

RIESGO ELÉCTRICO

Tema 28

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	4
2	NOCIONES BÁSICAS DE ELECTRICIDAD.....	4
2.1	Concepto de tensión o diferencia de potencial	4
2.2	Concepto de intensidad	5
2.3	Concepto de resistencia eléctrica	5
2.4	Ley de Ohm.....	6
2.5	Potencia.....	6
2.6	Ley de Joule	6
3	CIRCUITO ELÉCTRICO	7
3.1	Circuito en serie.....	7
3.2	Circuito en paralelo	7
4	TIPOS DE CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA	8
4.1	Corriente continua (CC).....	8
4.2	Corriente alterna (CA)	8
4.2.1	Corriente alterna monofásica	8
4.2.2	Corriente alterna trifásica	9
5	RED ELÉCTRICA NACIONAL	9
5.1	Sistema eléctrico español. Generación y transporte	9
5.2	Características del sistema eléctrico	10
5.3	Generación de la energía eléctrica.....	10
5.4	Transporte	10
5.5	Centros de transformación	11
5.5.1	Partes fundamentales de un centro de transformación (CT)	12
5.6	Transformadores	13
6	DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	14
6.1	Líneas de distribución de baja tensión	15
6.2	Acometida	15
6.3	Instalaciones de enlace	16
7	COMPONENTES DE LA DERIVACIÓN DOMÉSTICA.....	17
7.1	Interruptor de corte en carga	17
7.2	Embarrado y fusibles de protección	18
7.3	Contador.....	18

7.4	Instalación completa	19
7.5	Cuadro general de mando y protección (CGMP)	20
8	ALUMBRADO PÚBLICO Y SEÑALIZACIÓN VIARIA	21
8.1	Alumbrado público	22
8.2	Señalización viaria	22
	BIBLIOGRAFÍA	23

1 INTRODUCCIÓN

En la inmensa mayoría de los siniestros en los que actuamos los equipos de extinción y salvamento, nos vamos a encontrar con electricidad y, por lo tanto, estaremos expuestos a un riesgo real de electrización o electrocución, por contacto o por arco eléctrico.

2 NOCIONES BÁSICAS DE ELECTRICIDAD

La materia está compuesta por una serie de partículas que reciben el nombre de moléculas, las cuales, a su vez, están constituidas por otras partículas menores llamadas átomos.

El átomo está formado por:

- **Núcleo:** Es la parte central del átomo, y está formada por protones y neutrones. Los protones tienen carga eléctrica positiva, y los neutrones no tienen carga eléctrica.
- **Corteza:** Es la parte que rodea al núcleo, y está constituida fundamentalmente por electrones. Estos tienen la misma carga eléctrica que los protones, pero negativa.

La carga eléctrica del átomo será negativa o positiva, dependiendo de si tiene exceso (negativa) o déficit (positiva) de electrones.

La cantidad de electrones que posee un cuerpo es una magnitud perfectamente medible. A esa cantidad de electrones se le llama cantidad de electricidad o carga eléctrica, su símbolo es la letra Q y su unidad es el electrón (e).

Los electrones giran libres alrededor del núcleo y, bajo ciertas circunstancias de inestabilidad, pueden pasar de unos átomos a otros constituyendo lo que llamamos corriente eléctrica.

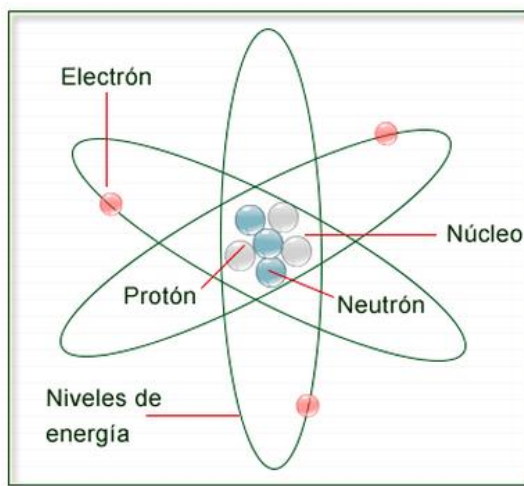


Figura 1. Estructura de un átomo. Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México

2.1 Concepto de tensión o diferencia de potencial

Para que el exceso de electrones (negativos) de un cuerpo, pasen a un cuerpo con defecto de ellos (positivo), es necesario que los electrones del cuerpo negativo posean la energía necesaria que les

permita desplazarse a través del elemento conductor. Esta energía será mayor cuanto mayor sea la cantidad de electrones que se deben desplazar.

De la diferencia en cuanto al número de electrones que exista entre un cuerpo y otro dependerá la mayor o menor diferencia de potencial entre ellos, de modo que podemos definir la tensión, o diferencia de potencial (en adelante, ddp), como la diferencia en el número de electrones entre dos cuerpos con distinto potencial eléctrico.

Cuando hablamos de tensión o ddp en un sólo punto nos referimos a la diferencia de potencial entre ese punto y algún otro donde el potencial se defina como cero.

La unidad de la tensión es el voltio (V), aunque en alta tensión se utiliza como múltiplo el kilovoltio (kv), que equivale a 1.000 voltios, y la podemos medir conectando los dos bornes de un voltímetro en los puntos a medir.

