

### 1.2.2.- CALCULOS ELÉCTRICOS PARA LOS FUSIBLES DE EXPULSION.

A petición de Endesa, se va a justificar a continuación que los fusibles de expulsión que se colocarán tendrán una intensidad de cortocircuito menor de 8 KA

**Datos de partida (aunque no nos lo ha facilitado Endesa, pero se hacen las suposiciones otros proyectos similares en los que si se han aportado estos datos)**

- SET Lora del Río, se calculan dos situaciones, primera a 10 Km de distancia y segunda a 20 Km., de distancia del punto de entronque facilitado
- Transformador de 20 MVA en la SET, a 66/15 Kv.
- Potencia de Cortocircuito 500 MVA ( o bien Pcc mínima de 150 MVA y máxima de 630 MVA)
- Derivación: situada al inicio de la nueva línea protegida con fusibles de expulsión de 25 A, con capacidad de interrupción hasta 8KA
- Carga: Transformador de 160 KVA a 15 Kv

#### 1.2.2.1.- Cálculo de la impedancia de la línea para conductor LA-56

De las tablas típicas del conductor LA-56, obtenemos que:

- Reactancia a considerar es de  $X= 0,388 \text{ } \Omega/\text{km}$
- Resistencia a considerar  $R = 0,393 \text{ } \Omega/\text{km}$

Luego entonces, la impedancia total de la línea para 10 Km, será

$$Z_{\text{linea}} = 10 * (0,393 + j0,388) = 3,93 + j3,88$$

$$[Z_{\text{linea}}] = \sqrt{3,93^2 + 3,88^2} = 5,53 \text{ } \Omega$$

#### 1.2.2.2.- Cálculo de la Intensidad de cortocircuito en el origen de la línea

La potencia de cortocircuito en barras de la SET es:

$$S_{cc} = 500 \text{ MVA}$$

La corriente de cortocircuito en la SET es:

$$I_{cc} = S_{cc} / \sqrt{3} * U = 500000 * 1000 / 1,73 * 15000 = 19.245 \text{ A}$$

La impedancia equivalente del cortocircuito:

- Tensión = 15 Kv
- Impedancia de la línea desde la SET = 5,53  $\Omega$

Luego la corriente de cortocircuito en el punto de la derivación será:

$$I_{cc} = 15000 / \sqrt{3} * 5,53 = 1567 \text{ A.}$$

### 1.2.2.3.- Verificación del fusible de 25 A., con capacidad de interrupción de 8 KA

La intensidad de cortocircuito en el punto donde se instalan los fusibles es de 1.567 A, la cual es mucho menor que la capacidad de interrupción de 8.000 A, del fusible de expulsión, luego podemos concluir que los fusibles están correctamente dimensionados desde el punto de vista de capacidad de corte.

### 1.2.2.4.- Comprobación de la coordinación con el transformador de 160 KVA

La intensidad en alta ya se ha calculado antes y es de 6,16 A.

- Los fusibles de 25 A, con capacidad de interrupción de 8KA, están bien dimensionados pues permiten una buena protección frente a sobrecargas, ya que permiten el paso de corrientes normales (hasta 6 A) y operan frente a fallos mayores.
- La intensidad de cortocircuito máxima en el punto de derivación (inicio de la línea que se proyecta hasta el trafo de 160 KVA) es de aproximadamente 1.567 A, muy por debajo del límite de interrupción de los fusibles

Par verificar la coordinación entre los fusibles de expulsión de 25 A. y el transformador de 160 KVA a 15 kV, vamos a compara las curvas de tiempo-corriente de:

- 1.- El fusible de expulsión de 25 A (APR tipo T)
- 2.- El inrush (corriente de arranque) del transformador

Los transformadores de distribución pueden tener corrientes de inrush de entre 8 a 12 veces su corriente nominal durante un corto período ( 0,1 a 0,5 segundos) luego:

Corriente nominal del transformador (AT 15 kV):

$$I = 160000 / 1,73 * 15000 = 6,16 \text{ A}$$

Inrush máximo estimado:

$$I_{\text{inrush}} = 10 * 6,16 = 61,6 \text{ A.}$$

Curva tiempo-corriente del fusible de expulsión de 25A

Múltiplo de $I_{\text{nom}}$	Tiempo de fusión aproximado
2 * $I_{\text{nom}}$ (50 A)	10-20 s
5 * $I_{\text{nom}}$ (125 A)	1-2 s
8 * $I_{\text{nom}}$ (200 A)	0,2- 0,5 s
10 * $I_{\text{nom}}$ (250 A)	0,1 -0,2 s
20 * $I_{\text{nom}}$ (500 A)	0,02-0,05 s

Luego para 60 A ( $\approx 10 * I_{\text{nom}}$  del trafo) el fusible de 25 A, tardará en fundirse entre 0,1 y 0,2 s, lo cual coincide con el tiempo de inrush del transformador, es decir que si el inrush del transformador dura entre 0,1 a 0,3 segundos , el fusible de 25 A, funde a 0,15 segundos para 60 A, es decir, un margen estrecho, por eso se pondrán fusible tipo T (lento) , para garantizar la coordinación sin disparos intempestivos,, estando además dimensionados este tipo de fusibles para evitar disparos por corrientes transitorias.

CASO SEGUNDO SI LA SET ESTÁ A 20 Km Y LAS POTENCIAS DE CORTOCIRCUITO PARA EL TRAFIO DE 20 MVA SON DE 150 MVA (mínima) O DE 630 MVA (máxima)

La impedancia de la línea será :

$$Z_{\text{linea}} = 20 * (0,393 + j0,388) = 7,86 + j7,76 \ \Omega$$

$$[Z_{\text{linea}}] = \sqrt{7,86^2 + 7,76^2} = 11,03 \ \Omega$$

**Corriente de cortocircuito en el punto de derivación**

$$I_{cc} = U / \sqrt{3} * Z$$

#### **Caso A : Potencia de cortocircuito máxima 630 MVA:**

Corriente de cortocircuito en Subestación

$$I_{cc} = 630000 * 1000 / 1,73 * 15000 = 24.236 \text{ A}$$

Impedancia equivalente del sistema (máxima)

$$Z_{sist} = 15000^2 / 63000 * 1000 = 0,357 \text{ } \Omega$$

Impedancia total en el punto de derivación:

$$Z_{tot} = Z_{sist} + Z_{linea} = 0,357 + 11,03 = 11,387 \text{ } \Omega$$

$$I_{cc} (\text{máx}) = 15000 / 1,73 * 11,387 = 761 \text{ A.}$$

#### **Caso B : Potencia de cortocircuito mínima 150 MVA:**

Impedancia del sistema (mínima)

$$Z_{sist} = 15000^2 / 150000 * 1000 = 1,5 \text{ } \Omega$$

$$Z_{tot} = 1,5 + 11,03 = 12,53 \text{ } \Omega$$

$$I_{cc} (\text{min}) = 15000 / 1,73 * 12,53 = 691 \text{ A.}$$

#### **Verificación del fusible de 25 A tipo T**

- Capacidad de interrupción del fusible 8.000 A
- Corriente de cortocircuito máxima en el punto de conexión 761 A
- Cumple con margen de seguridad muy alto

Independientemente de todos los cálculos realizados, el fusible proyectado cumple con lo especificado en la Tabla 4 corregida del apartado 7.12 de la guía de interpretación del PT AYZ10000