

Para la selección de relación de transformación y clase de los transformadores de corriente se toma como referencia los valores de placa del interruptor 4610 (alimentador de bus 1 13.8 KV) al considerarse el equipo de mayor robustez en la subestación 13.8 KV que a su vez alimenta otros circuitos dentro de la central.

INTERRUPTOR	4610
I_{NOM}	1200 A
I_{CC}	40 KA
CLASE	10L200
RTC	1200/5 A
TIPO	BCT (BUSHING)

SELECCIÓN DE RTC.

Los esquemas de protección y medición están conformados por un relé SEL 351 y un OPH KITRON.

Dichos equipos cuentan con entradas de medición de corriente secundarias de 5 Amperes.

Del manual de equipo SEL 351 se extrae lo siguiente:

IB, IC, and Neutral Channel IN

I _A Nominal:	15 A continuous, 500 A for 1 s, linear to 100 A symmetrical, 1250 A for 1 cycle
Burden:	0.27 VA @ 5 A, 2.51 VA @ 15 A
I _N Nominal:	3 A continuous, 100 A for 1 s, linear to 20 A symmetrical, 250 A for 1 cycle

Derivado de esto la elección de la RTC resulta obvia al relacionar las corrientes nominales de lado primario (interruptor) y las corrientes nominales lado secundario (PYM):

$$RTC = 1200 / 5 A$$

De la norma NRF-027-CFE-2010 “Transformadores de corriente para sistemas con tensiones nominales de 0.6 KV a 400 KV” se extrae lo siguiente:

TABLA BC.1 – Relaciones de transformación típicas para transformadores de corriente tipo boquilla de multirelación, para sistemas de distribución y transmisión

Relación de transformación nominal (A)	Derivaciones secundarias		Relación de transformación nominal (A)	Derivaciones secundarias	
	Terminales	Relación de transformación (A)		Terminales	Relación de transformación (A)
600:5	S2 – S3	50:5	1 200:5	S2 – S3	100:5
	S1 – S2	100:5		S1 – S2	200:5
	S1 – S3	150:5		S1 – S3	300:5
	S4 – S5	200:5		S4 – S5	400:5
	S3 – S4	250:5		S3 – S4	500:5
	S2 – S4	300:5		S2 – S4	600:5
	S1 – S4	400:5		S1 – S4	800:5
	S3 – S5	450:5		S3 – S5	900:5
	S2 – S5	500:5		S2 – S5	1 000:5
	S1 – S5	600:5		S1 – S5	1 200:5
2 000:5	S3 – S4	300:5	3 000:5	S3 – S4	300:5
	S1 – S2	400:5		S4 – S5	500:5
	S4 – S5	500:5		S3 – S5	800:5
	S2 – S3	800:5		S1 – S2	1 000:5
	S2 – S4	1 100:5		S2 – S3	1 200:5
	S1 – S3	1 200:5		S2 – S4	1 500:5
	S1 – S4	1 500:5		S2 – S5	2 000:5
	S2 – S5	1 600:5		S1 – S3	2 200:5
	S1 – S5	2 000:5		S1 – S4	2 500:5
	--	--		S1 – S5	3 000:5

Por lo cual la RTC seleccionada es típica y avalada por la norma NRF-027-CFE-2010.

CANTIDAD Y CLASE DE DEVANADOS SECUNDARIOS PARA PROTECCION Y MEDICION.

De la norma NRF-027-CFE-2010 “Transformadores de corriente para sistemas con tensiones nominales de 0.6 KV a 400 KV” se extrae lo siguiente:

Para tensiones de 34,5 kV y menores se deben suministrar TC's independientes para medición o protección con un solo devanado.

TABLA 8 – Características de devanados secundarios

Tensión del sistema (kV)	Medición				Protección			Factor de sobrecorriente
	Devanados	Clase	Carga (VA)	FS	Devanados	Clase	Carga (VA)	
13,8			5	≤20				1,2
23	1	0,2 S	10		1	10P20	50	
34,5			15					
69	1	0,2 S	30	≤ 20	3	10P20	100	
115 ⁽²⁾								
138								
161	1	0,2S	30	≤ 20	3	10P20	100	
230								
400								

De la tabla anterior se obtiene lo siguiente:

TC'S	CANT. DEVANADOS	CLASE	CARGA
MEDICION	1	0,2 S	
PROTECCION	1	10P20	

De la norma NRF-027-CFE-2010 "Transformadores de corriente para sistemas con tensiones nominales de 0.6 KV a 400 KV" se extrae lo siguiente:

La clase 0,2 S Indica un error compuesto máximo permitido de 0,2 % en la medición de la corriente primaria, la letra S, indica que la exactitud se garantiza para un rango de corriente primaria desde el 20 % de la relación de transformación seleccionada en la conexión del equipo hasta el factor de sobrecorriente de 1,2

