

Estudio para análisis de falla EAF 489/2023

“Desconexión forzada del transformador N°4 220/23.5 kV de S/E El Manzano”

Fecha de Emisión: 01-12-2023

1. Descripción pormenorizada de la perturbación

a. Fecha y Hora de la falla

Fecha	10/11/2023
Hora	08:40
Consumos desconectados (MW)	13.40
Demanda previa del sistema (MW)	9755.00
Porcentaje de desconexión	0.137 %
Calificación Apagón	No aplica (porcentaje de desconexión < 10%)

b. Identificación instalación afectada

Nombre de la instalación	S/E El Manzano / SE013T0054
Tipo de instalación	Subestación
Tensión nominal	220/23 kV
Segmento	Transmisión zonal
Propietario instalación afectada	Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A.
RUT	77.282.311-8
Representante Legal	Francisco Alliende
Dirección	Manuel Bulnes 441, Osorno.

c. Identificación del elemento fallado

Nombre del elemento fallado	Interruptor de 23 kV del alimentador Proacer 1 de S/E El Manzano / IM01T0054PA042T0054SE013T0054
Propietario elemento fallado	Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A.
RUT	77.282.311-8
Representante Legal	Francisco Alliende
Dirección	Manuel Bulnes 441, Osorno.

d.1 Origen y causa de la falla

Se produjo la desconexión forzada del transformador N°4, 220/23.5 kV, de S/E El Manzano, por operación de sus protecciones.

La empresa Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A. señala que la causa de la desconexión forzada fue la presencia de una falla en el alimentador de 23 kV Proacer 1, la cual no fue despejada por el interruptor de cabecera del alimentador, al no abrir pese a haber operado sus protecciones.

d.2 Fenómeno Físico:

OPE26: Falla en sistema de protección o control.

La empresa Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A. remite antecedentes (probatorios) con el fin de acreditar el origen de la falla.

d.3 Reiteración:

Reiteración Fenómeno Físico en la instalación afectada: Esta instalación no ha sido afectada por un fenómeno físico similar, durante los últimos 24 meses móviles.

Reiteración Fenómeno Físico en instalaciones del mismo propietario: Se han producido siete fallas en instalaciones del mismo propietario con un fenómeno físico similar, durante los últimos 24 meses, correspondientes a los Estudios para Análisis de Falla de la siguiente tabla:

FALLA_ID	NOMBRE_FALLA	FECHA_FALLA	ACCIONES_CORRECTIVAS
EAF 005-2022	Desconexión forzada de la barra 12 kV N°2 de S/E Santa Marta	07-01-2022	La empresa Enel S.A. indica que: "Durante la madrugada del jueves 13 de enero de 2022, se realizaron pruebas en terreno a la protección del alimentador Diamantes, repitiendo la secuencia de la falla ocurrida el viernes 7 de enero, identificando en ellas que se repitió el mismo comportamiento. Como medida preventiva, mientras dure la investigación, se disminuyó a 2 el número de ciclos de reconexión. Se realizaron pruebas con resultado satisfactorio".
EAF 072-2022	Desconexión forzada de la barra 12 kV N°3 de S/E La Reina	24-02-2022	La empresa Enel Transmisión Chile S.A. señala: "Durante la atención de la falla, se revisaron los equipos asociados a la barra N°3 y al alimentador Jaraquemada, sin encontrar equipos dañados. Se rescataron los registros de las protecciones para su análisis. El pasado miércoles 2 de marzo de 2022, se realizó la revisión del interruptor del alimentador Jaraquemada, con resultados satisfactorios. En particular, el tiempo de operación de este interruptor fue de 45 ms."
EAF 104-2022	Apertura intempestiva del interruptor 52JT2 de S/E Cerro Navia	24-03-2022	La empresa Enel Transmisión Chile S.A. señala: "Durante la atención de la falla, se identificó operada la protección de distancia asociada al interruptor 52JT2 y se trató de rescatar los eventos de la operación sin éxito, esto debido a que se encontró bloqueada la protección. Dado que no había indicios de falla, ni otras protecciones operadas se determinó dejar deshabilitada esta protección. Durante el mes de junio de 2022 se retirará la protección de distancia (fallada) asociada al interruptor 52JT2 y se extenderá la zona de protección de la actual protección diferencial de porcentaje del Banco de Autotransformadores Hyundai".
EAF 294-2022	Desconexión intempestiva del transformador N°2 110/12 kV de S/E Altamirano	16-07-2022	La empresa Enel Transmisión Chile S.A. indica que: "se mantiene un seguimiento del transformador".
EAF 238-2023	Desconexión forzada de barra 12 kV N°3 de S/E La Reina	03-06-2023	La empresa STM II S.A. señala: "Ocurrida la operación del interruptor MT3P, se procedió a realizar las maniobras de realimentación de los clientes afectados. Al analizar las alarmas recibidas se identificó una falla en el alimentador La Reina. Se procedió a realizar las maniobras de normalización de la Barra MT3 principal. Al analizar los registros de las protecciones se identificó que la protección del alimentador La Reina operó, pero su interruptor no abrió. El lunes 5 de junio de 2023, se realizó una revisión de todo el esquema de protección del alimentador La Reina (relé e interruptor). Se comprobó el correcto funcionamiento de la protección. Sin embargo, se identificó un problema intermitente en el mecanismo de apertura del interruptor (específicamente en el trinquete), el cual fue corregido."

