

## Parcial abril 2019

### Problema 1:

Sea la Estación de la figura. Sobre la forma de operación de la misma, se estableció que el primer transformador sea alimentado normalmente desde Transmisión a través de la Estación X, mientras que los otros dos serán alimentados normalmente desde la Estación Y.

Está previsto, para equilibrar las cargas de los transformadores en situaciones de consumo excepcional, operar la estación con los tres transformadores en paralelo. Sin embargo, se establecen algunas limitaciones:

- Para no generar Corrientes de cortocircuito demasiado elevadas, cuando se operan en paralelo solo se alimentan a través de los cables de Estación Y.
- Los cables desde Estación Y no tienen individualmente la corriente admisible suficiente para soportar la carga de los tres transformadores. Ante la falla de uno, no se operaría en paralelo (y quedaría fuera el transformador alimentado por ese cable)

Los cables desde Est X y Est Y tienen un impedancia directa de la terna 3x1x240 mm<sup>2</sup> Al ( $U_0/U=18/30$  kV) de **0,164 + 0,118j ohm/km**. Los cables desde estación Y van en una misma zanja y tienen por tanto igual largo.

- a) Seleccionar el poder de corte de los interruptores de 31,5 kV numerados según el dibujo (1 al 8) tomando en cuenta que se dispone de una familia posible de interruptores con las siguientes corrientes: 12,5 kA - 16 kA - 20 kA - 25 kA.

Nota: se deben seleccionar valores optimizando económicamente el interruptor elegido en cada caso, sin tomar consideraciones de estandarización

- b) Seleccionar la corriente de cortocircuito soportada y la corriente nominal de los seccionadores bajo carga de la salida dibujada de 15 kV. En este caso se estandarizarán de manera que sean el mismo modelo. Se cuenta con una familia elegible con las siguientes características:

$$I_{cc} (1 \text{ seg}) = 8 \text{ kA} - 12,5 \text{ kA} - 16 \text{ kA}$$

$$I_{nom} = 200 \text{ A} - 400 \text{ A} - 630 \text{ A}$$

Datos: La Pcc del lado del otro brazo del anillo es de 200 MVA, y la carga nominal de ese brazo es 4 MVA

Los tramos de cable de 15 kV de salida dibujada son muy cortos, de modo que se despreciará su impedancia.

- c) Seleccionar la corriente de cortocircuito soportada para el Tablero de Media Tensión del consumidor a alimentar en 6,4 kV. Se cuenta con modelos elegibles de Tableros con las siguientes características:  $I_{cc} (1 \text{ seg}) = 8 \text{ kA} - 12,5 \text{ kA} - 16 \text{ kA}$ .

- d) Se pretende proteger los transformadores de la Estación en el lado de 15 kV con un juego de descargadores conectados fase-tierra. Se asumirá la contingencia de que se pierda la conexión de la resistencia de puesta a tierra con la malla de la subestación, no habiendo respaldo en barras para despeje de fallas fase-tierra.

El transformador es de clase 17,5 kV en su secundario, y su correspondiente nivel de aislación a impulsos de rayo es de 95 kV cresta.

Se desea que los descargadores elegidos impliquen un margen de seguridad de al menos 30% para el caso de sobretensiones por efecto de rayo que puedan llegar al transformador.

Evaluar si sirven o no los siguientes modelos, y explicar la razón en cada caso:

INSP 18/10/12 - INSP 24/10/12 - INSP 30/10/12

CARACTERÍSTICAS GENERALES							
MODELO	Tensión nominal Ur (kV)	Tensión de operación permanente MCOV Uc (Kv)	Tensión residual para corriente de descarga nominal 8/20 $\mu$ s (kV)	Tensión residual para impulso de corriente de maniobra (kV cresta) (*)	H (mm)	Envolvente	
						Distancia de arco (mm)	Línea de fuga (mm)
INZSP 06/10/2	6	5,1	15,1	14,4	216	172	462
INZSP 12/10/2	12	10,2	30,3	24,7	216	172	462
INZSP 18/10/2	18	15,3	45,4	37,1	249	217	603
INZSP 24/10/2	24	19,5	58	47,4	310	265	795
INZSP 30/10/2	30	24,4	73,2	59,7	355	265	980
INZSP 36/10/2	36	29	87,5	71,4	456	412	1135
INZSP 42/10/2	42	34	100	80,7	456	412	1135
INZSP 48/10/2	48	39	116	94,8	456	412	1135
INZSP 54/10/2	54	42	125	102	627	573	1775
INZSP 60/10/2	60	48	142	116	672	616	1960
INZSP 66/10/2	66	54	156	128	773	720	2115
INZSP 72/10/2	72	57	167	136	874	824	2270
INZSP 90/10/2	90	70	210	171	874	824	2270
INZSP 96/10/2	96	76	224	183	1032	985	2910
INZSP 108/10/2	108	84	250	205	1097	1132	3250
INZSP 120/10/2	120	98	281	238	1299	1236	3405
INZSP 132/10/2	132	106	308	261	1299	1236	3405

