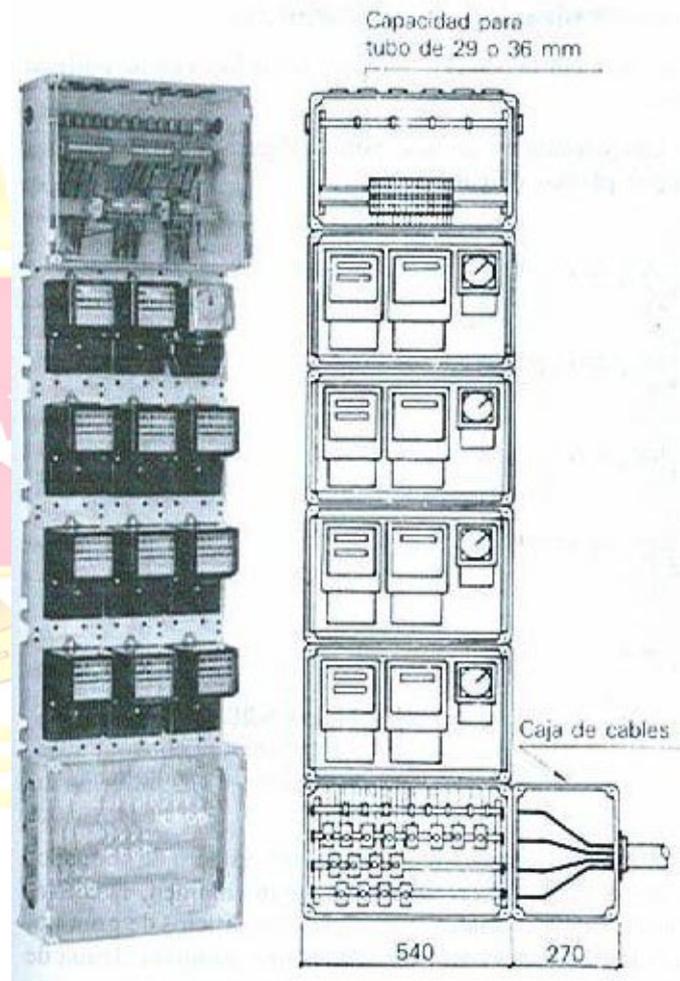
Módulo de embarrado: Se encuentra a la salida del interruptor general de maniobra y distribuye la corriente a los distintos módulos. En el embarrado se encuentran los fusibles que protegen y permiten cortar corriente en la derivación de cada abonado.

Módulo de medida o de contadores: Es el módulo en el que se encuentran los aparatos de medida o contadores, así como los interruptores horarios.

Módulo de bornes de salida: De él parten las derivaciones individuales de cada abonado.

En la centralización de contadores también nos encontramos el borne de toma de tierra conectada con la instalación de tierra de la edificación.

Figura: Centralización de contadores. Embarrado en la parte inferior, contadores en el medio, y módulo de salida en la parte superior.



#### 6.5.4 Derivaciones individuales

Las derivaciones individuales son las líneas que enlazan el contador o contadores de cada cliente con el cuadro general de mando y protección en el interior de cada vivienda o local.

Siempre van por zonas comunes. Cuando discurren verticalmente, van metidas en canalizaciones o conducto de obra de fábrica adosado al hueco de escalera con elementos cortafuegos cada 3 plantas, además de tapas registrables.

Normalmente, a cada usuario va una fase, neutro y tierra. Se van usando las 3 fases alternativamente para cada usuario, o por cada planta.

### 6.5.5 Interruptor de control de potencia (ICP)

En el ICP comienza la instalación interior o receptora.

El ICP es instalado por la compañía suministradora para limitar el consumo contratado por el abonado. Va instalado en una caja empotrada o atornillada al lado del cuadro general de distribución de la vivienda, situada a la entrada de la derivación individual, lo más cerca posible de la puerta de la vivienda.

La función del ICP no es la de protección, sino la de limitar la potencia contratada por el usuario. Si un usuario tiene contratada 5500W, por ejemplo, al pasar el consumo de este valor, el ICP “saltará” cortando la corriente.



Figura: ICP, en la parte superior, con el CGD en la parte inferior. El ICP va precintado.

