

Calculos parcial julio 2016:

$$\begin{aligned}
 U &:= 15 \text{ kV} & \omega &:= 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} & R &:= 8 \text{ ohm} \\
 X_{Td1} &:= 0.08 \cdot \frac{U^2}{7.5} \cdot 1j & X_{Td1} &= 2.4j \text{ ohm} & X_{Td2} &:= 0.07 \cdot \frac{U^2}{10} \cdot 1j & X_{Td2} &= 1.575j \text{ ohm} \\
 X_{To2} &:= X_{Td2} & X_{To_aterr} &:= 0.02 \cdot \frac{U^2}{0.1} \cdot 1j & X_{To_aterr} &= 45j \text{ ohm}
 \end{aligned}$$

Corriente capacitiva de retorno maxima total linea 15 kV, en contingencia :

$$I_{Ctot} := 3 \cdot (1.5 + 1.5) = 9 \text{ A} \quad I_{51N} := 2 \cdot |I_{Ctot}| \quad I_{51N} = 18 \text{ A}$$

Corrientes de cortocircuito maximo 3F en barras :

$$I_{cc3Fbarra1} := \frac{\left(\frac{U}{\sqrt{3}}\right)}{X_{Td1}} |I_{cc3Fbarra1}| = 3.608 \text{ kA} \quad I_{cc3Fbarra2} := \frac{\left(\frac{U}{\sqrt{3}}\right)}{X_{Td2}} |I_{cc3Fbarra2}| = 5.499 \text{ kA}$$

$$I_{cc3Fmin1} := \frac{\left(\frac{U}{\sqrt{3}}\right)}{X_{Td1} + 40} \quad |I_{cc3Fmin1}| = 0.216 \text{ kA}$$

$$I_{51_1} := 0.8 \cdot |I_{cc3Fmin1}| \quad I_{51_1} = 0.173 \text{ kA}$$

$$I_{cc3Fmin2} := \frac{\left(\frac{U}{\sqrt{3}}\right)}{X_{Td2} + 40} \quad |I_{cc3Fmin2}| = 0.216 \text{ kA}$$

$$I_{51_2} := 0.8 \cdot |I_{cc3Fmin2}| \quad I_{51_2} = 0.173 \text{ kA}$$

$$I_{adm_cable} := 100 \text{ A} \quad \dots \text{priorizo criterio sobrecarga cable: } I_{51} := 1.2 \cdot I_{adm_cable} \\ I_{51} = 120 \text{ A}$$

Impongo 200 ms de margen fusible-interruptor, curva MI:

$$T_{dF1} := \frac{0.21}{13.5} \cdot \left(\frac{|I_{cc3Fbarra1}|}{I_{51} \cdot 10^{-3}} - 1 \right) \quad T_{dF1} = 0.452 \text{ seg}$$

$$T_{dF2} := \frac{0.21}{13.5} \cdot \left(\frac{|I_{cc3Fbarra2}|}{I_{51} \cdot 10^{-3}} - 1 \right) \quad T_{dF2} = 0.697 \text{ seg}$$

...si se elige una curva de tiempo definido, de igual corriente umbral, el tiempo de actuación mínima sería de 17 ms (tiempo que abre fusible 16A con 120A) + 200 ms = 217ms (I50 = 217ms) para que haya coordinación. La ventaja es que abro CC mucho más rápidamente en todo el rango desde la sobrecarga del cable hasta la máxima Icc. El riesgo es que si el cable se pasa un poco de la sobrecarga asumida del 20%, se genera una apertura.

Corrientes de cortocircuito F-Tierra :

$$I_{cc1_{FTmax}} := \frac{3 \cdot \left(\frac{U}{\sqrt{3}} \right)}{X_{Td1} \cdot 2 + X_{To_aterr}} \quad |I_{cc1_{FTmax}}| = 0.522 \quad \text{kA}$$

$$I_{cc2_{FTmax}} := \frac{3 \cdot \left(\frac{U}{\sqrt{3}} \right)}{X_{Td2} \cdot 2 + X_{To2} + 3 \cdot R} \quad |I_{cc2_{FTmax}}| = 1.062 \quad \text{kA}$$

$$I_{cc1_{FTmin}} := \frac{3 \cdot \left(\frac{U}{\sqrt{3}} \right)}{X_{Td1} \cdot 2 + X_{To_aterr} + 3 \cdot 40} \quad |I_{cc1_{FTmin}}| = 0.2 \quad \text{kA}$$

$$I_{cc2_{FTmin}} := \frac{3 \cdot \left(\frac{U}{\sqrt{3}} \right)}{X_{Td2} \cdot 2 + X_{To2} + 3 \cdot (R + 40)} \quad |I_{cc2_{FTmin}}| = 0.18 \quad \text{kA}$$