\* Basado en una onda de tipo 45/90  $\mu$  seg y los siguientes valores de la corriente: 500 A para las tensiones asignadas comprendidas entre 3 kV y 96 kV, 1,000 A para las tensiones asignadas comprendidas entre 120 kV y 240 kV.

Nota: la Tensión Residual correspondiente a una forma de onda 8/20 microsegundos se da para 10 kA de cresta

- e) En la elección del tipo de cable para la salida de 15 kV dibujada, se debe tomar en cuenta que debe pertenecer a alguna de estas categorías de la norma IEC 60502-2 de cables MT apantallados (cada fase apantallada individualmente):

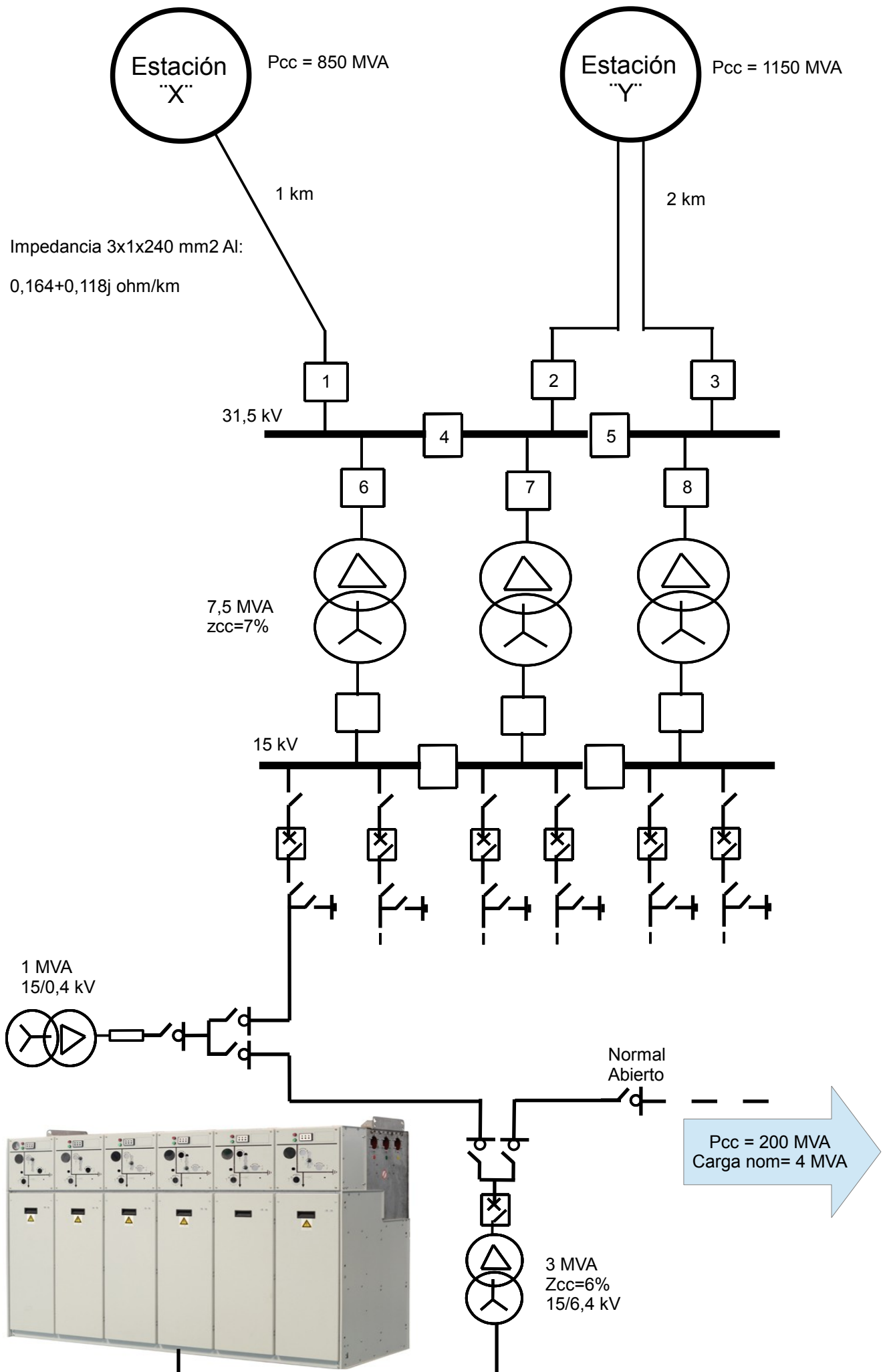
- category A: this category comprises those systems in which any phase conductor that comes in contact with earth or an earth conductor is disconnected from the system within 1 min;
- category B: this category comprises those systems which, under fault conditions, are operated for a short time with one phase earthed. This period, according to IEC 60183, should not exceed 1 h. For cables covered by this standard, a longer period, not exceeding 8 h on any occasion, can be tolerated. The total duration of earth faults in any year should not exceed 125 h;
- category C: this category comprises all systems which do not fall into category A or B.

