



CALCULO BASICO DE SUBESTACIÓN ELECTRICA

1. Diagrama Unifilar
2. Selección de componentes de una SE

IEE 217 – SISTEMAS ELÉCTRICOS

Ing. Raúl Del Rosario Q.

Datos generales



- La planta concentradora de Sociedad Minera Carolina procesa minerales de cobre y plata con una capacidad de 1200 TM/día, el procesamiento es mediante un proceso continuo por sectores y se inicia con la entrada de bloques de mineral en la tolva de gruesos.
- La planta esta ubicada en Cajamarca a 4000 msnm.
- El suministro eléctrico es trifásico, 10 kV, 60 Hz y es suministrado por Hidrandina.
- La SE debe poseer al menos 2 transformadores para aumentar su confiabilidad.

IEE 217 – SISTEMAS ELÉCTRICOS

Ing. Raúl Del Rosario Q.

Carga eléctrica de la planta

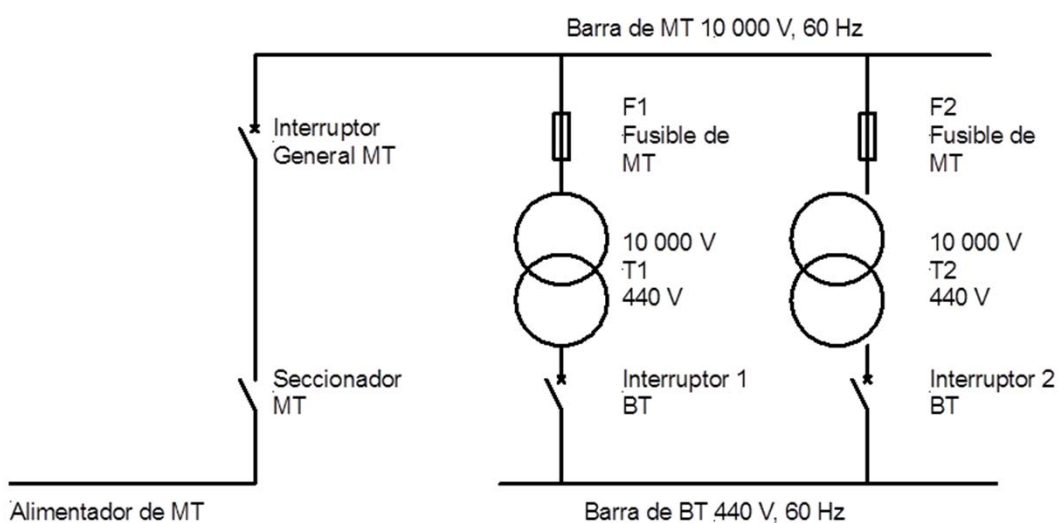


Sección de planta	Potencia instalada (kW)	Tensión (V)	Factor de demanda (FD)	Factor de potencia ($\cos \varphi$)
Chancado	138	440	0,6	0,81
Molienda	220	440	0,7	0,84
Flotación	180	440	0,7	0,85
Secado y filtrado	65	440	0,7	0,81
Servicios generales	100	440	0,5	0,80
Alumbrado	50	220	1,0	0,90

IEE 217 – SISTEMAS ELÉCTRICOS

Ing. Raúl Del Rosario Q.

Diagrama unifilar de la SE



IEE 217 – SISTEMAS ELÉCTRICOS

Ing. Raúl Del Rosario Q.

Cálculo de la máxima demanda (MD)



- La máxima demanda es definida por la siguiente expresión:

$$MD = \sum PI \times FD$$

MD

$$\begin{aligned} &= (138 \text{ kW} \times 0,6) + (220 \text{ kW} \times 0,7) \\ &+ (180 \text{ kW} \times 0,7) + (65 \text{ kW} \times 0,7) \\ &+ (100 \text{ kW} \times 0,5) + (50 \text{ kW} \times 1,0) \\ &= 508,3 \text{ kW} \end{aligned}$$



IEE 217 – SISTEMAS ELÉCTRICOS

Ing. Raúl Del Rosario Q.