FALLA_ID	NOMBRE_FALLA	FECHA_FALLA	ACCIONES_CORRECTIVAS
EAF 293-2023	Desconexión forzada de la barra de transferencia 12 kV N°2 de S/E La Reina	05-07-23	La empresa STM II S.A. indica lo siguiente: <i>"Una vez ocurrida la OA del interruptor MT2T, se procedió a transferir el alimentador Echeñique desde la Barra MT3T a la Barra MT3P. Personal de la Guardia de operaciones se encontraba presente en la subestación La Reina, por lo que se procedió a verificar el estado de la instalación, sin encontrar evidencias de explosión o descargar eléctricas. Acto seguido se procedió a energizar la Barra de Transferencia y la Barra MT3T. Personal de equipos realizó una evaluación de la instalación y realizaron pruebas al interruptor del alimentador Ictinos, verificando su correcto funcionamiento. Adjuntamos el informe de estas pruebas. Personal de protecciones rescató los registros de las protecciones del alimentador Ictinos y del Interruptor MT3T. La protección del interruptor MT2T no generó oscilografías ni registros de eventos. En la madrugada del miércoles 12 de julio de 2023, se realizaron pruebas a la protección del interruptor MT2T, con resultado satisfactorio. Adjuntamos informe de estas pruebas. Durante el mes de julio de 2023, se realizará una revisión y verificación del alambrado de los transformadores de corriente asociados a la protección del interruptor MT2T para identificar la causa de la operación y realizar las correcciones de ser necesario."</i>
EAF 397-2023	Desconexión forzada de los transformadores N°3 110/13.9 kV y N°4 110/12.5 kV de S/E San Cristóbal	07-09-2023	La empresa STM II S.A. indica: <i>"Una vez ocurrida la falla acudieron a la instalación personal de STM y personal contratista, y se procedió a realizar una inspección visual del transformador de poder N°3, del panel de control en sala y de las protecciones mecánicas del equipo, encontrando un ducto de unión con fisura en la caja del relé de contraflujo del CTBC, el que se procede a limpiar, secar y finalmente sellar para posteriormente poder normalizar el transformador"</i>

Cantidad de fallas (sin importar Fenómeno Físico) en la misma instalación: No se han producido fallas en la misma instalación afectada, durante los últimos 24 meses móviles.

d.4 Fenómeno eléctrico

PR51: Protección de sobrecorriente temporizada de fase.

e. Detalles de la instalación, equipo o elemento donde se produjo la falla

La instalación donde se originó la falla corresponde al interruptor de 23 kV de cabecera del alimentador Proacer 1 de S/E El Manzano, el cual no abrió ante la operación de sus protecciones. Con respecto a la mencionada subestación, la empresa Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A. señala lo siguiente:

"La subestación El Manzano, es una subestación receptora de 220/23 kV que se encuentra ubicada a un costado de la ruta 5 norte comuna de Til Til a unos 35 km desde Santiago. En esta instalación se encuentran 4 transformadores de STM con una potencia instalada actualmente de 80 MVA aproximadamente, además de 6 alimentadores los cuales abastecen a la empresa Enel Distribución y a cliente Proacer, además existe un Transformador de 150 MVA el cual pertenece a la empresa Enel Green Power.

Considerando el mantenimiento programado, la vida útil estimada de esta instalación es de 30 años adicionales aproximadamente."

La empresa Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A. remite antecedentes de los mantenimientos realizados durante los últimos 24 meses a la S/E El Manzano.

f. Ubicación urbana o rural según DS 327/1997

Rural.

g. Proposición del propietario respecto del origen de la falla

Interna.

La empresa Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A. remite los siguientes antecedentes en respaldo a la proposición del origen de la falla:

- Mantenciones de los últimos 24 meses en S/E El Manzano.
- Secuencia de operación de protecciones.

h. Comuna donde se presenta la falla

13303 Tiltil.

i. Fecha de entrega de la información al Coordinador

Coordinado	Informe de 48 horas (12-11-2023)	Informe de 5 días (17-11-2023)
Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A.	10-11-2023	21-11-2023

2. Descripción del equipamiento afectado

a. Sistema de Generación

b. Sistema de Transmisión

Elemento Afectado	Segmento	Tramo	Hora Desc.	Hora Norm.
S/E El Manzano	ST Zonal	Transformador N°4 220/23 kV	08:40	15:09

- Las horas indicadas corresponden a lo informado por la empresa Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A.

c. Consumos

Sub-Estación	Alimentador/ Paño	Comuna	Pérdida de Consumo (MW)	% consumo pre-falla	Clientes Afectados	H. Desc.	H. Dispon.	H. Norm.
S/E El Manzano	Proacer 1	Tiltil	13.40	0.137	1	08:40	15:10	15:10

Total: 13.40 MW 0.137 % 1

- Los montos y horarios señalados corresponden a lo informado por la empresa Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A.