Impongo 200 ms de margen fusible-interruptor, curva MI:

$$T_{dT1} := \frac{0.21}{13.5} \cdot \left(\frac{|I_{cc1_{FTmax}}|}{I_{51N} \cdot 10^{-3}} - 1 \right) \quad T_{dT1} = 0.435 \quad \text{seg}$$

$$T_{dT2} := \frac{0.21}{13.5} \cdot \left(\frac{|I_{cc2_{FTmax}}|}{I_{51N} \cdot 10^{-3}} - 1 \right) \quad T_{dT2} = 0.902 \quad \text{seg}$$

Resumen:

$$T_{dF1} = 0.452 \quad \text{seg} \quad |I_{51}| = 120 \quad \text{A}$$

$$T_{dF2} = 0.697 \quad \text{seg} \quad |I_{51N}| = 18 \quad \text{A}$$

Verificación de la conexión Holmgren: el tiempo de actuación para el max cc 3F en cada salida se fija en 0,21 seg. Para ese tiempo veo el tiempo de actuación de la protección de tierra para el 10% del max cc 3F:

$$t1(I) := \frac{13.5 \cdot T_{dT1}}{\frac{I}{I_{51N} \cdot 10^{-3}} - 1} \quad t1(0.1 \cdot |I_{cc3Fbarral}|) = 0.309 \text{ seg, mayor a } 0,21 \text{ seg. OK}$$

$$t2(I) := \frac{13.5 \cdot T_{dT2}}{\frac{I}{I_{51N} \cdot 10^{-3}} - 1} \quad t2(0.1 \cdot |I_{cc3Fbarral2}|) = 0.412 \text{ seg, mayor a } 0,21 \text{ seg. OK}$$

...esta verificación es suficiente. Para demostrarlo calculemos la diferencia de tiempos para el otro extremo, o sea la mínima cc 3F:

$$t1(0.1 \cdot |I_{cc3Fmin1}|) = 29.287 \text{ seg, mayor a : } \left(\frac{13.5 \cdot T_{dF1}}{\frac{|I_{cc3Fmin1}|}{I_{51} \cdot 10^{-3}} - 1} \right) = 7.622 \text{ seg}$$

$$t2(0.1 \cdot |I_{cc3Fmin2}|) = 60.341 \text{ seg, mayor a : } \left(\frac{13.5 \cdot T_{dF2}}{\frac{|I_{cc3Fmin2}|}{I_{51} \cdot 10^{-3}} - 1} \right) = 11.724 \text{ seg}$$

Corriente nominal Trafos:

$$I_n := \frac{160}{\sqrt{3} \cdot U} \quad I_n = 6.158 \text{ A}$$

$$I_{inrush} := 12 \cdot I_n \quad I_{inrush} = 73.901 \text{ A} \quad t_{inrush} := 100 \text{ ms}$$

I2t de Trafo:

$$5 \cdot I_n = 30.792 \text{ A para } t = 50 \text{ seg}$$

$$25 \cdot I_n = 153.96 \text{ A para } t = 2 \text{ seg}$$

Verificación fusible:

$$I_{fus} := 16 \text{ A} \quad I_{3fus} := 3.8 \cdot I_{fus} \quad I_{3fus} = 60.8 \text{ A} \quad |I_{cc1FTmin}| = 0.2 \text{ kA}$$

$$|I_{cc2FTmin}| = 0.18 \text{ kA}$$

Reduccion de la corriente de pico del fusible en funcion limitador:

Para la maxima corriente de cc 3F en el peor caso (5,5 kA) viendo la curva el fusible de 16A limita el pico a 1,5 kA aproximadamente. Eso es el minimo valor exigible para la corriente dinamica del seccionador de PAT.

Eleccion del descargador:

$$95 \cdot 0.75 = 71.25 \text{ kVcr, Tension residual maxima exigible para Inom 10 kAcr}$$

El descargador de MCOV 17,0 kV no sirve dado que la tension puede llegar a 17,5 kV. Se elige el proximo que cumple: el de MCOV 19,5 kV.

Ante descargas de rayo de 40 kAcr, el descargador elegido responde con una Ures de 73,0 kVcr, esto representa un margen algo menor que el 25%, no obstante se asume que son descargas de muy baja probabilidad :

$$1 - \frac{73}{95} = 0.232$$