

Calculos 2do parcial Julio 2022

$$U := 15 \text{ kV} \quad \omega := 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \quad R := 8 \text{ ohm}$$

$$x := 0.5 \text{ km desde la salida} \quad X_{Td} := 0.07 \cdot \frac{U^2}{7.5} \cdot 1j \quad X_{Td} = 2.1j \text{ ohm}$$

$$y := 15 \text{ km desde la salida}$$

$$z := 20 \text{ km desde la salida} \quad X_{To} := X_{Td}$$

Datos de linea 15 kV :

$$Z_{Ld} := 0.22 + 0.32j \text{ ohm/km} \quad Z_{Lo} := 0.37 + 1.6j \text{ ohm/km}$$

$$L_{tot} := y \text{ km} \quad C_L := 0.17 \frac{\mu F}{km} \quad I_{Ctot} := 3 \left(1j \cdot \omega \cdot C_L \cdot L_{tot} \cdot \frac{U}{\sqrt{3}} \right) \cdot 10^{-3}$$

$$|I_{Ctot}| = 20.813 \text{ A} \quad I_{51N} := 2 \cdot |I_{Ctot}| \quad I_{51N} = 41.627 \text{ A}$$

Corrientes de cortocircuito maximo 3F en punto "x" y elecci3n del I50 del disyuntor de salida :

$$I_{CC3Fx} := \frac{\left(\frac{U}{\sqrt{3}} \right)}{X_{Td} + Z_{Ld} \cdot x} \quad |I_{CC3Fx}| = 3.827 \text{ kA} \quad I_{CC3Fbarra} := \frac{\left| \left(\frac{U}{\sqrt{3}} \right) \right|}{|X_{Td}|} = 4.124 \text{ kA}$$

$$I_{50} := \frac{\left(\frac{U}{\sqrt{3}} \right)}{X_{Td} + Z_{Ld} \cdot x \cdot 0.8} \quad |I_{50}| = 3.884 \text{ kA}$$

Corrientes de cortocircuito F-Tierra relevantes:

$$I_{CCFTmax_x} := \frac{3 \cdot \left(\frac{U}{\sqrt{3}} \right)}{(X_{Td} + Z_{Ld} \cdot x) \cdot 2 + Z_{Lo} \cdot x + X_{To} + 3 \cdot R} \quad |I_{CCFTmax_x}| = 1.019 \text{ kA}$$

$$I_{CCFTmin_y} := \frac{3 \cdot \left(\frac{U}{\sqrt{3}} \right)}{(X_{Td} + Z_{Ld} \cdot y) \cdot 2 + Z_{Lo} \cdot y + X_{To} + 3 \cdot (R + 40)} \quad |I_{CCFTmin_y}| = 0.161 \text{ kA}$$

Elecci3n de fusible de los Trafos:

$$I_n := \frac{250}{\sqrt{3} \cdot U} \quad I_n = 9.623 \text{ A} \quad I_{tot_sal} := 20 \cdot I_n \quad I_{tot_sal} = 192.45 \text{ A}$$

$$I_{inrush} := 12 \cdot I_n \quad I_{inrush} = 115.47 \text{ A} \quad t_{inrush} := 100 \text{ ms}$$

$$I_{carga_fria} := 6 \cdot I_n \quad I_{carga_fria} = 57.735 \text{ A} \quad t_{carga_fria} := 1 \text{ s}$$

... por la grafica se observa que el fusible 10K cumple inrush pero no carga fria, el de 15K cumple con ambos requisitos

I2t del Trafo:

$$5 \cdot I_n = 48.113 \text{ A para } t = 50 \text{ seg}$$

$$25 \cdot I_n = 240.563 \text{ A para } t = 2 \text{ seg}$$

Verificación fusibles:

$$I_{fus} := 15 \text{ A} \quad I_{3fus} := 4 \cdot I_{fus} \quad I_{3fus} = 60 \text{ A} \quad |I_{cc_{FTmin}_y}| = 0.161 \text{ kA}$$

Elección de las curvas de las protecciones del disyuntor de salida :

Considero el umbral I51 igual a la max corriente admisible de la linea, pero luego deberé verificar si la curva obtenida esta por encima del arranque de carga fría.

$$I_{51} := 0.230 \quad I_{51} = 0.23 \quad \text{kA}$$

Para la eleccion del Td, observo que un fusible 15K para la corriente 3F mas grande para la cual debe coordinar con el disyuntor (o sea en "x") ya actua en 0,1 seg:

$$T_{dFMI} := \frac{0.2 + 0.01}{13.5} \cdot \left(\frac{|I_{cc_{3Fx}}|}{I_{51}} - 1 \right) \quad T_{dFMI} = 0.243 \text{ seg}$$