2.2 Concepto de intensidad

Se denomina intensidad de corriente eléctrica, a la cantidad de cargas que circulan por un conductor en un tiempo determinado, desde un cuerpo cargado negativamente a otro cargado positivamente, y se mantendrá hasta que las cargas de ambos cuerpos se igualen.

De este modo aparece una nueva magnitud eléctrica: la intensidad de corriente eléctrica, definida como la cantidad de electricidad que pasa por un conductor en cada segundo, y que se representa por la fórmula:

$$I = Q/t$$

donde:

I será la intensidad medida en amperios (A),

Q será la cantidad de carga (positiva o negativa) expresada en Culombios, y

t será el tiempo en segundos.

Para medir la intensidad de corriente eléctrica, se usa un aparato llamado amperímetro, el cual tiene dos bornes que se intercalan al conductor sobre el que queremos medir la intensidad. Esta forma de conexión se denomina conexión en serie.

2.3 Concepto de resistencia eléctrica

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

Existen materiales que permiten el paso de cargas eléctricas y reciben el nombre de conductores, y materiales que no permiten el paso de cargas eléctricas y se denominan aislantes.

Esta mayor o menor oposición al paso de la corriente eléctrica, es una magnitud eléctrica medible, y su unidad es el ohmio que se simboliza con la letra griega omega (Ω).

Se define a un ohmio como la resistencia eléctrica que existe entre dos puntos de un conductor, cuando una diferencia de potencial constante de 1 voltio aplicada entre estos dos puntos, produce en dicho conductor, una corriente de intensidad de 1 amperio.

Para medir resistencias utilizamos un aparato llamado óhmetro, que conecta en paralelo al igual que el voltímetro.

2.4 Ley de Ohm

La ley de ohm pone en relación las distintas magnitudes eléctricas, intensidad, voltaje y resistencia, y se representa por la fórmula:

$$I = V / R$$

donde:

I es la intensidad,

V es la tensión,

R es la resistencia.

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 una formula básica en electricidad que nos indica que cuanto mayor sea la tensión, mayor será la intensidad, y que cuanto mayor sea la resistencia, menor será la intensidad. De esta forma sabemos que, para disminuir la intensidad, debemos usar materiales más aislantes, lo que aumenta la resistencia.

2.5 Potencia

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

Al hablar de que un aparato consume mucha o poca potencia, estamos diciendo que necesita mucha energía o poca en una unidad de tiempo dada. 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), ya que la tensión de nuestra casa es constante.

$$P = V \times I$$

donde:

P es la cantidad de energía,

V es la tensión,

I es la intensidad.

2.6 Ley de Joule

El paso de la intensidad de corriente eléctrica genera calor, que se mide en julios (J) y más comúnmente en calorías (cal). Este efecto lo podemos ver en nuestras casas, en los radiadores eléctricos, o en el horno eléctrico.

El efecto negativo que genera ese calor, es el calentamiento de los conductores al paso de la corriente, provocado generalmente por instalaciones defectuosas o sobrecargadas. Además de las pérdidas de energía, este efecto es causa habitual de incendios, o de accidentes por quemaduras.

3 CIRCUITO ELÉCTRICO

Un circuito eléctrico está integrado por componentes y conductores, lo que permite que haya intensidad de corriente, de una forma continuada en el tiempo.

Siempre tendrá que haber un conductor por el que discurra la corriente eléctrica, y otro por el que, mediante un generador, se mantenga la ddp.

Los elementos del circuito pueden conectarse de dos formas distintas, conexión en serie y conexión en paralelo o derivación, y el comportamiento del circuito será radicalmente distinto en ambos casos.

3.1 Circuito en serie

Se dice que están conectados en serie, cuando el extremo de un componente se conecta con el principio del otro. Las cargas eléctricas sólo tienen un camino por el que ir.

Características:

- La intensidad de corriente es la misma en todos sus componentes.
- Si un componente del circuito se interrumpe, todo el circuito queda cortado.
- La ddp entre los extremos de circuito, es la suma de las ddp de los extremos de cada elemento.

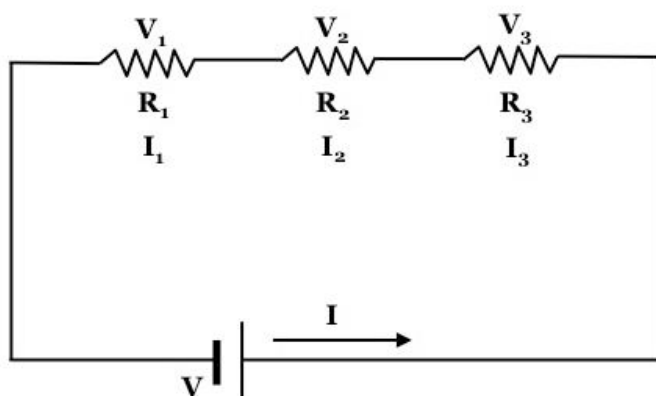


Imagen 2. Circuito en serie. Fuente: CBCM

3.2 Circuito en paralelo

Se dice que están conectados en paralelo, si las entradas y las salidas de todos los componentes del circuito se conectan entre sí, de forma que en un punto del circuito se produce una bifurcación múltiple.

