

5. RED DE MEDIA TENSIÓN

5.1 Introducción

Las redes proyectadas serán subterráneas, en instalación entubada, con tubos de polipropileno de 200 mm de diámetro, dispuestos según detalle en:

- Plano 1. Red de energía eléctrica distribución en Media Tensión, Zona A
- Plano 2 Red de energía eléctrica distribución en Media Tensión, Zona B

y anchura de zanjas variable.

El cable elegido es del tipo normalizado por Unión Fenosa para este tipo de instalaciones y cuyas características son:

- Sección: 3 (1 x 240) mm²
- Conductor: aluminio
- Tensión: 12/20 kV
- Tensión de servicio: 15 kV
- Aislamiento: Polietileno reticulado

La sección del cable en toda instalación eléctrica debe satisfacer tres criterios de cálculo esenciales:

- Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente
- Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado
- Caída de tensión

En base a estos tres criterios dimensionaremos los anillos de la red de media tensión.

5.2 Intensidad máxima admisible

En primer lugar justificaremos la capacidad de transporte de dichos cables. Para ello tomamos el valor de la Intensidad máxima admisible para el caso de tres cables unipolares de aluminio agrupados y enterrados a 1m, que de acuerdo con las normas UNE 21144 e IEC 287 es:

$$I_{\max} = 415 \text{ A}$$

A este valor le aplicamos el coeficiente corrector recomendado de 0,8 para el caso de una línea con una terna de cables unipolares en el interior de un mismo tubo.

Definitivamente: $I'_{\max} = 0,8 \cdot 415 = 332 \text{ A}$

La potencia aparente de transporte de los cables es:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I ; S = \sqrt{3} \cdot 15 \cdot 332 = 8.625,61 \text{ kVA}$$

De acuerdo con la compañía eléctrica Unión Fenosa, se adopta el criterio de no sobrepasar la capacidad de 8.500 kVA por circuito.

De los datos aportados en el capítulo 1 del presente documento se tiene una potencia demanda de 21.732,84 kVA. Esto nos conduce a estimar la necesidad de al menos tres circuitos:

$$N^{\circ} \geq \frac{21.732,84 \text{ kVA}}{8.500 \text{ kVA}} = 2,56$$

5.3 Intensidad máxima admisible en cortocircuito

Los cables normalizados por Unión Fenosa de sección 3 (1 x 240 mm²) se utilizan para toda la distribución desde la salida de la estación de distribución hasta el centro de reflexión, en las interconexiones de circuitos, así como en los restantes circuitos que conforman la red de media tensión. Todos los conductores son de aluminio y tensión de aislamiento 12/20 kV.

Los cálculos que ha continuación se desarrollan se han realizado de acuerdo con la norma IEC 949.

Las intensidades máximas, en instalaciones enterradas, así como las intensidades térmicas de cortocircuito son:

Para sección = 240 mm²

Ya vimos:

$$I_{\max} = 415 \text{ A}$$

$$I'_{\max} = 0,8 \cdot 415 = 332 \text{ A}$$

Ahora la intensidad de cortocircuito admisible, en pantallas constituidas por cintas de cobre de 0,1 mm.:

$$I_{cc}(1 \text{ seg}) = 21\,000 \text{ A}$$

A continuación para verificar si el cable tomado es suficiente para soportar la corriente de cortocircuito, debemos conocer el valor de esta última y su duración. Debe cumplirse la condición:

$$I \cdot \sqrt{t} = K \cdot S$$

donde: - K es un coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de sus temperaturas al principio y al final del cortocircuito.

- S es la sección del conductor en mm²

- t tiempo de cortocircuito en segundos

- I intensidad de cortocircuito en kiloamperios

En la hipótesis de que los conductores se hallaran inicialmente a la temperatura máxima de régimen y alcancen al final del cortocircuito la admisible en tal caso, el valor de K es de 93 para cables con conductores de aluminio. En el supuesto de que las condiciones de servicio permitieran considerar una temperatura de régimen más reducida, aumenta el salto de temperatura y la corriente de cortocircuito admisible sería por lo tanto más elevada.

