

Protección de Transformadores

Duvan A. Mendoza, Juan Camilo Macías

En el sistema de potencia del curso de protecciones ocurre un corto circuito trifásico 5m adelante del TC37 y las protecciones del circuito ordenan abrir el interruptor 37 a los 100ms. Durante la falla la corriente del barraje de 11,5 kV hacia la falla es de 18400A.

El transformador de T1E de 80MVA tiene cambiador de tomas en el lado de 115 kV de $\pm 10\%$ y su grupo vectorial es Dy5, en la Y aterrizada. Su corriente normal de magnetización es del 1% de su corriente nominal; cuando se energiza con el interruptor No.30 la corriente de magnetización inicial puede ser hasta del 600% de la corriente nominal y se normaliza en 3 segundos aproximadamente.

Los TCs 30 son de 500/5, clase 10P20, 5VA, conectados en Y. Los TCs 33 son de 8000/5 clase 10P10, 5VA, conectados en Δ .

El transformador T1E cuenta con una protección diferencial de porcentaje, con restricción en el segundo armónico y el tiempo de operación es de 25ms.

Dibuje una característica de tipo porcentaje adecuada para este caso y analice la respuesta de la protección diferencial para la falla mencionada, para una falla interna y para el caso de cierre normal del interruptor No. 30. Suponga las condiciones más exigentes sobre la protección diferencial. Utilice diagramas explicativos en su análisis.

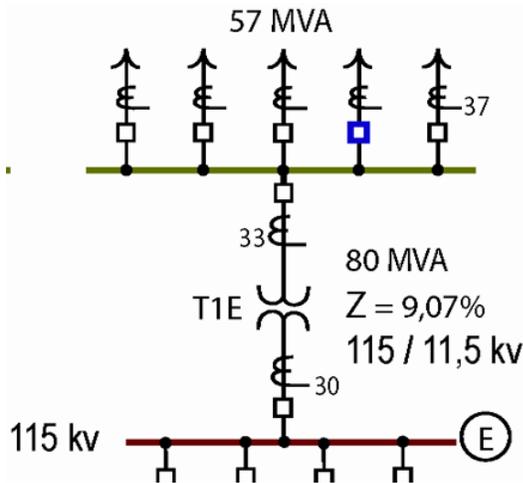


Figura 1. Sección de interés de la red

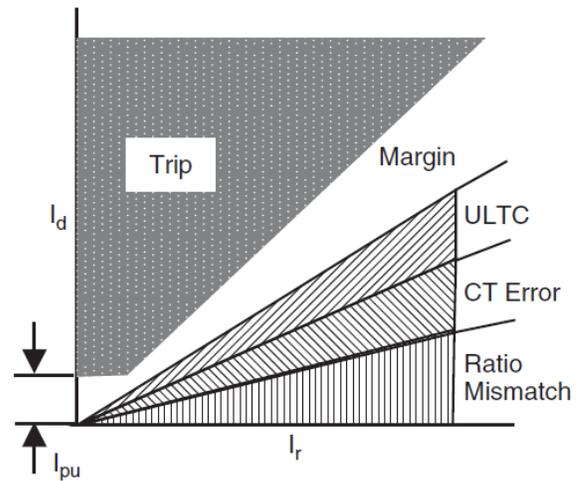


Figura 2. Curva protección diferencial de porcentaje

- ❖ **CAMBIADOR DE TOMAS:** Un diagrama práctico de la protección diferencial de porcentaje se muestra en la figura 2. La primer parte del análisis corresponde al cambiador de tomas (ULTC, Under Load Tap Changer). Para este caso, se consideran las situaciones más extremas, las posiciones del cambiador en +10% y -10%. Como se puede ver en la figura, estos cambios no deben producir el disparo de la protección.