Características:

- La ddp (v) es la misma en los extremos del circuito, e igual para todos los elementos que lo componen.
- La intensidad de corriente es distinta en cada elemento, dependiendo esta de su mayor o menor resistencia.

- Si se suprime algún elemento el circuito, el circuito no se corta, si no que aumenta la intensidad de los otros elementos.

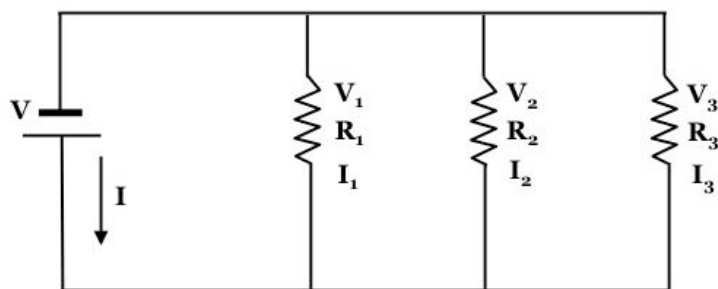


Figura 3. Circuito en paralelo. Fuente: CBCM

4 TIPOS DE CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA

Según los valores de la tensión en los conductores y de su variación en el tiempo tenemos dos tipos de corriente eléctrica: Corriente Continua (CC) y Corriente Alterna (CA).

4.1 Corriente continua (CC)

La diferencia de potencial se consigue con dos polos, positivo y negativo, que siempre tienen la misma tensión y el mismo sentido de circulación de la corriente.

La batería de un coche es un buen ejemplo donde el positivo siempre tendrá 12 V y el negativo 0 V.

De color rojo para el positivo y negro para el negativo, se utiliza en casi todos los aparatos electrónicos (todo lo que lleve pilas). También se usa en el metro y el AVE, donde la catenaria que va colgada es el positivo y los raíles son el negativo.

4.2 Corriente alterna (CA)

Como su nombre indica, varía en el tiempo, alternando valores positivos y negativos.

En España se usan dos tipos: monofásica y trifásica.

4.2.1 Corriente alterna monofásica

Recibe este nombre porque sólo tiene una fase, comparte con la continua que existe un conductor que tiene 0 V pero ya no se llama negativo sino “neutro”, el otro conductor no se llama positivo sino “fase” y no tiene siempre un valor constante positivo, si no que toma valores desde cero hasta un valor positivo máximo y después un valor negativo máximo (que será igual que el positivo), pasando nuevamente por el cero.

A este proceso se le llama ciclo, y en España, la corriente alterna es de 50 hertzios (50Hz), lo que significa que el generador realiza 50 ciclos o giros completos, por segundo.

Teóricamente la dpp instantánea entre fase y neutro, depende de en el momento en que se encuentre la fase, pero el comportamiento real de está, es como si fuese el cable rojo de la batería, por lo que podemos decir que existe una ddp constante entre fase y neutro.

4.2.2 Corriente alterna trifásica

Como su nombre indica tiene tres fases, pudiendo existir neutro o no.

Las tres fases tienen el mismo valor, aunque no lo alcanzan a la vez, sino que van desfasadas en el tiempo entre sí. En un instante dado cada fase tendrá un valor distinto.

5 RED ELÉCTRICA NACIONAL

5.1 Sistema eléctrico español. Generación y transporte

El sistema eléctrico nacional, está formado por un conjunto de empresas generadoras de electricidad. Su finalidad es la producción, transporte y distribución de este tipo de energía.

La energía eléctrica se genera en las centrales de producción, discurre por la red de distribución y llega hasta los elementos de consumo de los usuarios.

Para llegar a entender cómo la energía llega hasta el usuario final, vamos a diferenciar tres tipos de subsistemas eléctricos:

