

Calculos 2do parcial 2024:

$$U := 6.4 \text{ kV} \quad \omega := 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \quad R := 4 \text{ ohm}$$

$$X_{Td} := 0.12 \cdot \frac{U^2}{10} \cdot 1j \quad X_{Td} = 0.492j \text{ ohm} \quad X_{To} := X_{Td} \quad Zl_d := 0.18 + 0.3j \text{ ohm/km}$$

$$Zl_o := 3 \cdot Zl_d$$

$$X_{Ttrd} := 0.095 \cdot \frac{31.5^2}{40} \cdot 1j \quad X_{Ttrd6kV} := X_{Ttrd} \cdot \left(\frac{U}{31.5} \right)^2 \quad X_{Ttrd6kV} = 0.097j \text{ ohm}$$

Corrientes de carga trafos 6,4/0.4 kV :

$$I_N := \frac{400}{\sqrt{3} \cdot U} \quad I_N = 36.084 \text{ A}$$

Corrientes de carga interruptor de trafo :

$$I_{trafo} := \frac{10000 \cdot 1.2}{\sqrt{3} \cdot U} \quad I_{trafo} = 1.083 \cdot 10^3 \text{ A}$$

Corriente maxima de cortocircuito F-Tierra :

$$I_{cc_{FTmax}} := \frac{3 \cdot \left(\frac{U}{\sqrt{3}} \right)}{\left(X_{Td} + 0.5 \cdot X_{Ttrd6kV} \right) \cdot 2 + X_{To} + 3 \cdot R} \quad |I_{cc_{FTmax}}| = 0.916 \text{ kA}$$

Corriente max F-Tierra aguas abajo fusible (trafo mas cercano a-b: 0,9 km):

$$I_{cc_{FTmax_ab}} := \frac{3 \cdot \left(\frac{U}{\sqrt{3}} \right)}{\left(X_{Td} + 0.5 \cdot X_{Ttrd6kV} + Zl_d \cdot 0.9 \right) \cdot 2 + X_{To} + Zl_o \cdot 0.9 + 3 \cdot R}$$

$$|I_{cc_{FTmax_ab}}| = 0.844 \text{ kA}$$

Corriente minima cc F-Tierra aguas abajo fusible (trafo mas lejano : 2,6 km):

$$I_{cc_{FTmin_g}} := \frac{3 \cdot \left(\frac{U}{\sqrt{3}} \right)}{\left(X_{Td} + 0.5 \cdot X_{Ttrd6kV} + Zl_d \cdot 2.6 \right) \cdot 2 + X_{To} + Zl_o \cdot 2.6 + 3 \cdot (R + 40)}$$

$$|I_{cc_{FTmin_g}}| = 0.082 \text{ kA}$$

$$I_{inrush} := 12 \cdot I_N \quad I_{inrush} = 433.013 \quad \text{A} \quad \dots \text{ el fusible candidato es de 63 A}$$

si bien no hay actuación garantizada ante la menor falta a tierra (I3 según la gráfica es 160 A aproximadamente) de cualquier forma se prioriza por criterio de inrush.

$$8 \cdot I_N = 288.675 \quad 11.3 \cdot I_N = 407.754 \quad 25 \cdot I_N = 902.11 \quad \dots \text{ protege trafo}$$

Corrientes de cortocircuito máximo 3F en barras :

$$I_{CC_{3Fbarras}} := \frac{\left(\frac{U}{\sqrt{3}}\right)}{X_{Td} + 0.5 \cdot X_{Ttrd6kV}} \quad |I_{CC_{3Fbarras}}| = 6.841 \quad \text{kA}$$

Corrientes de cortocircuito máximo 3F en transformador secundario más cercano :

$$I_{CC_{3Fsec}} := \frac{\left(\frac{U}{\sqrt{3}}\right)}{X_{Td} + 0.5 \cdot X_{Ttrd6kV} + 0.9 \cdot Zl_d} \quad |I_{CC_{3Fsec}}| = 4.472 \quad \text{kA}$$

$$I_{51} := 400 \cdot 1.2 \quad I_{51} = 480 \quad \text{A}$$

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

$$T_{df} := \frac{0.21}{13.5} \cdot \left(\frac{|I_{CC_{3Fsec}}|}{I_{51} \cdot 10^{-3}} - 1 \right) \quad T_{df} = 0.129 \quad \text{seg}$$

