

INFORME TECNICO

Ref.: Incendio en CD 33/13,2kV de ET Esperanza en el día 04/02/17.

El presente informe es el resultado de un análisis del evento ocurrido en la ET 132/33/13,2kV Esperanza el día 04/02/17 que provocó la pérdida del CD 33/13,2kV por incendio del mismo.

Para este propósito se ha reunido información de diversas fuentes entre las cuales podemos citar:

- Verificación visual de las instalaciones
- Registros oscilográficos y reportes de eventos de las protecciones de ET Esperanza y protecciones de línea en las ET adyacentes (Santa Fe Oeste, Rafaela Sur y Santo Tomé)
- Información aportada por el Sector de Distribución de la Sucursal Centro
- Testimonios de testigos de los fenómenos atmosféricos considerados como el origen de este evento
- Reporte histórico de eventos del SCADA
- Informe preliminar de perturbación de la UT Ingeniería de Operación / Area de Operación

Configuración operativa prefalla:

Configuración en 132kV: ET Esperanza conectada a Santo Tomé (Transener S.A.), Santa Fe Oeste y Rafaela Sur (configuración habitual)

La carga de 33kV estaba alimentada desde el trafo N° 2

La carga de 13,2kV era soportada por ambos Transformadores según la siguiente disposición:
En Barra I: Transformador N° 1 (30 MVA) con Salidas 1, 2, 3, 4, 5 y 9 (la salida 1 utiliza la celda que originalmente ocupaba la salida 10)

En Barra II: Transformador N° 2 (40 MVA) con Salidas 6, 7 y 8

Cronología de eventos:

En la tabla siguiente se muestran los eventos con su correspondiente estampa tiempo absoluto otorgada por la RTU (hora UTR), salvo en aquellos generados por el sistema donde se explicita el origen de la marca de tiempos (hora ART). En la columna TIEMPO TRANSCURRIDO se contabiliza éste (en minutos y segundos) a partir del evento inicial (08:41:34,545 hs)

De acuerdo al relato de distintos testigos el origen de este suceso fue la descarga de un rayo de alta energía sobre algunas de las salidas de 13,2kV en cercanías de la ET Esperanza.

Personal de Distribución Sucursal Centro ha reportado rotura de conductores en las salidas 1 y 2, como así también aisladores de línea contorneados sobre la salida 8 producto de una sobretensión. El protocolizador de eventos muestra una serie de excitaciones rápidas asimilables al cebado de descargadores (no se encontraron averías en los tramos aéreo y subterráneo de la misma) también consecuencia de un aumento de tensión de origen externo.

A las 08:45:14hs, se produjo una avería en el compartimiento de la Celda correspondiente a la Salida 9 que comprometió ambas barras (ver figuras 1 y 2), cuyo origen es compatible con una sobretensión por onda viajera originada por una descarga atmosférica.

El aporte del Trafo N° 2 hacia la barra II fue despejado por la actuación de sus protecciones que ordenaron la apertura del interruptor lado 13,2kV con un retardo de 1,5 seg.

En este lapso se iniciaba un incendio que comienza a afectar a los servicios auxiliares de corriente continua (Vcc). Por esta razón el Trafo N°1 sostuvo el cortocircuito durante un tiempo mayor, hasta la apertura de su interruptor que ocurrió sin señalización de causa.

Por lo tanto, a las 08:47hs la falla había sido despejada y ambas barras de 13,2kV permanecían desenergizadas pero con un incendio en progreso y habiendo perdido la alimentación general de Vcc, (luego se encontraron averiados los rectificadores 1 y 2 y agotadas las baterías por el cortocircuito en los cables) solo quedó como testigo la RTU que cuenta con su propio rectificador y banco de baterías.

A partir de las 08:59:56 hs por efecto del fuego (de manera directa o por ionización del medio) se pusieron en cortocircuito los cables de acometida en las celdas de los transformadores (como muestra en las figuras 3 y 4 la falla se concentró en los compartimientos de cables) aportando ambas máquinas a esta falla.

Por último la avería del terminal de uno de los cables de salida del Trafo 2 producto del recalentamiento provocó un contorneo sobre uno de los descargadores de 132kV de este Trafo con la consecuente aparición de una falla en este nivel de tensión, lo que ocasionó la reacción de las protecciones de línea de las ET vecinas: Santo Tomé (Transener S.A.), Santa Fe Oeste y Rafaela Sur las cuales quitaron todo aporte de energía a la ET Esperanza

A causa del incendio quedó indisponible la sala de Celdas de MT compartida por los sistemas de 13,2 y 33kV. No se detectaron averías en el equipamiento secundario de control, protección y medición en sala de Comando.

A continuación se detalla de manera resumida con las correspondientes estampas de tiempo, los eventos sucedidos en la ET.