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

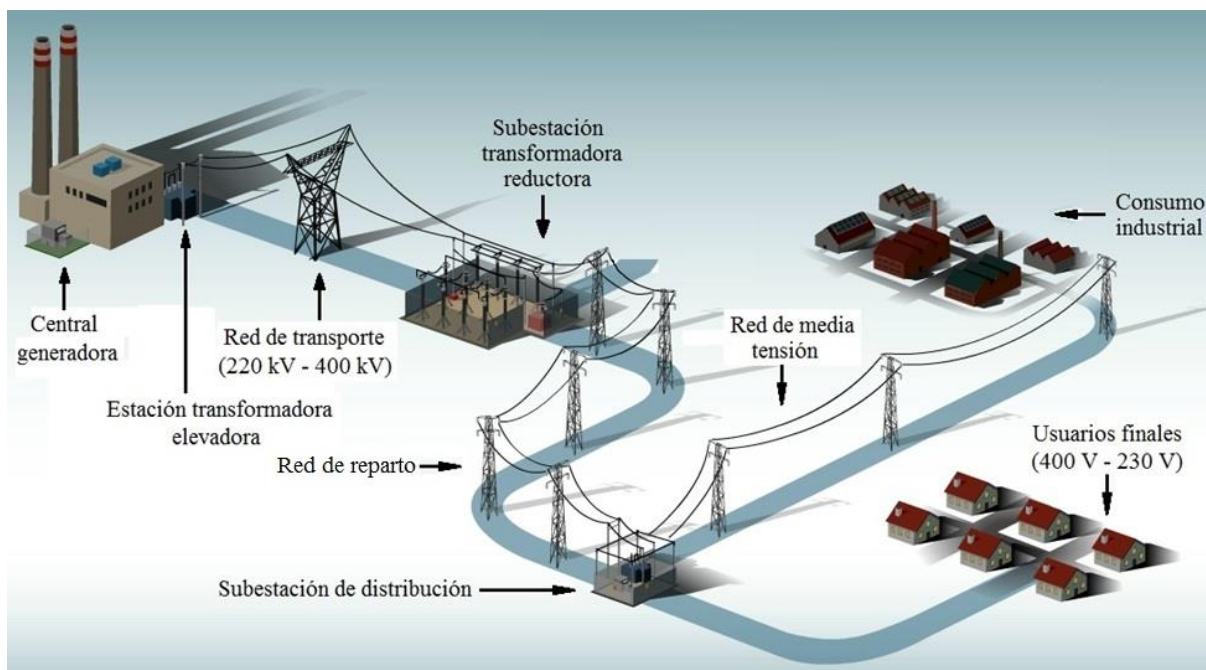


Figura 4. Generación y transporte de electricidad. Fuente: <https://globalelectricity.wordpress.com/>

5.2 Características del sistema eléctrico

En España, el sistema eléctrico consta de tres fases y 50 Hz, y aunque usualmente se habla de “MEDIA TENSIÓN” y de “MUY ALTA TENSIÓN”, para las intervenciones de extinción y salvamentos hablaremos de “ALTA TENSIÓN”, siempre que trabajemos por encima de 1000 V en CA.

5.3 Generación de la energía eléctrica

Las centrales generadoras de electricidad pueden ser hidráulicas, térmicas (carbón), nucleares y de energías renovables (eólicas, solares, hidráulicas, geotérmicas, mareomotrices, etc).

Los alternadores de las centrales producen energía eléctrica trifásica a una tensión de 10 kV a 20 kV entre fases. Disponen de una estación de transformación elevadora, en la que se incrementa la tensión de producción a tensión de transporte, entre 220 kV y 400 kV.

5.4 Transporte

El transporte se realiza en alta tensión, escalonado en líneas de 1ª, 2ª y 3ª categoría. Las de 1ª categoría transportan la corriente eléctrica desde las centrales generadoras a las subestaciones transformadoras, en tensiones comprendidas entre los 132 kV y los 400 kV entre fases.

Las líneas constan de las siguientes partes:

- **Conductores.** Son de sección reducida, generalmente de aluminio con alma de acero para lograr una mayor resistencia mecánica. Por razones económicas los trazados son aéreos, no soterrados, y no llevan aislamiento, es decir, son cables desnudos.

Se transporta en tres fases, el neutro aún no existe en este tramo de la red.

- **Aisladores.** Pueden ser de porcelana (ya en desuso) o de vidrio. Un sistema que valía para identificar la tensión de una línea era contar sus aisladores; más o menos, cada aislador podía equivaler a 10 kV pero actualmente existen otro tipo de aisladores sintéticos con los que no podremos saber la entidad o categoría de la línea de Alta Tensión siguiendo esta regla.



Figura 5. Aisladores. Fuente: CBCM

- **Apoyos.** Pueden ser metálicos, de hormigón o de madera (también en desuso).



Figura 6. Apoyos. Fuente: CBCM

- **Subestaciones o instalaciones de transformación:** En ellas se realiza una primera transformación de “muy alta tensión” que soportan las líneas de 1ª categoría, a “alta tensión” de las líneas de 2ª categoría. La tensión de entrada en la subestación es de 132 kV, 220 kV o 400 kV, y la de salida es de 66 kV o 45 kV.

Suelen estar cerca de grandes centros de consumo, ciudades o polígonos industriales.

- **Subestaciones transformadoras de reparto:** Son centros de transformación a menor escala que los anteriores. Aquí se realiza una segunda reducción a tensiones menos elevadas, o “media tensión”, que será la que suministre a los núcleos industriales y de población.

Las tensiones de entrada más frecuentes son de 66 kV y 45 kV, y las de salida entre 10 kV y 30 kV, es decir “media tensión”. Es conveniente recordar que para el trabajo en intervenciones no tendremos en cuenta tantas distinciones ni rangos, limitándonos a alta y baja tensión.

5.5 Centros de transformación

Están ubicados dentro de los polígonos industriales, o de los núcleos de población.

En ellos se reduce la tensión de las líneas de distribución de 3ª categoría (10 kV a 30 kV), hasta la tensión de consumo que está normalizada en 230 V entre fase y neutro (tensión simple o tensión de base), y 400 V entre fases (tensión compuesta o tensión de línea).

Al centro de transformación llegan tres fases en media tensión, y de ellos salen tres fases y neutro en baja tensión (cuatro cables). Es decir, el neutro nace en los centros de transformación y suele ir unido a tierra, siendo su potencial de 0 V.

Según el **sistema de alimentación** pueden ser:

- **Alimentación radial o antena:** La alimentación sólo llega por una línea, es decir son final de línea. Si la cortásemos conseguiríamos cortar la corriente al centro.