### 6.5.6 Cuadro general de distribución (Cgd)

En el CGD se alojan todos los dispositivos de seguridad, protección, distribución y mando de la instalación interior de la vivienda. Estos dispositivos son los siguientes:

#### 6.5.6.1 Interruptor general automático (IGA)

Como su nombre indica es el interruptor general que corta la corriente de entrada al cuadro general de mando y por tanto a toda la vivienda. Puede accionarse manualmente o de forma automática por cortocircuito en la línea. En las viviendas, habitualmente, no existe, ya que se puede sustituir por los PIA`s.

#### 6.5.6.2 Interruptor diferencial

Es un **sistema de seguridad** fundamental para la protección de los usuarios. Ante una derivación de corriente a tierra por un defecto de aislamiento este automático cortará inmediatamente la corriente. En la práctica esto impedirá que una persona sufra una descarga de corriente a tierra a través suyo durante un tiempo prolongado, en otras palabras, evita los “calambrazos”. En caso de que sólo este dispositivo salte en una instalación, quiere decir, que por algún lugar de la instalación, una fase está en contacto con la tierra (que puede ser una chapa, una masa, a la tierra directamente, o a la tierra a través de una persona por ejemplo).

### 6.5.6.3 Pequeño interruptor automático (pia)

Tiene como misión interrumpir la corriente en caso de cortocircuitos o en caso de recalentamiento excesivo de la línea. Se sitúa un PIA por cada circuito de la instalación. En una vivienda por ejemplo, puede haber 4, 5, 6, o más PIA's dependiendo, principalmente, de la superficie de la vivienda. Cada PIA protegerá un circuito distinto. Hay circuitos para la iluminación, para tomas de corriente, para el horno, para tomas de corriente de la cocina, para el aire acondicionado, etc. Cuando PIA salta, es debido a que en el circuito al que protege, hay una sobrecarga importante, o un cortocircuito.

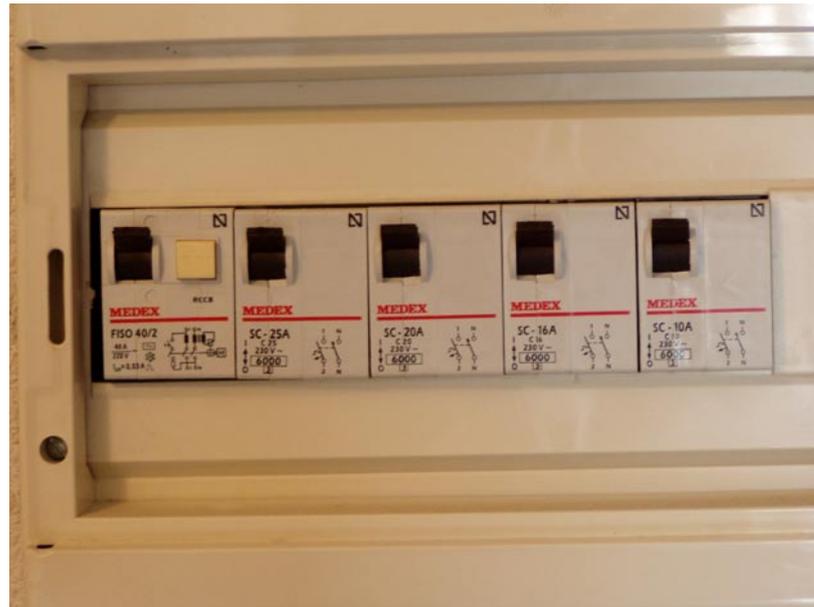


Figura: CGD. A la izquierda está el diferencial con su inconfundible botón de test. A la derecha hay 4 PIA's para los circuitos de: horno, lavadora y termo, tomas de corriente e iluminación.

## 7. PELIGROSIDAD DE LA ELECTRICIDAD

### 7. 1. Efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano

Los fenómenos fisiológicos que produce el paso de la corriente eléctrica en el organismo humano son debidos al valor de la intensidad de corriente, y no a la tensión, pudiendo provocar accidentes graves e incluso la muerte.