10P20-100 VA

En la norma NMX-J-109-ANCE, el 10 significa 10 % de error, la P clase de protección y el 20, que

Para el cálculo de Burden del TC de protección se proveen los siguientes datos:

II. PESO Y RESISTENCIA ELÉCTRICA DE ALAMBRES REDONDOS DE COBRE Y ALUMINIO

Calibre	Resistencia en cc a 20 °C 100% conductividad		Resistencia en cc a 20 °C 61.8% conductividad		Peso				Calibre
	COBRE		ALUMINIO		COBRE		ALUMINIO		
	ohm/km	ohm/kg	ohm/km	ohm/kg	kg/km	m/g	kg/km	m/g	
4	0.8152	0.004336	1.319	0.02308	188.0	0.005319	57.15	0.01750	4
5	1.028	0.00690	1.664	0.03673	149.0	0.006709	45.34	0.02205	5
6	1.297	0.01097	2.098	0.05836	118.2	0.008459	35.94	0.02783	6
7	1.634	0.01742	2.644	0.09273	93.80	0.01066	28.51	0.03507	7
8	2.061	0.02770	3.333	0.1473	74.38	0.01344	22.62	0.04421	8
9	2.600	0.04410	4.206	0.2348	58.95	0.01696	17.93	0.05577	9
10	3.277	0.07006	5.302	0.3728	46.77	0.02138	14.20	0.07060	10
11	4.140	0.112	6.69	0.593	37.1	0.0270	11.30	0.0887	11
12	5.210	0.177	8.43	0.944	29.4	0.0340	8.96	0.112	12
13	6.560	0.281	10.63	1.50	23.4	0.0428	7.10	0.141	13
14	8.280	0.447	13.39	2.38	18.5	0.0540	5.61	0.178	14
15	10.40	0.711	16.90	3.70	14.7	0.0684	4.46	0.224	15

Se tiene un valor de resistencia de 3.277 Ohms/ Km para un conductor de cobre calibre 10AWG a 20°C.

De la lista de cables se obtiene que la distancia desde el interruptor de 13.8 KV hasta el tablero de protección (casa de maquinas) es de 520 mts.

Por lo cual para calcular la carga de los conductores de corriente de debe multiplicar la distancia por dos.

$$Z_{cable} = 3.277 \frac{Ohms}{Km} Distancia = 3.277 \frac{Ohms}{Km} (1.040 Km) = 3.408 Ohms$$

$$VA_{cable} = 3.408 Ohms (5 A)^2 = 85.202 VA$$

La impedancia del devanado secundario del TC (Z_{TC}) se desconoce por lo que se toma un valor conservador.

$$Z_{tc} = 0.5 Ohms$$

$$VA_{tc} = 0.5 Ohms (5 A)^2 = 12.5 VA$$

Del manual del fabricante se obtiene la impedancia del equipo de protección:

, IB, IC, and Neutral Channel IN

A Nominal: 15 A continuous, 500 A for 1 s,
linear to 100 A symmetrical,
1250 A for 1 cycle

Burden: 0.27 VA @ 5 A, 2.51 VA @ 15 A

A Nominal: 3 A continuous, 100 A for 1 s,
linear to 20 A symmetrical,
250 A for 1 cycle

$$VA_{\text{totales}} = 85.202 \text{ VA} + 12.5 \text{ VA} + 0.27 \text{ VA} = 97.97 \text{ VA}$$

TC'S	CANT. DEVANADOS	PROTECCIÓN	CARGA
PROTECCION	1	10P20	100 VA

EQUIVALENCIA DE CLASE EN TC INT. 4610.

De los datos de placa del int. 4610 se obtiene lo siguiente:

TC clase 10L200 (Clasificación ASA).

10H10	10L10
10H20	10L20
10H50	10L50
10H100	10L100
10H200	10L200
10H400	10L400
10H800	10L800

2.5H10	2.5L10
2.5H20	2.5L20
2.5H50	2.5L50
2.5H100	2.5L100
2.5H200	2.5L200
2.5H400	2.5L400
2.5H800	2.5L800

La "H" significa impedancia interna del secundario alta y la letra "L" es Impedancia interna del secundario baja. El número anterior a la letra es el error máximo de relación especificado en porcentaje $(100/FCR - 1)$ y el número después de la letra es la tensión final máxima secundaria a la que puede tolerarse el error de relación especificado, para una corriente del secundario aumentada 20 veces la nominal. Para 5 amperes del secundario es el valor nominal usual, dividiendo la tensión máxima especificada entre 100 amperes $(20 \times 5a)$ se obtiene la impedancia máxima de la carga especificada a través de la cual el TC pasará 5 amperes con no más del error de relación especificado.

10 = 10% de error.

L= impedancia interna del secundario baja.

200 = 2 Ohms de burden = 50 VA