- **Alimentación de paso o mallada:** La línea alimenta varios centros de transformación, y estos pueden estar alimentados por varias líneas, por lo que, si cortamos una de ellas, no nos garantizamos el corte total de suministro en el centro de transformación.

Según el **emplazamiento** pueden ser:

- De intemperie o aéreo.
- De interior de edificio.
- De superficie o prefabricado.
- Subterráneo o soterrado.

Finalmente, **según su acometida, que puede ser subterránea o aérea.**

5.5.1 Partes fundamentales de un centro de transformación (CT)

- **Zona de alta:** Comprende la celda de línea (puede haber una, dos o tantas como el diseño del CT requiera), es importante recordar que en nuestra actuación **nunca vamos a maniobrar sobre esta celda**; será labor de la compañía.

También encontraremos en esta zona la celda de protección con algunos matices que nos van permitir diferenciarla de la anterior. Aloja los fusibles que protegen al transformador. Si en el CT hay varios transformadores, habrá una celda de protección por cada transformador, con posibilidad de maniobrar sobre ella y dejar sin alimentación al transformador al que corresponda.

En los CT más actuales las celdas están encapsuladas en SF₆ (Hexafluoruro de azufre), que permite absorber el arco eléctrico al maniobrar. Debemos fijarnos en la lectura del manómetro alojado en los armarios antes de maniobrar y **no se realizará ningún corte** si se encuentra fuera de su zona verde.



Figura 7. Zona de alta en un CT. Fuente: elaboración propia

- **Celda de transformador:** El acceso está protegido mediante una barrera física. Puede haber varios transformadores separados entre sí.



Figura 8. Transformador. Fuente: CBCM

- **Celda o cuadro de baja:** Comprende la línea de baja tensión y su cuadro de protección, el cual puede constar de un interruptor de baja tensión a la salida del secundario del transformador o conexión directa mediante embarrado. Es la que lleva la energía desde los centros de transformación, hasta los usuarios finales (tres fases y neutro).



Figura 9. Cuadro de baja. Fuente: CBCM

5.6 Transformadores

Los transformadores nos los podemos encontrar en estaciones generadoras, subestaciones transformadoras, subestaciones de reparto y centros de transformación.

Sus **partes fundamentales** son: bornes de entrada (primario), y salida (secundario), y cuerpo.

Según su **sistema de refrigeración** se clasifican como:

- **Secos:** Se refrigeran por aire o resina epoxi en su interior.
- **Refrigerados con aceite:** Necesitan un refrigerante para disipar el calor, que puede ser:

- Aceites minerales procedentes del petróleo, cuyo punto de inflamación aparece a partir de los 140 °C.
- Aceite de silicona. Su punto de inflamación está por encima de los 300 °C. Actualmente es bastante usado.

Cuando se trate de centros de transformación aéreos, suelen disponer en la misma torre, en la salida del secundario del transformador (baja tensión), de un cuadro de baja en el que encontraremos un interruptor de corte (fusibles).

En la entrada del primario (media tensión), dispone de un seccionador de cuchilla que podremos abrir con ayuda de la pértiga.



Figura 10. Izquierda: Transformador aéreo; Derecha: seccionador de cuchilla. Fuente: CBCM

Hay que tener en cuenta que no debemos abrir un seccionador cuando está en carga, porque podemos provocar un arco eléctrico muy peligroso. Primero el interruptor y luego el seccionador, y si tenemos dudas o no existe interruptor, no tocaremos y llamaremos a la compañía suministradora.

Número de identificación: Este número lo encontraremos en una placa, en la puerta del centro o en el exterior y es único para cada centro. Suele estar bien visible e identifica y ubica exactamente dicho CT, en caso de tener que avisar a la compañía por estar afectado en intervención.

La matrícula que se ve en la torre de alta tensión nos informa de un elemento de maniobra o corte alojado en ella (seccionador o fusible), y permite a la compañía determinar su ubicación y categoría. La letra indica la provincia donde se encuentra. Si la torre afectada no dispone de dicha placa la podremos encontrar en otro apoyo aguas arriba o abajo de la red.

6 DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

Como ya hemos comentado anteriormente, en España la corriente eléctrica se consume habitualmente en baja tensión, aunque existen puntos de consumo con suministro en “media tensión”, como Renfe, metro, hospitales, industrias... En ellos no se transforma la tensión en baja, sino que la toman directamente de la red de “media tensión”.

El subsistema de distribución de baja tensión, distribuye la energía eléctrica desde los centros de transformación (donde se añade el neutro), pasando por las líneas de distribución de baja tensión, y por las instalaciones de enlace, hasta el usuario final.

La distribución de energía eléctrica en 380V se efectúa generalmente a través de cuatro conductores: tres fases y un neutro. Estos constituyen lo que se llama red de distribución pública en baja tensión, que une el centro de transformación con todos los consumos. La tensión que encontramos es 380V entre fases y 220V entre fase y neutro.