Energía de Santa Fe

HORA			TIEMPO TRANSCURRIDO		ET	EVENTO
H	M	S	M	S		
8	41	34,545	0	0,000	ESP	Excitación relés Sal 8 y Trafo 2 en 13,2kV - duración 97ms
8	43	50,421	2	15,876	ESP	Excitación relés Sal 8 y Trafo 2 en 13,2kV - duración 101ms
8	44	43,897	3	9,352	ESP	Excitación relés Sal 8 y Trafo 2 en 13,2kV - duración 96ms
8	44	50,387	3	15,842	ESP	Excitación relé Sal 2 13,2kV
8	44	50,718	3	16,173	ESP	Disparo relé y apertura interruptor Sal 2 13,2kV - TD=300ms; Disparo por tierra IN=998 A
8	45	14,576	3	40,031	ESP	Excitación relé Trafo 2 en 13,2kV por falla en barras- Hipótesis: falla entre fases sobre seccionador barra II (abierto) en la celda de Sal 9 (ver figuras 1 y 2) - se inicia incendio que afectará los Saux CC
8	45	16,152	3	41,607	ESP	Disparo relé y apertura interruptor Trafo 2 13,2kV - TD=1,49 seg; Falla trifásica 9kA por fase (falla en barras) - Se despeja la falla perdiendo la barra II
8	45	34,796	4	0,251	ESP	Señal "ERROR" en seccionador PAT Sal 9 evidenciando problemas en la Vaux CC de esta celda
8	45	36,960	4	2,415	ESP	Señal falta Vaux CC en Salida 9 13,2kV - Aparecen señales de "TRANSITO" diversos equipos en 13,2kV
8	45	44,722	4	10,177	ESP	Inicio de secuencia de 4 excitaciones rápidas de relé Sal 8 13,2kV con una duración total de 462ms (barra I en servicio normal)
8	45	52,254	4	17,709	ESP	Pérdida tensión de señalización en 13,2kV
8	45	52,334	4	17,789	ESP	Señal de apertura interruptor lado 13,2kV Trafo 1. Se considera a esta apertura como resultado de los problemas en la Vcc, su verosimilitud es comprobada por la caída de corriente en el perfil de carga para este Trafo y por las alarmas de nivel en el SCADA



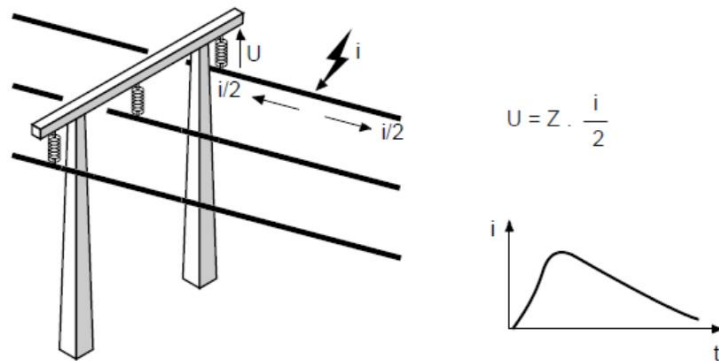
Energía de Santa Fe

8	47	30,392	5	55,847	ESP	Señal de falta Vaux General CC - Señales de equipos en "TRANSITO" por efecto de esta falta. De acuerdo a los registros de perfil de carga del SCADA la falla permanece despejada
8	59	56,000	18	21,455	SFO	Hora ART. En LAT SFO-ESP la tensión cae a 124,67kV y la corriente sube a 605 A evidenciando una falla en MT. Hipótesis: por efecto del fuego directo o de la ionización del medio los cables de acometida se ponen en cortocircuito en las celdas de los Trafos 1 y 2 (ver fotografías)
9	0	43,000	19	8,455	ESP	El calentamiento avería la punta de una de las venas de salida en 13,2kV en la fase R del Trafo 2 desprendiendo al cable de su soporte. La ionización consecuente provoca el contorneo del descargador de 132kV de la misma fase. Esto es coincidente con el rastro observado en la superficie del descargador y la rotura de la caja de su contador de descargas. Además se cuenta con el relato de testigos que han observado este arco. Esta falla en el nivel de 132kV provoca la reacción de las protecciones de línea en las ET adyacentes: STO, SFO y RAS
9	0	43,569	19	9,024	STO	Apertura tripolar del interruptor salida ESP en STO por actuación del relé de impedancia en segundo escalón de respaldo (TD=0,5 seg) - IR=3,73 kA
9	0	43,705	19	9,160	RAS	Apertura tripolar del interruptor salida ESP en RAS por actuación del relé de impedancia en segundo escalón de respaldo (TD=0,6 seg) - IR=609 A; IN=892 A
9	0	44,679	19	10,134	SFO	Apertura tripolar del interruptor salida ESP en SFO por actuación del relé de impedancia en tercer escalón de respaldo (TD=1,7 seg) - IR=3,85 kA; IN=2 kA. Se quita todo aporte a la falla

Conclusiones

En consideración de las evidencias surgidas del análisis técnico integral realizado, surge casi de manera excluyente que el origen del evento en la ET Esperanza estuvo relacionado con una Descarga de Rayo (DdR) sobre el sistema de 13,2 kV.