Aplicando estos datos tenemos que las potencias máximas a transportar con cable son:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{max} \cdot \cos \varphi \quad ; \quad P = \sqrt{3} \cdot 15 \cdot 332 \cdot 0,85 = 7.331,77 \text{ kW}$$

Las potencias de cortocircuito a soportar durante 1 segundo son:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{cc} \cdot \cos \varphi \quad ; \quad P = \sqrt{3} \cdot 15 \cdot 21.000 \cdot 0,85 = 463,756 \text{ MW}$$

$$S = \frac{P}{0,85} \quad ; \quad S = \frac{463,756}{0,85} = 545,596 \text{ MVA}$$

En caso de que la potencia de cortocircuito en el conjunto de la interconexión entre redes las redes exteriores y las interiores, difiera de la calculada, se ajustará con el tiempo mediante:

$$I \cdot \sqrt{t} = K \cdot S$$

Como vimos en el capítulo 2 al hablar de las corrientes de cortocircuito en el centro de transformación, la potencia de cortocircuito en este punto de la red es de:

$$S_{cc} = 400 \text{ MVA}$$

Siendo la intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de alta tensión de :

$$I_{ccp} = 15,4 \text{ kA}$$

Vemos por lo tanto que ambos valores son perfectamente asumibles por el cable que utilizamos en las instalaciones de la red de Media Tensión.

5.4 Caídas de tensión

Las caídas de tensión en el caso de los cables de media tensión, tienen poca importancia, a menos que se trate de líneas de gran longitud. El tramo más largo de la red es el que une el centro de reflexión con la estación de distribución que consta de 483,1 m.

Las caídas de tensión de la línea para el caso de corriente alterna trifásica, se calcula con la fórmula aproximada:

$$U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

Donde: - L es longitud de la línea en km

- I es intensidad de la línea en A

- R es la resistencia de la línea en Ω /km

- X es la reactancia de la línea en Ω /km

Estos datos son tomados según tablas definidas por el fabricante Pirelli, para los cables unipolares de aluminio, y cuyos valores son: $R=0,161 \Omega/\text{km}$ y $X=0,105 \Omega/\text{km}$

Los cálculos realizados de las caídas de tensión para todos los tramos de interconexión entre los diferentes centros de transformación aparecen en el Anexo A.2, "Cálculos de caída de Tensión".

5.5 Configuración de la red de Media Tensión

Una vez realizados todos los cálculos anteriores tenemos definida la red de Media Tensión que enlaza todos los centros de transformación, y cuyo desglose de potencia aparente por centro de transformación y circuito se muestra a continuación:

Circuito 1

CT-2	800 kVA
CT-1	400 kVA
CT-3	800 kVA
CT-10	800 kVA
CT-4	800 kVA
CT-5	800 kVA
CT-11	1.030 kVA
CT-12	800 kVA
CT-19	1.030 kVA
CT-18	1.030 kVA
<hr/>	
TOTAL:	8.290 kVA

Circuito 2

CT-7	800 kVA
CT-6	800 kVA
CT-13	1.030 kVA
CT-14	1.030 kVA
CT-15	800 kVA
CT-8	1.030 kVA
CT-16	800 kVA
CT-9	1.030 kVA
CT-17	800 kVA
<hr/>	
TOTAL:	8.120 kVA

Circuito 3

CT-24	800 kVA
CT-25	800 kVA
CT-23	1.030 kVA
CT-22	1.030 kVA
CT-20	800 kVA
CT-21	1.260 kVA
CT-27	1.260 kVA
CT-26	1.030 kVA
<hr/>	
TOTAL:	8.010 kVA

En resumen:

Circuito 1:	8.290 kVA
Circuito 2:	8.120 kVA
Circuito 3:	8.010 kVA
<hr/>	
TOTAL:	24.420 kVA

Esta potencia resultante comparada con la demandada que se estimó representa un exceso de potencia de 2.687,16 kVA, como consecuencia de utilizar las potencias normalizadas de 400 kVA y 630 kVA en los centros de transformación.