...si eligiera curva EI, la misma actuaría más lenta si mantengo estos criterios, por ejemplo para un CC3F de 1 kA:

$$T_{dfEI} := \frac{0.21}{80} \cdot \left(\left(\frac{|I_{CC_{3Fsec}}|}{I_{51} \cdot 10^{-3}} \right)^2 - 1 \right) \quad T_{dfEI} = 0.225 \quad \text{seg}$$

$$t_{MI} := \frac{13.5 \cdot T_{df}}{\frac{1}{I_{51} \cdot 10^{-3}} - 1} \quad t_{MI} = 1.612 \quad t_{EI} := \frac{80 \cdot T_{dfEI}}{\left(\frac{1}{I_{51} \cdot 10^{-3}} \right)^2 - 1} \quad t_{EI} = 5.395$$

Corriente capacitiva de retorno máxima total línea 6,4 kV:

$$I_{Ctot} := 3 \cdot 1.4 \cdot (0.9 + 0.3 + 0.4 + 1) = 10.92 \quad \text{A}$$

$$I_{51N} := 2 \cdot |I_{Ctot}| \quad I_{51N} = 21.84 \quad \text{A}$$

Impongo 200 ms de margen fusible-interruptor, curva MI: (fusible actua en 0,015 seg aprox para $I_{ccFTmax_ab}$)

$$T_{dt} := \frac{0.215}{13.5} \cdot \left(\frac{|I_{ccFTmax_ab}|}{I_{51N} \cdot 10^{-3}} - 1 \right) \quad T_{dt} = 0.585 \text{ seg}$$

...si eligiera curva EI, la misma actuaría más lenta si mantengo estos criterios, pero tiene la ventaja que coordina con el fusible para un rango más amplio de corrientes de cc. por ejemplo para un CCFT de 160 A (umbral de actuación segura del fusible):

$$T_{dtEI} := \frac{0.215}{80} \cdot \left(\left(\frac{|I_{ccFTmax_ab}|}{I_{51N} \cdot 10^{-3}} \right)^2 - 1 \right) \quad T_{dtEI} = 3.915 \text{ seg}$$

$$t_{MI} := \frac{13.5 \cdot T_{dt}}{\frac{0.16}{I_{51N} \cdot 10^{-3}} - 1} \quad t_{MI} = 1.249 \quad t_{EI} := \frac{80 \cdot T_{dtEI}}{\left(\frac{0.16}{I_{51N} \cdot 10^{-3}} \right)^2 - 1} \quad t_{EI} = 5.946$$

OBS: la Corriente mínima cc F-Tierra en punto más lejano (punto "g") sería como máximo (contemplando un total de 2,6 km de línea) la ya calculada:

$$|I_{ccFTmin_g}| = 0.082 \quad \text{kA}$$

Por tanto, la I_{51N} del respaldo será esta corriente (82 A), y se impondrá que para la máxima corriente FT (916 A) la diferencia de tiempos sea 250 ms entre la nueva curva y la de la salida.

Para el respaldo de fase, la I_{51} tendrá que ser la corriente que pasa por el trafo afectada por el factor de sobrecarga:

$$I_{51res} := \frac{10000 \cdot 1.2}{\sqrt{3} \cdot 31.5} \quad I_{51res6kV} := I_{51res} \cdot \frac{31.5}{U} \quad I_{51res6kV} = 1.083 \cdot 10^3$$

$$I_{51res} = 219.943 \quad \text{A}$$

Para estimar el I50 hay que calcular la corriente vista del lado de 30 kV cuando hay un corto en barras máximo en 6,4 kV, y le afecto por un factor de seguridad de 20% para que no haya solapamientos:

$$|I_{cc_{3Fbarra}}| = 6.841 \quad I_{50res} := 1.2 |I_{cc_{3Fbarra}}| \cdot \frac{U}{31.5} \quad I_{50res} = 1.668 \text{ kA}$$

Corrientes de cortocircuito máximo 3F en barras de 31,5 kV :

$$I_{cc_{3Fbarra31.5}} := \frac{\left(\frac{31.5}{\sqrt{3}}\right)}{0.5 \cdot X_{Ttd}} \quad |I_{cc_{3Fbarra31.5}}| = 15.435 \text{ kA}$$

... en el rango entre el I50 de respaldo y la máxima cc 3F es seguro que la falla se da del lado de 31,5 kV y por tanto se puede usar actuación instantáneo (coord. amperimétrica)

Si quisiera tener un respaldo en barra con rele de tensión residual:

$$U_{59N} := 3 \cdot R \cdot |I_{cc_{FTmin_g}}| = 0.989 \text{ kV}$$