Selección del transformador



- Potencia (trabajo continuo), kVA
- Tensión Primario, kV
- Tensión secundario, kV
- Frecuencia, Hz
- Grupo de conexión
- Tensión de corto circuito, en V o %Un
- Altitud de trabajo, m.s.n.m.

IEE 217 – SISTEMAS ELÉCTRICOS

Ing. Raúl Del Rosario Q.

Cálculo de la potencia de diseño de transformadores



- La potencia de diseño de los transformadores es definida por la siguiente expresión:

$$Potencia_{Transformadores} = 1,25 \times MD$$

$$Potencia_{Transformadores} = 508,3 \text{ kW} \times 1,25$$

$$Potencia_{Transformadores} = 635,4 \text{ kW}$$



Selección del transformador normalizado



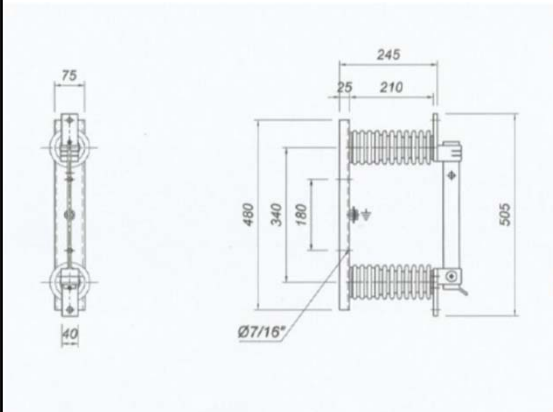
- La potencia nominal de los transformadores se expresa como potencia aparente (kVA), supondremos un factor de potencia promedio de la planta es 0,83.

$$Potencia_{Transformadores} = \frac{635,4 \text{ kW}}{0,83} = 765,5 \text{ kVA}$$



- La potencia normalizada de los transformadores de potencia más cercana al valor calculado es 800 kVA, por lo tanto se elegirán 2 transformadores de 400 kVA, 10000 V/ 440 V, 60 Hz.

Selección de los seccionadores



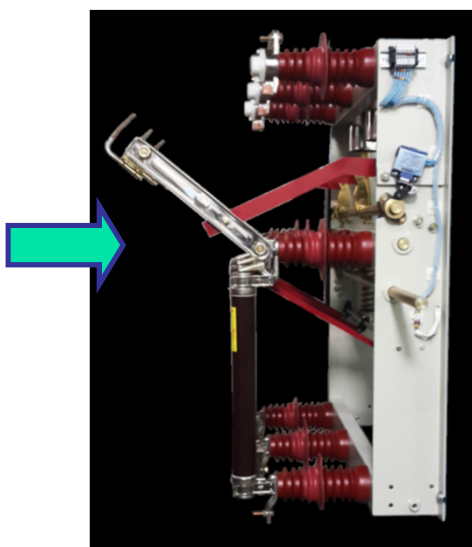
- Los seccionadores son dispositivos que permiten separar el circuito. Y también son conocidos como seccionadores de cuchilla
- Especificaciones
 - Tensión Nominal, 12 o 24 kV
 - Corriente nominal, 400 A o 630 A



IEE 217 – SISTEMAS ELÉCTRICOS

Ing. Raúl Del Rosario Q.

Selección del Interruptor o Seccionador de potencia de MT



- Se requiere la potencia de cortocircuito de la instalación, la cual debe ser solicitada a la distribuidora entre 250 MVA y 300 MVA, redes de 10 kV.

$$I_{CC} = \frac{P_{CC}}{\sqrt{3}U_n} = \frac{250 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \times 10 \text{ kV}} = 14,43 \text{ kA}$$

$$I_{cc} \leq 16 \text{ kA, } 12 \text{ kV}$$

IEE 217 – SISTEMAS ELÉCTRICOS

Ing. Raúl Del Rosario Q.