La mecánica del evento se resumen en el siguiente gráfico:



i: corriente asociada a la descarga atmosférica
U: tensión resultante sobre el aislamiento
Z: impedancia de onda de la línea de 13,2 kV

Cuando un rayo cae sobre un conductor de fase en una línea, la corriente $i(t)$ se reparte la mitad hacia cada uno de los dos lados del punto de impacto y se propaga a lo largo de los conductores que presentan una impedancia de onda Z .

De ello se produce una onda de tensión asociada:

$$u(t) = Z \cdot \frac{i(t)}{2}$$

Al nivel de la postación de 13,2 kV (en el caso de Esperanza, muy próximo a la ET), **la tensión crece y se propaga** presumiblemente a un valor próximo al de la onda plena:

$$U_{\text{máx}} = Z \cdot \frac{I_{\text{máx}}}{2}$$

Entonces, en el caso particular de la ET Esperanza, la sobretensión provocada por la DdR hace que a pesar la apertura de la salida N°2 que estaba vinculada a la barra 1 cuya alimentación correspondía al Trafo N°1, de lugar a la desconexión del Trafo N°2 que se encontraba sobre la barra 2 sin ningún vínculo galvánico con la otra barra. Es esto evidencia concreta de la existencia de sobretensión de origen externo.

Este evento sugiere la necesidad de efectuar una reingeniería de nuestras instalaciones para detectar aquellos puntos débiles que signifiquen riesgos potenciales ante este tipo de

contingencias a pesar de que el proceso correspondiente a la coordinación de los aislamientos responde al buen estado del arte y la normativa nacional e internacional vigente.

Cabe destacar en este sentido que por el carácter probabilístico del fenómeno eléctrico asociado a la DdR, al momento del diseño y dimensionamiento del sistema de protección se utilizan los niveles cerámicos, definidos como el número de días al año que una tormenta ha afectado una zona definida, información aparentemente muy aproximada pero realmente útil.

En base a esto surge que la probabilidad de ocurrencia de una DdR superior a un determinado nivel de corriente en kA (kilo Amperes) es muy baja y que su frecuencia puede darse con un tiempo superior a la vida útil de la instalación. Por esto al momento de la definición paramétrica de las protecciones se tiene en consideración aquellos valores asociados a la mayor probabilidad de ocurrencia.

Debe analizarse la posibilidad de implementar un protocolo operativo de emergencia ante la aparición de la señal de Falta General de Vcc en una ET para evitar daños mayores cuando esta alarma está asociada a la presencia de cortocircuitos.

Lo más adecuado en casos como el que nos ocupa será contar con elementos auxiliares de supervisión tales como cámaras dispuestas en los Centros de Distribución y Playas de maniobra las cuales podrán ser accedidas por los operadores del Centro de Control de Operaciones (CCO) en el caso de presentarse ciertas alarmas críticas como la mencionada más arriba. Esto podría complementarse, por ejemplo, con sensores de humo ubicados en recintos cerrados.

Acciones Correctivas

De inmediato se procedió a una rehabilitación parcial del servicio eléctrico en la Ciudad de Esperanza mediante la ET Móvil y el aporte de generación diésel. Además se transfirió la carga de 33kV dependiente de ET Esperanza a las ET San Carlos, Nelson y Blas Parera

Personal de Mantenimiento ET recompuso de manera provisoria los servicios de CC, en principio con la asistencia de un grupo moto generador.

Se chequeó además el estado de los transformadores, en el caso del transformador N° 1 se encontraron gases en el relé Bucholz con presencia de metano e hidrógeno pero no acetileno, por lo que se solicitó al Sector de Taller Eléctrico efectuar una revisión más completa según la cual no se detectaron anomalías. Luego ambos equipos fueron puestos en tensión sin mayores inconvenientes (de todas maneras se hará un seguimiento especial de la evolución de los DGA en el trafo N° 1)

Con el aporte principal de UOPA, Equipos Eléctricos y Mantenimiento de Redes Santa Fe se construyó una playa de maniobras provisoria en 13,2kV de tipo exterior equipada con 6 reconectores (figura 5), la misma se alimentó con nuevos cables de potencia tendidos desde el Trafo N°2 junto al cual se montó además un banco de TI.

El día 08/02/17 a las 19hs esta barra fue tensionada, y a partir de entonces se procedió a la normalización paulatina del servicio eléctrico de Esperanza.

Para el sistema de 33kV se está haciendo lo propio, este nivel de tensión quedará alimentado desde el Transformador N°1



Con la participación de Gerencia de Infraestructura se planificará la normalización definitiva de la ET.



Fig 1 - De izquierda a derecha: Frente de celdas 13,2kV de Salidas N° 8, 9 y 10



Fig 2 - Vista trasera de celda 13,2kV de Salida N°9



Fig 3 - Frente de celda 13,2kV de Trafo N° 1



Fig 4 - Frente de celda 13,2kV de Trafo N° 2



Fig 5 – Construcción de playa intemperie de 13,2kV