Cambiador de Tomas	Tensión
+10%	126.5 kV
Nominal	115 kV
-10%	103.5 kV

De esta manera, los puntos en los que la protección no dispara son:

(Para +10%) Corriente en el TC 30

$$I_p = \frac{80 \text{ MVA}}{\sqrt{3} * 126.5 \text{ kV}} = 365.12 \text{ A}$$

$$i_1 = \frac{365.12 \text{ A}}{500/5} = 3.65 \text{ A}$$

(Para +10%) Corriente en el TC 33

$$I_s = \frac{80 \text{ MVA}}{\sqrt{3} * 12.65 \text{ kV}} = 3651.2 \text{ A}$$

$$i_2 = \frac{3651.2 \text{ A}}{8000/5} = 2.28 \text{ A}$$

(Para +10%) Los puntos para la gráfica serán entonces:

$$|i_1 - i_2| = 1.37 \text{ A}$$

$$\frac{|i_1| + |i_2|}{2} = 2.96 \text{ A}$$

(Para -10%) Corriente en el TC 30

$$I_p = \frac{80 \text{ MVA}}{\sqrt{3} * 103.5 \text{ kV}} = 446.26 \text{ A}$$

$$i_1 = \frac{446.26 \text{ A}}{500/5} = 4.46 \text{ A}$$

(Para -10%) Corriente en el TC 33

$$I_s = \frac{80 \text{ MVA}}{\sqrt{3} * 10.35 \text{ kV}} = 4462.6 \text{ A}$$

$$i_2 = \frac{4462.6 \text{ A}}{8000/5} = 2.78 \text{ A}$$

(Para -10%) Los puntos para la gráfica serán entonces:

$$|i_1 - i_2| = 1.68 \text{ A}$$

$$\frac{|i_1| + |i_2|}{2} = 3.62 \text{ A}$$

i_1 (A)	i_2 (A)	$ i_1 - i_2 $	$\frac{ i_1 + i_2 }{2}$	Cambiador
3.65	2.28	1.37	2.96	+ 10%
4.46	2.78	1.68	3.62	- 10%

- ❖ **FALLA EXTERNA** : Debido a que esta falla ocurre en una de las líneas conectadas al barraje de 11,5 kV las protecciones diferenciales del transformador NO deberían ordenar una desconexión, entonces podemos hallar las corrientes que leen los TC para este tipo de falla:

Corriente en el TC 30

$$i_1 = \frac{1840}{500/5} = 18,4 \text{ A}$$

Corriente en el TC 33

$$i_2 = \frac{18400}{8000/5} = 18,4 \times \sqrt{3} = 19,9 \text{ A}$$

Los puntos para la gráfica serán entonces:

$$|i_1 - i_2| = 1,5$$

$$\frac{|i_1| + |i_2|}{2} = 19,15$$

i_1 (A)	i_2 (A)	$ i_1 - i_2 $	$\frac{ i_1 + i_2 }{2}$
18.4	19.9	1.5	19.15

- ❖ **CIERRE NORMAL DE INTERRUPTOR:** Debido a que no es una situación de falla, las protecciones diferenciales del transformador NO deberían ordenar una desconexión.

Corriente nominal:

$$i_{nominal} = \frac{80 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \times 115 \text{ kV}} = 401,63$$

Corriente de magnetización

$$i_m = 6 \times i_{nominal} = 2409,80 \text{ A}$$

Corriente en el TC 30

$$i_1 = \frac{2409,80}{500/5} = 24,09 \text{ A}$$

Corriente en el TC 33

$$i_2 = 0$$

Los puntos para la gráfica serán entonces:

$$|i_1 - i_2| = 24,09$$

$$\frac{|i_1| + |i_2|}{2} = 12,045$$

i_1 (A)	i_2 (A)	$ i_1 - i_2 $	$\frac{ i_1 + i_2 }{2}$
24,09	0	24,09	12,045

- ❖ **FALLA INTERNA:** Debido a que es una falla que se encuentra dentro las protecciones diferenciales, es una situación de falla las protecciones diferenciales del transformador DEBEN ordenar una desconexión , entonces como primer paso podemos hallar las corrientes de falla si ocurriera un corto circuito en el lado de 11,5 kV:

La corriente de corto circuito está dada por:

