

TEMA 3: CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN REDES TRIFÁSICAS. INTRODUCCIÓN. CLASIFICACIÓN DE CORTOCIRCUITOS. CONSECUENCIAS DEL CORTOCIRCUITO. CORTOCIRCUITOS SIMÉTRICOS.

1. Introducción. Causas y Efectos de los cortocircuitos.
2. Protecciones contra cortocircuitos.
3. Corriente de Cortocircuito en red trifásica.

3.1. INTRODUCCIÓN. CAUSAS Y EFECTOS DE CORTOCIRCUITOS.

El cortocircuito es una conexión de poca impedancia entre dos puntos entre los que existe una diferencia de potencial, dando lugar a una corriente de intensidad muy elevada.

Las causas del cortocircuito son principalmente fallos de aislamiento de la instalación o fallos en los receptores conectados, por avería o conexión incorrecta.

Sus efectos pueden ser:

TÉRMICOS:

La corriente muy elevada produce calentamiento de los conductores por efecto Joule. En el cortocircuito, por su pequeña duración, el calor producido se utiliza exclusivamente en elevar la temperatura del conductor (que alcanza su temperatura máxima admisible en milisegundos) sin ceder calor al exterior, provocando la destrucción del conductor.

ELECTRODINÁMICOS:

Las fuerzas de atracción o repulsión que aparecen entre conductores por efecto del campo magnético creado a su alrededor por la corriente que los recorre, son directamente proporcionales al producto de esas corrientes e inversamente proporcionales a la distancia entre conductores. Las corrientes de cortocircuito, de valor muy elevado, hacen que estas fuerzas electrodinámicas sean también muy elevadas, pudiendo destruir las barras de conexión.

3.2. PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS.

Se utilizan principalmente interruptores automáticos y fusibles, pudiendo utilizarse también la combinación de fusible-interruptor automático, y fusible-contacto-relé térmico.

La condición de protección es que el dispositivo de protección actúe, cortando la corriente de cortocircuito, antes de que la instalación resulte dañada por efecto térmico o electrodinámico.

En la protección con interruptor automático los criterios de protección son:

- ✓ Poder de corte del interruptor mayor que la máxima intensidad de cortocircuito (cortocircuito a principio de línea).
- ✓ Intensidad de cortocircuito mínima (cortocircuito al final de la línea) mayor que la intensidad de regulación del disparador electromagnético.
- ✓ El interruptor debe cortar la corriente de cortocircuito en un tiempo inferior a aquel que hace tomar al conductor una temperatura superior a su temperatura límite. Así en el cortocircuito el conductor no llegará a la temperatura máxima admisible. La intensidad de cortocircuito máxima debe ser menor que la intensidad que corresponde a la energía disipada admisible en el conductor.

En la protección con fusible, los criterios de protección son:

- ✓ Poder de corte del fusible mayor que la máxima intensidad de cortocircuito (cortocircuito a principio de línea)
- ✓ Intensidad de cortocircuito mínima (cortocircuito al final de la línea) mayor que la intensidad mínima a la que el fusible protege al conductor.

Los fusibles, por su rapidez de actuación, limitan mucho la energía disipada en cortocircuito. Deben cogerse de calibre ligeramente superior a la intensidad de utilización de la línea.

La protección mediante fusible-interruptor automático en serie, se escoge en ocasiones por razones de economía. El fusible protege contra cortocircuitos de gran intensidad, y el interruptor protege contra sobrecargas y cortocircuitos con intensidad de valor moderado.

La protección mediante la combinación de fusible-contacto y relé térmico se utilizan en la protección de motores. El fusible protege contra cortocircuitos y el contacto con el relé térmico protegen contra sobrecargas. El fusible debe resistir sin fundirse la corriente de arranque del motor.

Los dispositivos de protección se sitúan en el origen de la instalación y en los puntos donde se produzca una reducción de la corriente admisible. Los dispositivos protegen la parte de la instalación situada a continuación de ellos, siguiendo el sentido de la alimentación (aguas abajo).

3.3. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN UN PUNTO DE LA LÍNEA

Supongamos un cortocircuito producido a la salida de un transformador para baja tensión. Para determinar esta intensidad dispondremos de un método práctico basado en unas gráficas que representan las variaciones de la intensidad de cortocircuito en función de la potencia del transformador y de la resistencia de la línea intercalada hasta el lugar del cortocircuito.

