

# Capítulo 1

## Sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica

### 1. Introducción

En este capítulo se ofrece una visión general del sistema eléctrico en su conjunto, desde la generación de la energía eléctrica hasta su distribución a los usuarios finales.

### 2. Centrales generadoras

Una central productora de energía eléctrica (central eléctrica) es una instalación destinada a transformar energía de cualquier otro tipo en energía eléctrica.

La mayoría de centrales utiliza la energía mecánica de algún fluido (agua, vapor, viento) para mover una máquina (turbina, motor térmico, hélice, etc.), que a su vez arrastra a un generador eléctrico. En la actualidad, casi todos los generadores que se utilizan son máquinas síncronas que generan un sistema trifásico de tensiones senosoidales.

El generador síncrono, también llamado alternador, produce una tensión senoidal sobre una bobina (inducido), haciendo girar en su interior un campo magnético que se produce en el inductor, el cual puede asimilarse a un imán, aunque en general se trata de un electroimán. La parte móvil de la máquina, que contiene el inductor, se llama rotor y la parte fija que lo envuelve se llama estator, y en él se ubican las bobinas del inducido.

A continuación se comentan, de una forma somera, algunas características de los principales tipos de centrales eléctricas.

Centrales hidráulicas. Entre las primeras



# Capítulo 2

## Aparamenta eléctrica de baja tensión

Objetivo: Estudiar los principales componentes presentes en instalaciones eléctricas, especialmente en baja tensión (BT).

Definición. Aparamenta eléctrica: Conjunto de dispositivos empleados para la conexión y desconexión de circuitos eléctricos

UNE EN 60947: “Término general aplicable a los dispositivos de conexión y a su combinación con los dispositivos de mando, de medida, de protección y de regulación asociados a ellos, así como los conjuntos de tales dispositivos con las conexiones, los accesorios, los envoltorios y los soportes correspondientes.”

### 1. Condiciones de funcionamiento

Un circuito eléctrico se puede maniobrar estando en las siguientes condiciones:

- Vacío. Es decir, sin cargas conectadas, por lo que la corriente se corta (al abrir) o se establece (al cerrar) es nula ( $I = 0$ ). La tensión del circuito es la nominal ( $U \approx U_N$ ).
- Funcionamiento normal.  $U = U_N$ ;  $I = I_N$  Hay cargas conectadas y la corriente que se corta o se presenta en el circuito (al abrir o cerrar) es igual o menor que la corriente nominal del circuito. Se denomina corriente nominal a la máxima que puede circular permanentemente por el circuito, sin producir calentamientos excesivos ni ningún problema de otro tipo.
- Funcionamiento en carga anormal. Al efectuar la maniobra la corriente que se conecta o desconecta es superior a la nominal. La presencia de corrientes anormales puede ser debida al exceso de carga, al funcionamiento defectuoso de alguna de las cargas alimentadas por el circuito o a averías en el propio circuito. Estas corrientes anormales pueden ser:
  - Sobrecargas, que son corriente cuyo valor es algo superior al nominal ( $I_N < I < 10 \cdot I_N$ )

- Cortocircuitos, corrientes de valor muy superior al nominal ( $I_N \geq 10 \cdot I_N$ ) originadas por averías graves en las cargas o en los cables de la instalación; normalmente son fallos de aislamiento.

### 2. Tipos de aparamenta

#### 1. Interruptor en carga

- Establece e interrumpe corrientes nominales
- Soporta (pero no corta) corrientes de cortocircuito durante un tiempo limitado
- Función de maniobra, no de protección

#### 2. Interruptor automático

- Establece, soporta e interrumpe corrientes de cortocircuito
- Posibilidad de rearme
- Función de protección de la instalación frente a sobrecargas

#### 3. Fusible

- Interrumpe corrientes anormales (hasta cortocircuito)
- Acompañado (siempre) de otro elemento (generalmente, interruptor)
- Uso único (reemplazo del elemento fusible)
- Función de protección frente a sobrecargas

#### 4. Interruptor Diferencial

- Actúa frente a corrientes de fuga
- Habitualmente, interrumpe corrientes del orden de la nominal, pero pueden ser superiores (cortocircuitos débiles)
- Van acompañados de otros elementos de protección (interruptores automáticos)
- Puede ser de disparo directo (interruptor) o indirecto (relé)
- Función de protección de personas frente a contactos indirectos

### 3. Arco eléctrico

En la mayor parte de los dispositivos estudiados en este capítulo, la apertura o cierre del circuito en el que están instalados se realiza por la separación o unión de unas piezas metálicas de gran conductividad llamadas contactos.