6.1 Líneas de distribución de baja tensión

Llevar la energía de los centros de transformación a los usuarios, y pueden ser de tres tipos:

- **Aéreas desnudas:** los cables van desnudos con una cierta separación. El cable inferior siempre será el neutro. Los conductores normalmente serán de cobre, y los apoyos pueden ser de madera, metálicos o de hormigón.
- **Aéreas aisladas en haz trenzado:** el tendido consiste en un trenzado de cuatro cables aislados, de los que el neutro tiene mayor grosor y suele ser de acero, porque soporta en gran medida el peso de todo el haz. Esto es importante porque si se secciona, todo el tendido corre riesgo de colapsar.

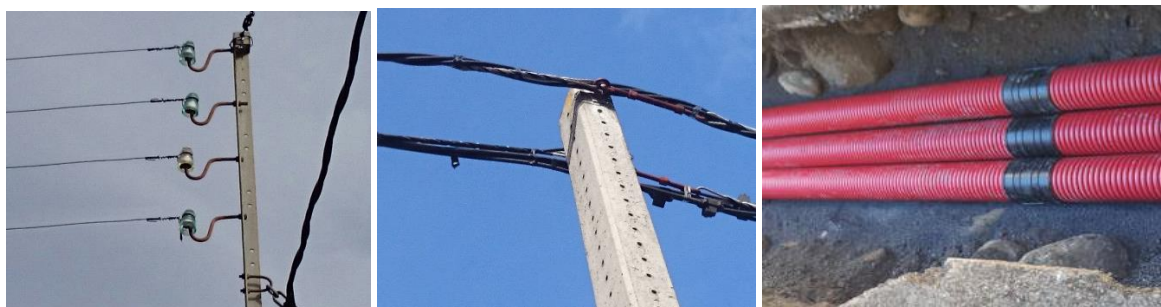


Figura 11. Líneas de distribución de baja tensión. De izquierda a derecha: desnuda, aisladas, subterráneas.
Fuente: CBCM

6.2 Acometida

Parte de la instalación comprendida entre la red general de distribución pública en baja tensión, y llega a la caja general de protección. **Pueden ser aéreas o subterráneas.**

La sección de los conductores se calcula según su demanda, según la tensión de suministro, según la intensidad máxima de corriente en los conductores, y según la caída de tensión, que fijará la empresa suministradora.

El suministro a particulares se hace en monofásica (230V), pero para grandes entidades consumidoras se utilizan **acometidas de potencia**, que abastecen a grandes edificios, centros comerciales, industria..., y que suelen ser trifásicas (400V).

Si se trata de grandes centros de consumo (más de 50 kVA), industrias, colegios, hospitales, etc., se utilizan tensiones superiores a la nominal (380/220V) que pueden alcanzar los 500V o 1000V. En estos casos suelen ser “acometidas únicas” con su propio centro de transformación.

6.3 Instalaciones de enlace

El reglamento de baja tensión las define como “instalaciones que unen la red de distribución, con las instalaciones interiores o receptoras”, y se componen de:

- **Caja General de Protección (CGP):** Es la caja a la que llega la acometida, y que contiene los elementos de protección de la línea general de alimentación (LGA). Puede contar con elementos de medida cuando suministra a una única instalación (Caja de Protección y Medida, CPM).

Si la instalación tiene una demanda de potencia elevada, se podrán instalar dos o más CGP.

Está integrada por tres fusibles, uno para cada fase, y un neutro sin fusible.



Figura 12. CGP. Fuente: CBCM

- **Línea General de Alimentación (LGA):** Enlaza la CGP con el interruptor de corte en carga, que conecta con el embarrado del cuadro de contadores.

Estará integrada normalmente, por tres fases y un neutro, aunque también puede contar con una fase y neutro.



Figura 13. LGA. Fuente: CBCM

7 COMPONENTES DE LA DERIVACIÓN DOMÉSTICA

Hasta ahora hemos visto que la distribución de energía hasta la CGP es propiedad de la empresa suministradora, y que la CGP y la línea general de alimentación hasta centralización de contadores, son propiedad de las Comunidades o de las industrias.

A partir de aquí, la instalación pasa a ser propiedad de cada particular.

El conjunto de equipos de medida situados en un armario, caja o módulo, que recibe el suministro de una misma línea general de alimentación, recibe el nombre de Centralización de contadores, e incluye:

- Interruptor de corte en carga.
- Embarrado y fusibles de protección.
- Contador.
- Cuadro general de mando y protección.

7.1 Interruptor de corte en carga

Recibe el suministro de la línea general de alimentación, y alimenta el embarrado, permitiendo el corte en carga de toda la centralización.



Figura 14. Interruptor de corte en carga. Fuente: CBCM

7.2 Embarrado y fusibles de protección

Compuesto por cuatro barras metálicas, que se conectan a las fases y al neutro del interruptor de corte en carga, y de las cuales salen las derivaciones individuales al contador de cada usuario.

Entre el embarrado y la derivación individual se instalan unos fusibles de protección, con una capacidad de corte adecuada a la máxima intensidad de corriente que pueda darse.

Se colocará un fusible en la fase que vaya al contador de cada abonado, pero el neutro no lo lleva. En viviendas unifamiliares, el fusible irá colocado en el propio tablero del contador.



