

3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ABONADO

3.1 Intensidad de alta tensión

Como ya vimos para el centro de Compañía, en un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kilovoltamperios

U = Tensión compuesta primaria en kilovoltios

I_p = Intensidad primaria en Amperios

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	I_p (A)
400	15,4
630	24,25

siendo la intensidad total primaria de 39,64 A.

3.2 Intensidad de baja tensión

El valor de la intensidad de baja tensión será en este caso diferente, al considerar como ya hemos señalado, una tensión de baja en carga de 400 V.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kilovoltamperios

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios

I_s = Intensidad secundaria en Amperios

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	I_s (A)
400	577,35
630	909,33

3.3 Cortocircuitos

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito necesitamos conocer la potencia de cortocircuito en la red de distribución, cuyo valor es 400 MVA, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

3.3.1 *Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito*

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en Megavoltamperios

U = Tensión primaria en kilovoltios

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kiloamperios

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión: no es necesario calcularla, puesto que será menor que la calculada en el punto anterior, como ya se vio en el capítulo precedente.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kilovoltamperios

U_{cc} = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador en voltios

U_s = Tensión secundaria en carga en voltios

I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kiloamperios

3.3.2 Cortocircuito en el lado de Alta Tensión

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

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

$$U = 15 \text{ kV}$$

y sustituyendo valores, tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de alta tensión de:

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

3.3.3 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador(kVA)	U_{cc} (%)	I_{ccs} (kA)
400	4	14,43
630	4	22,73

Siendo:

- U_{cc} : Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento
- I_{ccs} : Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado baja tensión

3.4 Dimensionado del embarrado

Todo lo reflejado en el capítulo 2 del documento de cálculos, en el apartado 2.5, es válido para el centro de abonado.

3.5 Selección de la aparamenta

3.5.1 *Introducción*

Es aquí donde hemos introducido varios elementos nuevos de aparamenta con respecto al Centro de Compañía.

No se instalarán fusibles de alta tensión, ya que utilizamos interruptores automáticos en atmósfera de hexafluoruro de azufre para las funciones de protección.

Los elementos de protección de las salidas de Baja Tensión del centro de transformación de abonado no serán objeto de este proyecto sino del proyecto de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión que realice el abonado.

Se instalarán transformadores de Tensión y de Intensidad. Para estos transformadores de tensión e intensidad, destinados a la medida de energía consumida por una instalación y que ha de ser objeto de posterior facturación, se tendrá muy especialmente en cuenta lo que a este respecto determina el vigente Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía.

En el centro de transformación diseñado, la función de los transformadores de tensión y de intensidad será la de medir dichas magnitudes de la línea.

- Instalación:

Deberán ponerse a tierra todas las partes metálicas de los transformadores de medida que no se encuentren sometidas a tensión.

Asimismo deberá conectarse a tierra un punto del circuito o circuitos secundarios de los transformadores de medida. Esta puesta a tierra deberá hacerse directamente en las bornas secundarias de los transformadores de medida, excepto en aquellos casos en que la instalación aconseje otro montaje.

En los circuitos secundarios de los transformadores de medida se instalarán dispositivos que permitan la separación de los aparatos a los cuales alimentan, para su verificación o sustitución, sin necesidad de desconectar la instalación y, en el caso de los transformadores de intensidad, sin interrumpir la continuidad del circuito secundario.

La instalación de estos dispositivos será obligatoria en el caso de aparatos de medida de energía que sirvan para la facturación de la misma.

La instalación de los transformadores de medida se hará de forma que sean fácilmente accesibles para su verificación o eventual sustitución.

3.5.2 Transformadores de Intensidad

- Características generales:

Los transformadores de medida cumplirán con lo prescrito en la norma UNE 21 088 y tendrán la potencia y grado de precisión correspondientes a las características de los aparatos que van a alimentar, como se detalla más adelante.

Los transformadores de intensidad deberán elegirse de forma que puedan soportar los efectos térmicos y dinámicos de las máximas intensidades que puedan producirse como consecuencia de sobrecargas y cortocircuitos en las instalaciones en que están colocados. Asimismo se tendrán en cuenta las sobretensiones que tengan que soportar, tanto por maniobra como por la puesta a tierra accidental de una fase, en especial en los sistemas de neutro aislado o por otras de origen atmosférico.

- Elección del Transformador de Intensidad:

Se instalarán tres transformadores de intensidad de relación 40-80 / 5 A; 15 VA CL 0,5; $I_{th} = 5$ kA y aislamiento 24kV.