Cuando un aparato corta o establece una corriente aparece un arco eléctrico entre sus contactos. En general, se presenta un arco eléctrico entre dos partes conductoras con niveles de tensión diferentes, separadas por un medio aislante, cuando el valor del campo eléctrico en algún punto del aislante supera a su rigidez dieléctrica, entonces se ioniza el medio aislante produciéndose el arco.

En el arco se disipa una gran cantidad de energía, se alcanzan altas temperaturas y se volatilizan partes pequeñas del material de los contactos. Desde el punto de vista eléctrico, el arco se comporta como una resistencia de valor variable.

Un aparato eléctrico que conecta o desconecta circuitos debe eliminar (extinguir) muy rápidamente el arco eléctrico que se presenta para evitar que la energía liberada lo deteriore. Realmente, los arcos más problemáticos se producen durante la apertura de los contactos. Durante el cierre el arco se extingue por sí mismo, produciéndose arcos adicionales en el caso de que haya rebotes de los contactos tras el primer cierre.

Si el circuito es de corriente continua, el aparato debe disponer de los medios para extinguir (apagar) el arco. Si el aparato es de corriente alterna, cuando la corriente pasa por cero el arco se extingue, pero el medio está ionizado y a alta temperatura, debido a la energía disipada, por lo que el aparato debe disponer de los medios para evitar que el arco se reencienda tras los primeros pasos por cero de la corriente.

### 4. Características aparamenta

- Valores nominales
- Poder de corte
- Poder de cierre
- Consideraciones prácticas
  - Número de maniobras
  - Accionamiento a distancia/automático
  - Aislamiento visible
  - Mantenimiento, coste, contaminación, etc.

### 5. Interruptor automático

#### 5.1. Elementos constructivos

- Juego de contactos
  - Principales: conducen la corriente en posición de cerrado
  - De arco: establecen y soportan el arco eléctrico
- Cámara de extinción
- Medio de corte
  - Aire
  - Vacío
  - $SF_6$
- Mecanismo. Permite el movimiento relativo de los contactos. Proporciona la presión adecuada sobre los contactos cerrados. Acumula (y libera) energía mecánica (habitualmente muelles) para permitir una apertura rápida en caso de disparo.
- Disparadores
  - Directos
    - Tiempo inverso (térmicos)
    - Retardo independiente (magnéticos)
  - Indirectos
  - Secundarios

#### 5.2. Características

- Número de polos
- Número y tipo de Disparadores
- Tensiones asignadas
- Intensidad asignada
- Poder de corte
- Curva característica de disparo
- Categoría de empleo (A o B)
- Intensidad de corta duración admisible
- Curva  $I^2t$
- Limitación de corriente

### 5.3. Pequeños Interruptores Automáticos (PIA)

- Corte en Aire
- Baja tensión ( $U_N < 440V$ )
- Potencia limitada ( $I_N < 125A$ )
- Poder de corte limitado ( $I_{cc} < 25kA$ )
- Uso para personal no cualificado, sin requerir mantenimiento

#### Interruptos Control de Potencia

## 6. Fusibles

### 6.1. Principio de funcionamiento

Los fusibles funcionan por fusión del elemento conductor.

Tiempo de funcionamiento ( $t_{fun}$ ): desde que se produce el fallo (empieza a circular la corriente que provoca la fusión) hasta que se extingue el arco

- Tiempo de fusión ( $t_f$ ): desde el inicio de la falta hasta que se abre el circuito y se inicia el arco
- Tiempo de arco ( $t_a$ ): desde el inicio del arco hasta su extinción

### 6.2. Partes

### 6.3. Características

#### Curva tiempo-corriente

#### Denominación

#### Fusibles limitadores

### 6.4. Selectividad



## Capítulo 3

# Instalaciones de puesta a tierra





## Capítulo 4

# Protección frente a contactos directos e indirectos