Figura 15. Embarrado y fusibles de protección. Fuente: CBCM

7.3 Contador

Instalado a continuación del fusible del embarrado, es un aparato de media propiedad del usuario o de la empresa suministradora, que lo cederá en régimen de alquiler.

Va instalado sobre un soporte seguro no inflamable (antiguamente madera), y precintado (su rotura es responsabilidad del abonado), para evitar su manipulación.

En las centralizaciones, irán colocados entre una altura mínima de 0,50 metros, y una máxima de 1,80 metros, y dispuestos de modo que su lectura sea fácil.

La instalación centralizada de varios contadores, exige de un local adecuado de fácil acceso, y señalizado con la leyenda “Cuarto de Contadores”, no pudiendo compartir ubicación con otro servicio (gas, agua, calderas).

También puede ir ubicado dentro de la vivienda en pasillos y cocina, pero nunca en baños o aseos.



Figura 16. Contadores. Fuente: CBCM

7.4 Instalación completa

El siguiente esquema muestra todos los elementos desde la CGP hasta la derivación individual a las viviendas:



Figura 17. Esquema de instalación completa: CGP a derivación individual. Fuente: CBCM

7.5 Cuadro general de mando y protección (CGMP)

Situados generalmente dentro de la vivienda o local, junto a la puerta, constan de los siguientes elementos:

- **Interruptor de control de potencia (ICP).** Pertenece a la empresa suministradora, y su función es limitar el consumo de la persona abonada de acuerdo con lo que tenga contratado. Se coloca próximo al cuadro general de distribución, y se precinta para evitar su manipulación.
En la actualidad, con la instalación de los contadores inteligentes, que permiten limitar el consumo, este elemento está desapareciendo.
- **Interruptor general automático (IGA).** Corta la corriente de entrada al cuadro de forma automática, ante sobreintensidades de la instalación o ante un cortocircuito, aunque también se puede accionar de forma manual cuando necesitemos trabajar sin presencia de tensión.
Habitualmente no existe en viviendas, ya que su función la cumplen los pequeños interruptores automáticos (PIA).
- **Dispositivo de protección contra sobretensiones (DPS).** Es un elemento que protege de las sobretensiones provocadas por una descompensación entre fases, por fallos de la red eléctrica, o por caída de rayos.
- **Interruptor diferencial (IDF).** Es un elemento de protección a los usuarios, que actuará ante un contacto accidental con un aparato eléctrico con tensión y con un defecto de aislamiento, que provoque una fuga de corriente de la instalación.

Al detectar que retorna al diferencial menos corriente de la que entra, corta inmediatamente y de forma automática la corriente. En la práctica esto impedirá que una persona sufra una descarga por tiempo prolongado.

En caso de que salte este dispositivo, quiere decir que en alguna parte de la instalación hay una fase en contacto con la tierra.

En viviendas se instalará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30mA).

- **Pequeño interruptor automático (PIA).** Son interruptores magnetotérmicos, cuya misión es interrumpir la corriente, en caso de cortocircuito o calentamiento excesivo de la línea.

Se sitúa un PIA por cada circuito de la instalación, cada una con un valor distinto en amperios, dependiendo del circuito a proteger (alumbrado 10A, enchufes de usos varios 16A, lavadora y lavavajillas 20A, placa cocina y horno 25A).

- **Toma de tierra.** Es una instalación conductora de cable verde-amarillo paralela a la instalación eléctrica, que finaliza en una pica enterrada en el suelo del edificio.

A esta instalación se conectan todos los aparatos eléctricos, con la finalidad de que cualquier fuga de la instalación de corriente que electricice el aparato, se derive a tierra, protegiendo al usuario.