De esta forma el error de Intensidad vendría dado por la diferencia entre el valor esperado y el real. Se calcularía mediante la siguiente fórmula (Referencia [23]):

$$\varepsilon_i = \frac{(I_s \cdot K_n - I_p)}{I_p} \cdot 100$$

Siendo:

$$K_n = (\text{relación transformación nominal}) = \frac{I_{pn}}{I_{sn}} = 40 - 80 / 5$$

I_{pn} = Intensidad en el primario nominal

I_{sn} = Intensidad en el secundario nominal

I_s = Intensidad en el secundario real

I_p = Intensidad en el primario real

Al ser de clase 0,5 esto nos asegura unos valores del error de intensidad admisible como máximo de 0,5 % para la intensidad nominal. Véase la tabla 3-1 Valores de error según clase transformador de Intensidad.

En dicha tabla también figuran los errores en la medida de la fase para cada uno de los valores de intensidad. Aunque este error no afectaría en nada para el valor de la intensidad medida.

Los 15 VA nos daría la potencia aparente en el secundario del transformador de corriente con la carga e intensidad nominal. Recordemos la necesidad de que el secundario del transformador de intensidad esté siempre en carga, ya sea al amperímetro o en cortocircuito. En caso contrario la tensión resultante en el secundario del transformador de intensidad sería muy alta, dando lugar a posibles explosiones si lo dejamos en vacío.

Tabla 3-1: Valores de error según clase transformador de Intensidad (Referencia [23])

Clase de precisión	Error de la intensidad, en tanto por ciento, \pm , para los valores de la intensidad expresados en % de la I_N				Error de la fase, \pm , en tanto por ciento, para valores de intensidad expresados en % de la I_N (minutos)			
	5	20	100	120	5	20	100	120
0,1	0,4	0,2	0,1	0,1	15	8	5	5
0,2	0,75	0,35	0,2	0,2	30	15	10	10
0,5	1,5	0,75	0,5	0,5	90	45	30	30
1,0	3,0	1,5	1,0	1,0	180	90	60	60

3.5.3 Transformadores de Tensión

- Características e Instalación:

En el caso de transformadores de tensión, deberán tenerse muy en cuenta tanto sus características y las de la instalación, como los valores de la tensión de servicio, para evitar en lo posible la aparición de fenómenos de ferorresonancia.

Se prohíbe la instalación de contadores, máxímetros, relojes, bloques de prueba, etcétera, sobre los frentes de las celdas de medida donde la proximidad de elementos sometidos a alta tensión (MIE-RAT 12) presentan riesgos de accidentes para el personal encargado de las operaciones de verificación, cambio de horario y lectura.

Esto no se aplicará a los conjuntos de aparamenta previstos en las MIE-RAT 16 y 17.

- Elección Transformadores de Tensión:

3 Transformadores de tensión, bipolares, modelo de alta seguridad de relación

16 500:V3/110:V3-110:3; 50VA; CL 0,5; 3P, potencias no simultáneas, Ft= 1.9 Un y aislamiento 24kV. El arrollamiento terciario se dispondrá en triángulo abierto para conectar una resistencia de contraferro-resonancia ($60 \Omega / 200 \text{ W}$).

3.5.4 Interruptores automáticos (DM1)

Se han dispuesto como aparece en el Plano 7. Centro de Transformación Abonado, en lo que se refiere al dibujo unifilar del centro, un total de tres interruptores automáticos en el centro.

La celda DM1-D, contiene un interruptor automático de las características descritas en el apartado 7.2.3.2 cuya misión será la protección de la línea y de los transformadores de Intensidad y de Tensión para la medida. Todos lo interruptores automáticos irán provisto de un relé tipo VIP13, que será regulado convenientemente para las condiciones de funcionamiento de potencia nominal de la instalación. De esta manera todos los aparatos quedan perfectamente protegidos del riesgo de cortocircuitos que pudiera suceder en la línea.

Las dos celdas de protección (DM1-C) para sendos transformadores, están provistos de dos interruptores automáticos con seccionador a tierra. En el resto de las características son idénticos al instalado para la protección de los aparatos de medida.

El seccionador a tierra es necesario, para que en caso de estar manipulando en los interruptores de protección de los transformadores protejan de algún retorno por el lado de los transformadores, lo cual provocaría la presencia de tensión con el consiguiente peligro.

No cabe esta posibilidad en la celda DM1-D ya que estaría aislado abriendo los seccionadores de carga de la celda de remonte y los interruptores de las celdas de protección de los transformadores.

Estos interruptores automáticos para los transformadores les protegerán de cortocircuitos con disparo instantáneo regulado por el relé tipo VIP 13. En el caso de sobreintensidades las curvas de los relés nos ofrece las limitaciones de un tiempo un tanto elevado para valores de intensidad muy bajas, como pudiera ser la del transformador de 400 kVA, cuya intensidad nominal es de 15,4 A. En cualquier caso los transformadores quedan perfectamente protegidos con el uso de los termómetros instalados en los mismos, que dispararían los interruptores automáticos en caso de sobrecalentamiento del transformador.

3.6 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

Es válido e idéntico todo el cálculo realizado en el anterior capítulo 2, en el apartado 2.7.