... ahora verifico si la curva hace que no opere

abriendo el disyuntor cuando se energiza la salida: $6 \cdot I_{tot_sal} = 1.155 \cdot 10^3$

$$t_{MI} := \frac{13.5}{\frac{6 \cdot I_{tot_sal}}{1000 \cdot I_{51}} - 1} \cdot T_{dFMI} = 0.817 \text{ seg} \quad \text{NO SIRVE, es menor a 1 seg.}$$

$$T_{dFEI} := \frac{0.2 + 0.01}{80} \cdot \left(\left(\frac{|I_{cc_{3Fx}}|}{I_{51}} \right)^2 - 1 \right) \quad T_{dFEI} = 0.724 \text{ seg}$$

$$t_{EI} := \frac{80}{\left(\frac{6 \cdot I_{tot_sal}}{1000 \cdot I_{51}} \right)^2 - 1} \cdot T_{dFEI} = 2.394 \text{ seg} \quad \text{SIRVE, elijo EI con este Td}$$

para la eleccion de la curva de actuacion de tierra, impongo que a la corriente de defecto a tierra sin resistencia de falla en el punto "x", el tiempo sea 0,210 s, porque ya a esa corriente el fusible actua en el minimo tiempo (0.01s):

$$T_{dTMI} := \frac{0.2 + 0.01}{13.5} \cdot \left(\frac{|I_{cc_{FTmax}_x}|}{0.001 \cdot I_{51N}} - 1 \right) \quad T_{dTMI} = 0.365 \text{ seg}$$

...algunos puntos mas para graficar:

$$t_{MI} := \frac{13.5}{\frac{50}{I_{51N}} - 1} \cdot T_{dTMI} = 24.5 \quad \text{seg} \quad t_{MI} := \frac{13.5}{\frac{100}{I_{51N}} - 1} \cdot T_{dTMI} = 3.514 \quad t_{MI} := \frac{13.5}{\frac{300}{I_{51N}} - 1} \cdot T_{dTMI} = 0.794$$

Elección de la curva del disyuntor monofasico de derivacion MRT :

$$I_{51mono} := 8 \text{ A} \quad \text{por limitacion de corriente}$$

Con curva MI voy a imponer 200 ms con los fusibles 6K para la corriente maxima a tierra en "y" (para esa corriente el 6K actua en 0.01 s):

$$I_{CC_{FTmax_y}} := \frac{3 \cdot \left(\frac{U}{\sqrt{3}} \right)}{(X_{Td} + Z_{Ld} \cdot y) \cdot 2 + Z_{Lo} \cdot y + X_{To} + 3 \cdot R} \quad |I_{CC_{FTmax_y}}| = 0.483 \quad \text{kA}$$

$$T_{dmono} := \frac{0.2 + 0.01}{13.5} \cdot \left(\frac{|I_{CC_{FTmax_y}}|}{0.001 \cdot I_{51mono}} - 1 \right) \quad T_{dmono} = 0.923 \quad \text{seg}$$

ahora verifico si hay al menos 200 ms con la curva de tierra del disyuntor de la salida troncal:

$$\Delta t := \frac{13.5}{\frac{|I_{CC_{FTmax_y}}|}{0.001 \cdot I_{51N}} - 1} \cdot T_{dTMI} - \frac{13.5}{\frac{|I_{CC_{FTmax_y}}|}{0.001 \cdot I_{51mono}} - 1} \cdot T_{dmono} = 0.255 \quad \text{seg} , \text{ CUMPLE}$$

otros puntos para graficar:

$$\frac{13.5}{\frac{100}{I_{51mono}} - 1} \cdot T_{dmono} = 1.083 \quad \text{seg} \quad \frac{13.5}{\frac{30}{I_{51mono}} - 1} \cdot T_{dmono} = 4.53 \quad \frac{13.5}{\frac{15}{I_{51mono}} - 1} \cdot T_{dmono} = 14.236$$

Icc FT al final de la linea MRT :

$$Z_{Lmono} := 0.98 + 0.8j \text{ ohm/km}$$

$$I_{CC_{FTmin_z}} := \frac{3 \cdot \left(\frac{U}{\sqrt{3}} \right)}{(X_{Td} + Z_{Ld} \cdot y) \cdot 2 + Z_{Lo} \cdot y + X_{To} + 3 \cdot (R + Z_{Lmono} \cdot (z - y) + 40)}$$

$$|I_{CC_{FTmin_z}}| = 0.146 \quad \text{kA}$$

Con ese valor de Icc a tierra, no solo los fusibles 6K actuarian ($I_3 = 4 \cdot 6 = 24 \text{ A}$), tambien el disyuntor monofasico ($I_{51mono} = 8 \text{ A}$), e incluso el respaldo de la proteccion de tierra de la salida troncal trifasica ($I_{51N} = 41,627 \text{ A}$).