Los efectos fisiológicos creados en el cuerpo humano al paso de la corriente eléctrica varían en función de varios factores:

### 7.1.1 INTENSIDAD DE PASO

Intensidad a través del cuerpo humano	Efectos fisiológicos
Menor de 0,4mA	Ninguna sensación en la mano.
Entre 0,4mA y 1,1mA	Umbral de percepción. Pequeño cosquilleo.
Entre 1,1mA y 1,8mA	Choque no doloroso sin pérdida de control muscular.
Entre 1,8mA y 9mA	Choque doloroso sin pérdida de control muscular.
Entre 9mA y 16mA	Máxima intensidad a la que una persona es capaz de soltar un conductor.
Entre 16mA y 23mA	Choque doloroso grave. Contracciones musculares fuertes y dificultad en la respiración.
Entre 23mA y 100mA	Posible fibrilación ventricular en el corazón.
Entre 100mA y 1000mA	Fibrilación ventricular por choques de entre 3 segundos y 0,03 segundos.
Más de 1000mA	Fibrilación ventricular por choques de menos de 0,03 segundos.

### 7.1.2 Tiempo de CHOQUE

Lógicamente, el efecto de la intensidad se ve agravado por el tiempo de contacto. No es lo mismo estar un instante atravesado por la intensidad o estar un buen rato “pegado”. Aunque, ante intensidades grandes, el tiempo deja de tener su importancia, ya que, al menor “calambrazo”, por muy rápido que sea, la muerte está casi asegurada.

### 7.1.3 Tipo de corriente

Los anteriores datos, de la tabla, son para corriente alterna de 50 Hz. Si fuera corriente continua, el cuerpo humano la tolera bastante mejor, por ejemplo, la intensidad máxima para poder soltar el cable es de 76mA aproximadamente.

A la vez, si la frecuencia, fuera mayor, por ejemplo de 10.000 Hz, el efecto sería muy parecido al de con corriente continua.

### 7.1.4 RESISTENCIA DEL CUERPO HUMANO

Según hemos visto en el capítulo la Ley de Ohm. La intensidad de paso por el cuerpo humano depende de la tensión y la resistencia. La tensión es constante, si estamos en una casa, será baja tensión, y si estamos en una torre de alta tensión, será de 66kV, 380kV, etc. La resistencia del cuerpo humano depende mucho de la persona. Las mujeres tienen menos resistencia que los hombres; a más edad, más resistencia; si está el cuerpo mojado; etc.

Respecto al concepto de baja o alta tensión se debe tener en cuenta que la corriente eléctrica de baja tensión provoca la muerte por fibrilación ventricular, al contrario que la de alta tensión, que lo hace por destrucción de órganos, o por asfixia, debido al bloqueo del sistema nervioso.

La resistencia que ofrecemos al paso de la corriente, también depende de la presión con la que agarremos el cable, y de la superficie con la que lo hacemos. A mayor presión y mayor superficie, menor resistencia ofrecemos al paso de la corriente eléctrica.

### 7.1.5 RECORRIDO DE LA CORRIENTE

La intensidad de paso entra y sale de nuestro cuerpo humano. La trayectoria que hace, suele ser la línea recta. Las trayectorias habituales son mano-mano (al agarrar una fase y un neutro por

ejemplo), mano-pie (al tocar con la mano una fase y estar de pie en el suelo), etc. Dependiendo de esta trayectoria podemos tener más o menos suerte si el corazón está en ella o no. Por ejemplo, si la trayectoria es de un dedo de la mano a otro dedo de la misma mano, el corazón no se ve afectado, pudiendo tener más posibilidades de sobrevivir.

## **7.1.6 TIPOS DE EFECTOS EN EL CUERPO HUMANO**

### **7.1.6.1 CONTRACCIÓN MUSCULAR**

El paso de la corriente provoca la contracción muscular. Este efecto puede provocar dos situaciones muy distintas cuando tocamos un cable con tensión: o bien salimos disparados por efecto de nuestros músculos al ponerse rígidos, o el efecto más negativo, nos agarramos al conductor sin poder soltarlo.

### **7.1.6.2 PARADA RESPIRATORIA**

Debido a la contracción muscular, los músculos que rodean la caja torácica, incluido el diafragma se ponen rígidos y no dejan a los pulmones ni coger ni soltar aire.

### **7.1.6.3 FIBRILACIÓN VENTRICULAR**

Dependiendo de la trayectoria que nos atraviese, puede verse afectado el corazón. En caso de que pase una intensidad suficientemente grande por el corazón, puede hacer que éste, pierda su ritmo sinusal, dejándole con contracciones rápidas no efectivas, con el consiguiente paro circulatorio.