Selección del Interruptor de media tensión



- La potencia nominal se considera para determinar la corriente nominal (operación) del interruptor:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3}U_n} = \frac{800 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 10 \text{ kV}} = 46,2 \text{ A}$$

- La corriente de diseño del interruptor se define por la siguiente expresión:

$$I_{\text{diseño}} = 1,25 \times I_n = 1,25 \times 46,2 \text{ A} = 57,8 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño}} \leq I_n \text{ interruptor} \quad 630 \text{ A, } 16 \text{ kA, } 12 \text{ kV}$$

IEE 217 – SISTEMAS ELÉCTRICOS

Ing. Raúl Del Rosario Q.

Selección de los fusibles CEF de MT



Tension nominal del transformador (kV)	Capacidad nominal del transformador (kVA)																				Tension nominal del fusible (kV)
	25	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3000	3500	
	Cartucho fusible CEF (A)																				
3	16	25	25	40	40	50	63	80	100	125	160	200	250*	315*	2x250*	2x315*					3/7.2
5	10	16	25	25	25	40	40	50	63	80	100	125	160	200	250*	315*	2x250*	2x315*			
6	6	16	16	25	25	25	40	40	50	63	80	100	125	160	200	250*	315*	2x250*	2x315*		
10	6	10	16	16	16	20	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	2x160	2x200	2x200	6/12
12	6	6	10	16	16	16	20	20	25	40	40	50	63	80	100	125	160	200	2x160	2x200	
15	6	6	10	10	16	16	16	20	20	25	40	40	50	63	80	100	125	2x100	2x125		10/17.5
20	6	6	6	10	10	16	16	16	20	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	2x100	2x100	10/24
24	6	6	6	6	10	10	16	16	16	20	20	25	40	40	50	63	80	100	125	2x100	
30	6	6	6	6	6	10	10	16	16	16	20	25	25	25	40	40	2x25	2x40			20/36
36	6	6	6	6	6	10	10	16	16	16	20	25	25	25	40	40	2x25	2x40	2x40		

* Fusibles tipo CMF

Tabla tomada de ABB

IEE 217 – SISTEMAS ELÉCTRICOS

Ing. Raúl Del Rosario Q.

Selección del Interruptor de baja tensión



- Definición de la corriente nominal del transformador I_{NT} y la corriente de diseño I_d :

$$I_{nt} = \frac{P_{nt}}{\sqrt{3}U_n} = \frac{400 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 0,44 \text{ kV}} = 524,9 \text{ A}$$

$$I_{diseño} = 1,25 \times I_{nt} = 1,25 \times 524,9 \text{ A} = 656,1 \text{ A}$$



$$I_{diseño} \leq I_{n \text{ interruptor}} \quad 800 \text{ A}, 440 \text{ V (hasta 690 V)}$$

Selección del Interruptor de baja tensión



- Verificación de la corriente de cortocircuito nominal del interruptor, se calcula en base a la tensión de cortocircuito del transformador y la potencia nominal del transformador:

$$I_{CC} = \frac{P_{nt}}{\sqrt{3} \times U_{cc}} = \frac{P_{nt}}{\sqrt{3} \times 4,5 \% \times U_n} = \frac{400 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 4,5 \% \times 440 \text{ V}} = 11,66 \text{ kA}$$

$$I_{CC} \leq I_{CC \text{ interruptor}}$$



15 kA



Agradecimientos

- El texto fue elaborado originalmente por el Ing. Marco Banda, a quien se agradece el haberlo cedido para su uso en los cursos de "Instalaciones de Baja Tensión y Sistemas eléctricos"
- Agradecimientos a ABB, FELMEC, TICINO por datos las gráficas y los datos de sus productos.