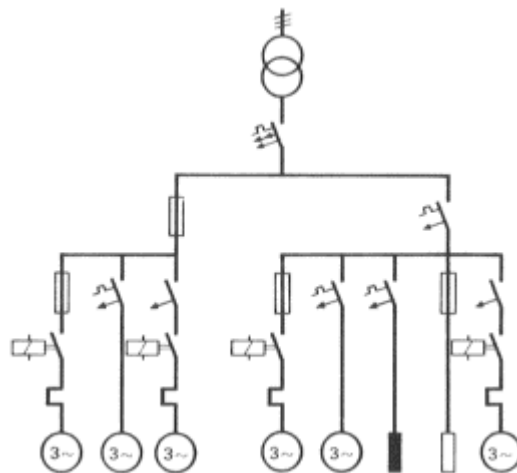
Basándonos en estas gráficas, el procedimiento a seguir será el siguiente:

1º) Se calcula la resistencia del conductor intercalado desde el transformador hasta el cortocircuito.

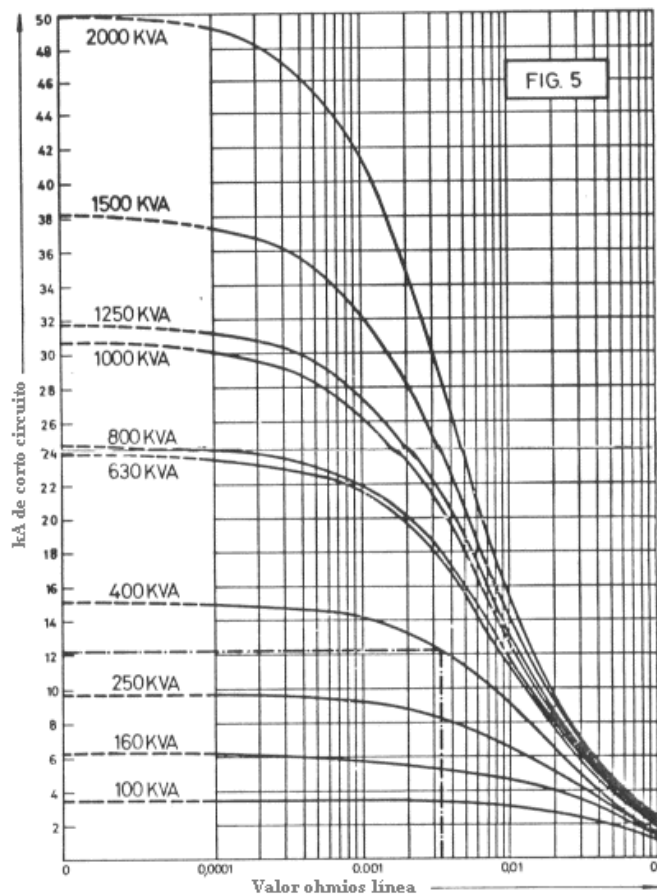
2º) Al valor de resistencia que resulte deberá sumarse el valor del hilo neutro, cuando el cortocircuito sea entre fase y neutro, y multiplicarlo por $\sqrt{3}$ cuando el cortocircuito sea entre dos fases.

3º) El resultado obtenido se traslada al gráfico de la figura, donde en función de la potencia del transformador, se determinará el valor de la intensidad de cortocircuito en amperios.

Mediante este procedimiento obtenemos la intensidad de cortocircuito en el punto elegido, y con él tendremos el poder de corte mínimo del fusible o interruptor automático que vayamos a colocar. El valor obtenido será en exceso ya que no tenemos en cuenta la reactancia de la línea.



Así, según vemos en la figura, inmediatamente después del transformador tenemos un interruptor automático, dividiéndose el circuito en dos ramales, con sendas derivaciones a motores y resistencias de calefacción. Hasta llegar a los receptores, existen una serie de protecciones selectivas y en cada uno de estos puntos deberemos calcular la intensidad de cortocircuito para poder dimensionar correctamente cada una de las protecciones.



Estas curvas solamente son válidas para transformadores cuya tensión de salida sea de 220/380 V.

EJEMPLO DE CALCULO

Sea una nave industrial alimentada a 220/380 V. mediante un transformador de 400 kVA. Suponiendo que el cable de salida del transformador es de cobre de sección $3,5 \times 200 \text{ mm}^2$. y de 23 metros de longitud, calculemos el poder de corte del interruptor automático en ese punto.

La resistencia óhmica del cable utilizado, será:

$$R = \rho \frac{l}{s} = 0,018 \frac{23}{200} = 0,002 \Omega$$

Puesto que el cortocircuito se supone entre dos fases, este resultado hay que multiplicarlo por $\sqrt{3}$

$$0,002 \times \sqrt{3} = 0,0034 \Omega$$

Las curvas características determinan para una resistencia de la línea de 0,0034 y un transformador de 400 kVA., una intensidad de cortocircuito de 12.000 A.

Según esto, elegiremos un interruptor automático con un poder de corte de 12.000 A y si este valor no existe comercialmente deberemos elegir el inmediatamente mayor que encontremos.

Cualquier cortocircuito que se produzca después será de intensidad menor, ya que la resistencia intercalada será mayor, debiendo seguir el mismo criterio de cálculo para los sucesivos puntos