### **7.1.6.4 QUEMADURAS**

Por el efecto de la Ley de Joule, la resistencia del cuerpo también funciona como una calefacción, quemándose por donde ha pasado la intensidad. De esta forma, se notan quemaduras claras por donde ha entrado y salido la corriente, palmas de las manos, brazos, pies, etc. Estas quemaduras se tratan de igual forma que cualquier quemadura, ya que son debidas al calor.

## **7.2. RIESGOS DE LA ELECTRICIDAD (ACCIDENTES)**

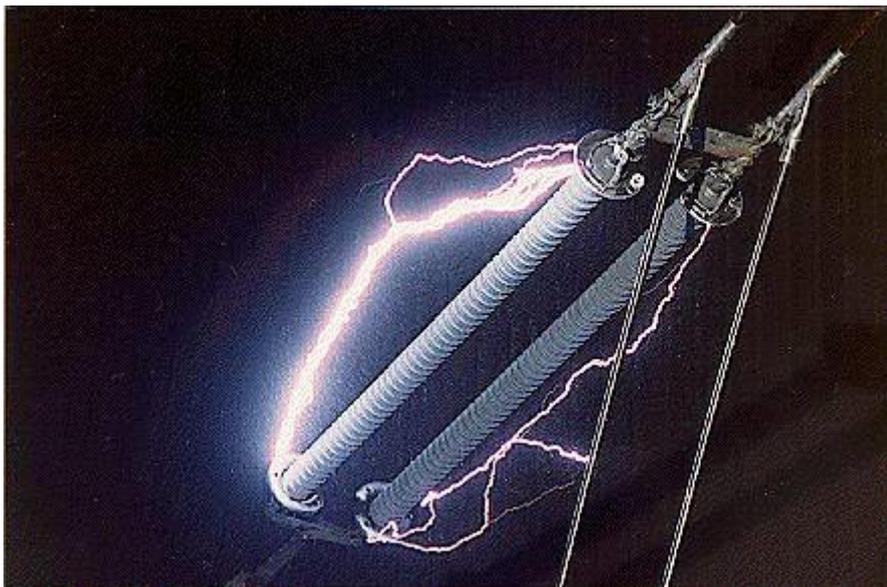
Básicamente, hay dos tipos de accidentes eléctricos con los que nos podemos encontrar: el arco eléctrico y la electrocución.

### **7.2.1 ARCO ELÉCTRICO**

El arco eléctrico es un efecto no deseado que se produce cuando dos puntos con potenciales distintos están muy próximos. Según la Ley de Ohm, cuando esa distancia es suficientemente pequeña, o cuando la diferencia de potencial entre los dos puntos es suficientemente grande, se produce el arco eléctrico, pasando la intensidad por un material, que en principio, es aislante, como por ejemplo, el aire.

El arco más conocido por todos es el rayo. El plasma es otro ejemplo de arco eléctrico. Cuando el aire se convierte en conductor, se crean en el “rayo” brillante unas temperaturas altísimas, ocasionando quemaduras, o incluso, como en el caso del plasma, fundiendo el metal.

Los efectos del arco eléctrico son la alta temperatura que se produce, la cual puede ser una fuente de ignición para un incendio, y el paso de corriente eléctrica, que en caso de ser nosotros uno de los puntos del arco, esta intensidad pasará por nosotros con las consecuencias antes estudiadas.



En la foto se puede observar un arco eléctrico que “salta” un aislador de una torre de alta tensión. El aislador está sujetando la fase, que está al lado derecho del aislador, la cuál tendrá una tensión aproximadamente de 380kV o 220kV. Al lado izquierdo del aislador está la torreta, la cual está a cero voltios. Por tanto, la ddp entre los dos puntos es 380kV o 220kV en el mejor de los casos. El arco ha “saltado” por el aire, posiblemente por una subida de tensión accidental en la línea, por un mal cálculo de la longitud del aislador, unido quizás, a una noche con bastante humedad ambiental.

#### 7.2.1.1 PREVENCIÓN DEL ARCO ELÉCTRICO

Si nosotros nos acercamos a una distancia suficientemente pequeña a un conductor con tensión, nos puede pasar exactamente lo mismo que en la foto, ya que nosotros, si vamos andando por la tierra, o trepando por la torre, estamos a cero voltios. Por tanto, la prevención del arco eléctrico se reduce a estar lo suficientemente alejados de las fases. Dependiendo de la tensión de la fase, tendremos que estar alejados a una distancia mínima de las partes en tensión para que no salte el arco hasta nosotros y nos atraviese una intensidad de corriente.