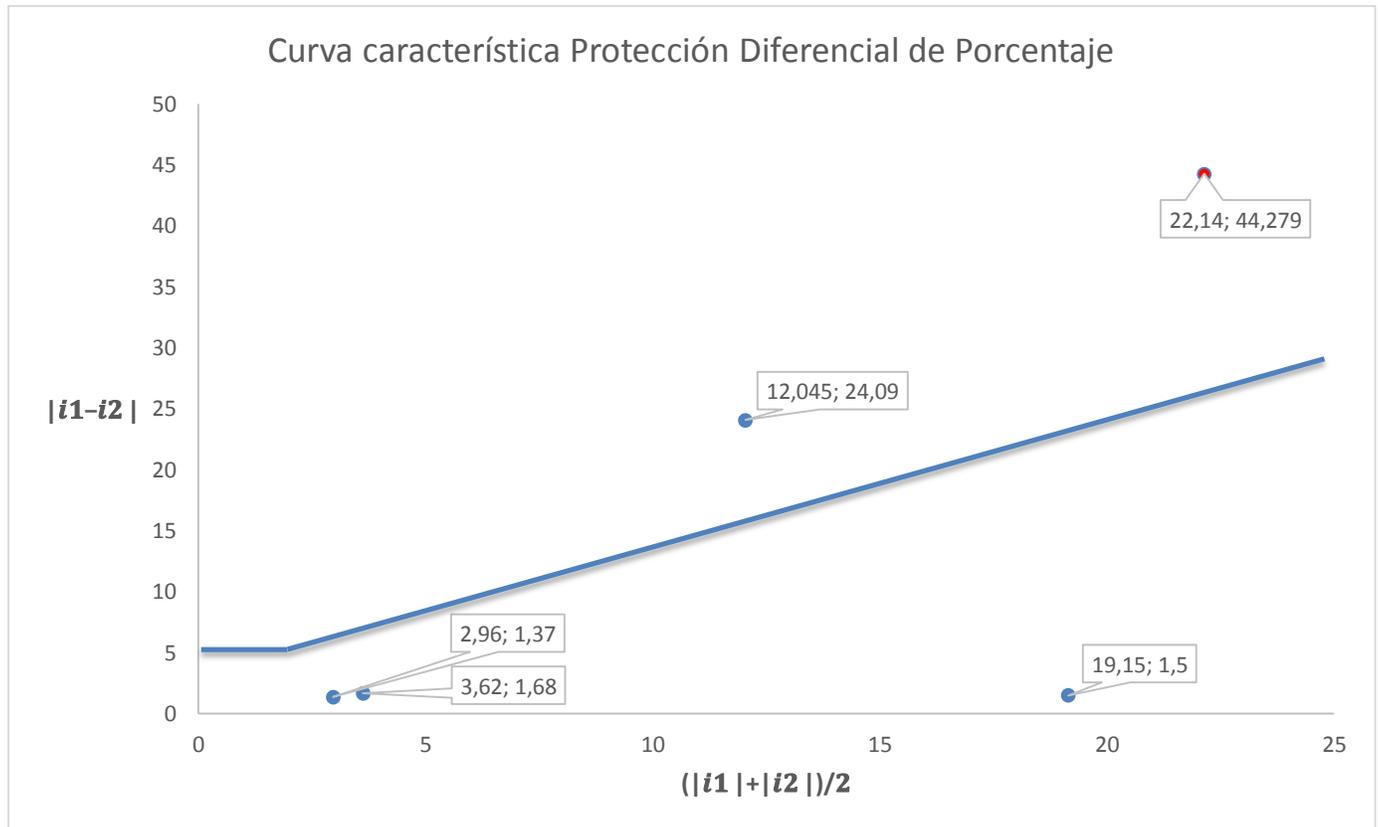
$$I_{cc} = \frac{v_N}{Z_{cc}} = \frac{1,0000}{0,0907} = 11,025 \text{ pu}$$

En el lado de alta entonces la corriente de corto ser de :

$$I_{cc} = 11,025 \times 401,63 = 4427,9 \text{ A}$$

Las corrientes que leen los TC's y los puntos para la gráfica serán entonces:

i_1 (A)	i_2 (A)	$ i_1 - i_2 $	$\frac{ i_1 + i_2 }{2}$
44,279	0	44,279	22,14



La zona por debajo de la recta corresponde a la zona de NO disparo, mientras que la de arriba corresponde a la de disparo en donde se exceptúa el punto dado por la corriente de magnetización. En este punto la protección tiene bloqueo por segundo armónico, es decir, este disparo se impedirá.