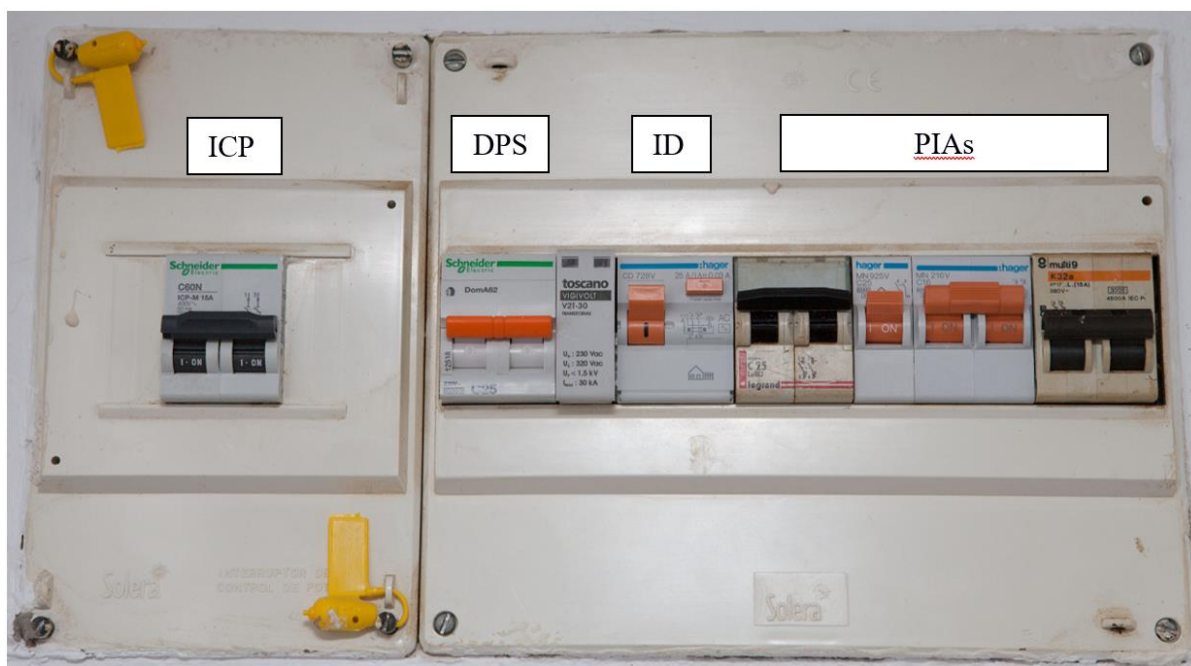


Figura 18. Cuadro General de Mando y Protección. Fuente: CBCM

8 ALUMBRADO PÚBLICO Y SEÑALIZACIÓN VIARIA

Normalmente son instalaciones de titularidad pública, aunque podemos encontrarlas en zonas privadas.

8.1 Alumbrado público

Generalmente constarán de tres fases y neutro (380V), aunque el suministro de cada luminaria se realizará con fase y neutro (220V), alternando las fases empleadas en cada elemento. De esta manera si una fase fallase, no se verá afectado todo el tendido de alumbrado.

Todas las farolas metálicas deben llevar un fusible de protección en la fase, y puesta a tierra a través de una pica hincada en el suelo.

La instalación consta de:

- Columnas.
- Luminarias.
- Líneas de alimentación.
- Armario general de mando y protección.
- Caja general de protección.

El encendido se suele hacer mediante programación automática, o mediante la instalación de sensores fotoeléctricos.



Figura 19. Alumbrado público. A la derecha podemos ver una CGP. Fuente: CBCM

8.2 Señalización viaria

Los semáforos son dispositivos de señalización, ubicados en intersecciones de calles, en pasos de peatones, y en otros lugares, que se utilizan para regular el tráfico de vehículos y el tránsito de peatones.

El conjunto toma la tensión (220V) directamente de la red de acometida eléctrica, la envía al Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI), donde se rectifica para protegerla de fluctuaciones de tensión, variaciones de frecuencia, etc., y de allí la manda directamente al Regulador Semafórico, que se encarga de distribuirla coordinadamente a cada elemento señalizador.

La instalación consta de:

- Columnas o báculos.
- Cabeza (lentes y lámparas).
- Acometida eléctrica.

- Regulador semafórico.
- Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI).

Las columnas y los báculos metálicos, deben llevar un fusible de protección en la fase, y puesta a tierra a través de una pica hincada en el suelo.

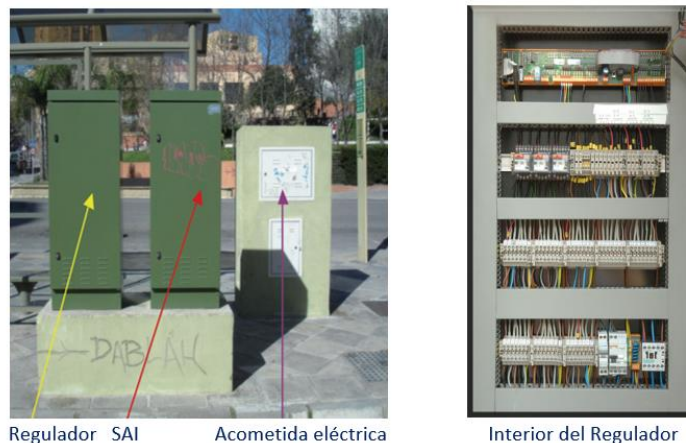


Figura 20. Partes de la instalación de señalización viaria. Fuente: CBCM

BIBLIOGRAFÍA

CEIS Guadalajara (2015). *Manual de Riesgo eléctrico*.
<https://ceis.antiun.net/docus/pdfonline/m3/m3-riesgostecnologicos-v12-06-riesgoelectrico/m3-riesgostecnologicos-v12-06-riesgoelectrico.pdf>

Circuito de retorno en tracción eléctrica (Sistemas de alimentación a la Tracción Ferroviaria) – JESÚS MONTESINOS ORTUÑO.

Componentes de una instalación solar fotovoltaica.

Conocimientos técnicos/eléctricos para Bomberos – IBERDROLA.

Cuerpo de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid. Manual básico de electricidad.

CBCM (2007). *Intervenciones con Riesgo Eléctrico*.

Guía Técnica para la Evaluación y Prevención del Riesgo Eléctrico – INSST.

Lens Carretero, A., Morales Ramiro, D. J. (2025). *Operaciones Técnicas Diversas I y II*. CBCM.

Maniobras de control y extinción de incendios en presencia de electricidad – PEDRO ANTONIO RUIZ ESCOBAR.

Protocolo de actuación en Baja Tensión del CBCM.

Protocolo de actuación en Alta Tensión del CBCM.

Ministerio de Fomento. Orden circular 36/2015 sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al Riesgo Eléctrico.