<b>TENSIÓN (de líneas de conductores desnudos)</b>	<b>ALEJAMIENTO MÍNIMO</b>
Baja tensión	0,3 m.
20kV	1 m.
45kV	1,40 m.
66kV	1,50 m.
132kV	2 m.
220kV	3 m.
380kV	4 m.

Estas distancias se refieren a un día en condiciones ambientales normales. Si hay mucha humedad o llueve, estas distancias habrá que aumentarlas.

## 7.2.2 ELECTROCUCIÓN

La electrocución es paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano. Se produce cuando tocamos un conductor, una chapa, etc., que está un potencial distinto al nuestro, que normalmente, será de cero voltios.

Según la Ley de Ohm, si vamos andando por la tierra (estamos a cero voltios), y tocamos un conductor que está a X voltios, existirá una diferencia de potencial de X voltios, que provocarán una intensidad de corriente que pasará por nuestro cuerpo hasta la tierra. En el caso de los pájaros sobre las líneas de alta tensión, la diferencia de potencial entre sus patas es de cero voltios, ya que están tocando una fase solamente.

Ya se han explicado en el punto 1 las consecuencias de la intensidad de paso, así como sus factores.

### 7.2.1.1 TIPOS DE CONTACTOS

Hay dos tipos de contactos: directo e indirecto.

Contacto directo: se produce cuando tocamos conductores o partes metálicas que están siempre con tensión, como por ejemplo, cuando tocamos un conductor desnudo, el borne de un transformador, o metemos el dedo en el enchufe y tocamos la fase.

Contacto indirecto: se da cuando tocamos partes que no están habitualmente con tensión, pero que accidentalmente tienen tensión. Por ejemplo, si tocamos una torreta de alta tensión que por accidente tiene una fase tocándola, o tocamos un frigorífico el cual tiene un contacto que está tocando la chapa.

Dependiendo de lo que toquemos, podemos tener dos tipos determinados de contactos: Contacto fase-tierra: es el habitual. Se da cuando tocamos con una mano una fase y estamos de pie en el suelo o colgados de la torre de alta tensión. Si estamos en baja tensión por ejemplo, tendremos una diferencia de potencial entre nuestra mano y el pie de 220V, pasando una intensidad de corriente de fase a tierra a través de nosotros.

Contacto fase-fase: se da cuando tocamos dos fases. Si agarramos con una mano una fase y con la otra mano, otra fase, habrá una diferencia de potencial entre nuestras manos, (en el caso de baja tensión será de 380V), pasando una intensidad de corriente a través de nuestro cuerpo.

### 7.2.2.2 PREVENCIÓN DE LA ELECTROCUCIÓN

Para saber cómo prevenir en la electrocución, nos tenemos que fijar nuevamente en la Ley de Ohm:

$$I = V / R$$

Lo que queremos evitar es que la intensidad de corriente por nuestro cuerpo sea dañina. Deberíamos actuar para que la “intensidad de paso” no fuera mayor de 1mA. Mirando la fórmula, esto se puede conseguir de dos formas: actuando en la tensión, o actuando en la resistencia.

Corte de tensión: la única forma de disminuir la tensión, es cortarla. Si no hay tensión, no habrá intensidad de paso por nuestro cuerpo. La actuación principal será el CORTE DE TENSIÓN. Esto, a veces, no es posible, por tanto se pueden usar elementos en forma de barrera, que hagan que sea imposible el contacto con partes en tensión. Por ejemplo, si estamos trabajando al lado de unos cables de baja tensión desnudos, se puede poner algún elemento, como por ejemplo una mesa, un cono, etc., que impida que accidentalmente, o por olvido, toquemos esos cables.

Aumento de la resistencia: otra forma de conseguir el objetivo deseado, que es disminuir la intensidad por debajo de 1mA, es aumentar la resistencia por la que vaya la intensidad de paso. Nuestro cuerpo tiene una resistencia “baja”, pero si usamos elementos aislantes, (guantes,

banqueta aislante, pértiga), conseguiremos que la resistencia total “nuestra” aumente de forma considerable. La intensidad de paso tendrá que recorrer a través de la pértiga, de los guantes, de nuestro cuerpo y de la banqueta hasta llegar a tierra. Usando estos elementos, no sabremos qué intensidad de paso puede haber en caso de electrocución, ya que no nos vamos a poner a hacer cálculos teóricos, pero sí sabremos si podemos o no podemos viendo las características de estos elementos. Esto se verá en el próximo capítulo.