**Table 1 – Recommended rated voltages  $U_0$**

Highest system voltage ( $U_m$ ) kV	Rated voltage ( $U_0$ ) kV	
	Categories A and B	Category C
7,2	3,6	6,0
12,0	6,0	8,7
17,5	8,7	12,0
24,0	12,0	18,0
36,0	18,0	–

Se pide:

- Cuál es la clase de aislación y la categoría del cable seleccionado, en las hipótesis de la parte c) respecto de una falla a tierra.
- Cuál es la clase de aislación y la categoría del cable seleccionado, en la hipótesis de que el sistema de tierras no presenta desconexiones o aperturas, y las protecciones aun de respaldo despejan siempre la fallas a tierra en no más de 3 segundos.
- Considerando la elección en ambos casos, que cable tendrá mayor espesor de aislación fase/tierra en la norma IEC ?? Porqué ??



## Problema 2:

Se tiene una estación de transformación interna asociada a una industria, alimentada en 31,5 kV.

### Datos:

UTE en el punto de conexión:  $V = 31,5\text{kV}$ ,  $I_{cc3F} = 16\text{ kA}$ ,  $I_{ccf-t} = 500\text{ A}$ .

Estación:

\* En edificio.

\*Transformador: 31,5/6,86 kV, 10 MVA, Dyn11,  $Z_{cc} = 12\%$ , a terrado el neutro a través de una resistencia R. Se asume  $Z_d = Z_i = Z_o$ .

\*Terreno donde se construirá la estación:

Dimensiones 40x20m.

Resistividad aparente del terreno: 150 Ohm.m.

Aberturas metálicas

\*Tiempo de apertura de las protecciones asociadas a tierra: 1 segundo.

\*En el dibujo adjunto se observa la malla de tierra proyectada asociada a la estación.

- Tensiones producidas ante el máximo defecto a tierra:  $V_{\text{mesh}} = 252\text{ V}$ ,  $V_{\text{paso máximo}} = 131\text{ V}$ .
- Sección del conductor de tierra: 50mm<sup>2</sup> Cobre desnudo enterrado a 0,8m de profundidad.

\*Resistividad hormigón: 200-2000 Ohm.m.

\* $C_s = 1 - 0,09 \cdot (1 - R_o/R_s) / (2 \cdot h_s + 0,09)$ , siendo

$R_o$ : resistividad del terreno,  $R_s$ : resistividad capa superficial,  $h_s$ : profundidad de la capa superficial

Se pide:

- Calcular el valor de la resistencia R en ohm, para que la máxima corriente  $I_{ccft}$  en 6 kV sea no mayor a 500 A.
- Calcular el mínimo espesor de la capa superficial para que las tensiones producidas tengan valores menores que las tolerables. Espesor mínimo constructivo de la capa superficial: 0,15m
- En el dibujo se pide indicar claramente y justificarlo, cada uno de los chicotes de aterramiento que se deben prever en el diseño.
- Indicar como realizaría las conexiones entre conductores y entre estos y jabalinas de manera de optimizar el diseño. Justificar.