#### **RESUMEN**

Las medidas a tomar para evitar un accidente eléctrico, ya sea el arco eléctrico, como la electrocución, son:

Alejamiento mínimo.

Interposición de elementos entre las partes en tensión y nosotros.

Corte de tensión.

Aumento del aislamiento con herramientas (pértiga, guantes, etc.)

Sin duda, de la forma en la que actuaremos más tranquilos, es cortando la tensión

### **8. AGENTES EXTINTORES PARA FUEGOS CON PRESENCIA DE ELECTRICIDAD**

Siempre que exista un incendio donde haya presencia de un posible riesgo eléctrico, se debe usar el agente extintor más adecuado. Hay que analizar dónde está el riesgo, qué se está quemando, y que posibilidades hay de extinguir el incendio con el agente extintor elegido.

#### **8.1 Factores a tener en cuenta**

-Los agentes extintores que se apliquen no deben ser conductores para evitar electrocuciones (polvo químico o CO<sub>2</sub>).

-Limitarán la extensión del incendio actuando rápidamente. En caso contrario, optar por otro agente extintor, o cambiar la forma de actuar.

-Siempre que sea posible, dejaremos la instalación eléctrica sin tensión. Una vez conseguido esto, trataremos al incendio como uno normal, aplicando el agente extintor más idóneo.

-Utilizaremos los guantes aislantes, ya que los extintores son metálicos y conducen la electricidad.

#### **8.2.2 TIPOS DE AGENTES EXTINTORES**

Agua a chorro: El agua en estado puro no es conductora de la electricidad, pero cuando contiene sales, pierde su propiedad aislante. Nosotros no podemos saber si el agua que utilizamos es más o menos conductora, por lo tanto, la consideraremos como conductora. El chorro de agua lanzado desde la lanza hasta un material con cierta tensión, puede hacer que haya un flujo de corriente eléctrica a través del chorro de agua hasta la lanza de agua con la consiguiente electrocución del bombero. Por lo tanto, nunca usaremos el agua en chorro macizo.

Agua pulverizada: En caso de tener que usar este medio extintor, por ser el mejor refrigerante, y disponerlo en grandes cantidades, lo haremos en forma pulverizada para así, hacerlo menos conductor. Como se ha dicho anteriormente, hay que evitar el uso de este agente

extintor en presencia de tensión. Si es imprescindible, usar siempre el agua en estado pulverizada, y pensar en la posibilidad de dejar la lanza fija, monitorizada, para evitar exponer al bombero. Además, hay que tener en cuenta cuando se utiliza el agua, que el bombero, se suele mojar, con la consiguiente disminución de resistencia a la intensidad de paso.

**Espuma:** Está compuesta básicamente de agua y jabón, por tanto, la consideraremos conductora. En caso de tener que utilizar espuma, por ejemplo para inundar un centro de transformación subterráneo, usaremos espuma de alta expansión, que es la menos conductora, al tener mucho aire en sus burbujas.

**Polvo químico:** Tanto el polvo BC, como el ABC, no son conductores de la electricidad. Tienen varios inconvenientes, como son, el nulo poder refrigerante, la limitación de la cantidad, que hay que acercarse bastante y además, deja un residuo muy polvoriento, pudiendo haber ocasionado graves daños a una instalación eléctrica.

**CO<sub>2</sub>:** Es el agente extintor que debemos usar como prioritario. No es conductor y no deja residuo polvoriento, por lo tanto, es muy adecuado para equipos eléctricos delicados. Además, tiene un buen poder refrigerante.

Se han visto los agentes extintores que podemos usar de peor a mejor. Como norma general, ante un fuego en presencia de electricidad, usaremos el CO<sub>2</sub> o el polvo químico. Existen otros agentes extintores que nos podemos encontrar en algunos lugares, como son los halones, tanto el 1211 o el 1301. Se pueden comparar con el CO<sub>2</sub>, siendo buenos agentes para este tipo de incendios.