3. Estimación de la energía no suministrada

Sub-Estación	Alimentador /Paño	Empresa	Tipo de Cliente	Pérdida de Consumo (MW)	Tiempo Indispon. (h)	Tiempo Desc. (h)	ENS (MWh)
S/E El Manzano	Proacer 1	STM II	Libre	13.40	6.50	6.50	87.1

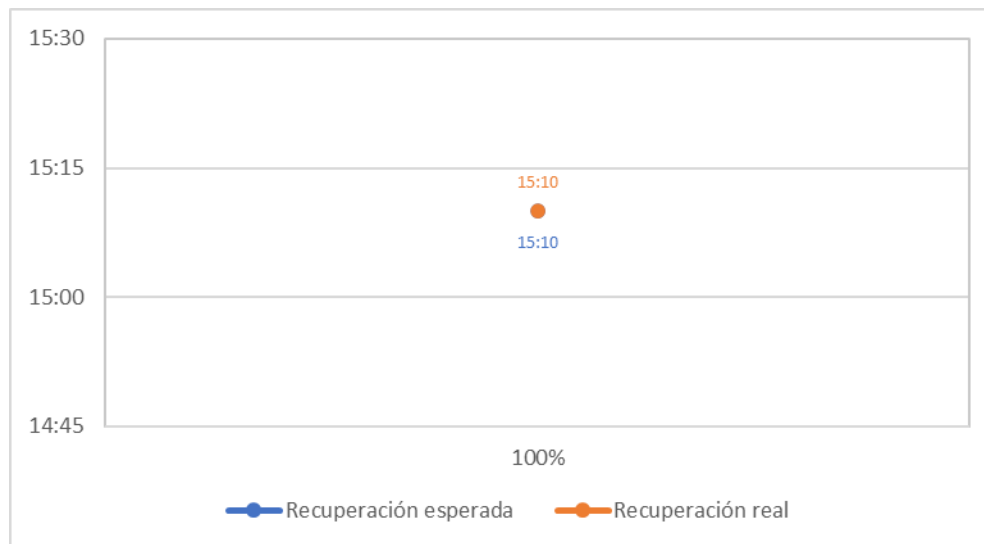
Clientes Regulados : MWh

Clientes Libres : 87.1 MWh

Total : 87.1 MWh

- Los montos y horarios señalados corresponden a lo informado por la empresa Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A.

- Curva de recuperación esperada v/s recuperación real.



No se aprecian diferencias entre el horario de recuperación real respecto del horario de disponibilidad de la barra primaria respectiva.

- Velocidad promedio de recuperación.

Rango	Potencia (MW)	Tiempo recuperación (h)	Velocidad de recuperación (MW/h)
Primer 80 %	10.72	6.50	1.65
Último 20 %	2.68	6.50	0.41
100 % Total	13.40	6.50	2.06

4. Descripción de las configuraciones en los momentos previo y posterior a la falla

Demanda del sistema previo a la falla: 9755.00 MW

Regulación de Frecuencia

Control distribuido de frecuencia en el SEN previo a la falla, mediante las centrales Angostura (U1), Cipreses (U1, U2 y U3), Mejillones (IEM), Norgener (NTO2), Ralco (U1 y U2) y Rapel (U1, U2 y U4).

Operación Programada

En Anexo N°1 se adjunta el detalle de la generación programada para el día 10 de noviembre de 2023.

Operación Real

En Anexo N°2 se adjunta el detalle de la generación real del día 10 de noviembre de 2023.

Movimiento de centrales e informe diario del CDC

En Anexo N°3 se presenta el detalle del Movimiento de Centrales e Informe Diario del CDC para el día 10 de noviembre de 2023.

Mantenimientos

En Anexo N°4 se presenta el detalle de los mantenimientos programados y forzados para el día 10 de noviembre de 2023.

Estado y configuración previo a la falla

Las instalaciones de transmisión se encontraban en servicio normal en los momentos previos a la desconexión forzada. El transformador N°4, 220/23.5 kV, de S/E El Manzano solo abastece al alimentador Proacer 1.

Otros antecedentes relevantes

Según lo informado por la empresa Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A.:

"El pasado viernes 10 de noviembre de 2023, se produjo la operación automática (OA) del transformador N°4 (TR4) de la S/E El Manzano, esto con ocasión de una falla en la red de media tensión (MT) del Alimentador Proacer N°1. Específicamente el interruptor del alimentador Proacer no abrió frente a la falla en la red de MT."

"Durante la evolución de la falla, se produjo la operación simultánea de las protecciones de sobrecorriente del lado AT del TR4 y su protección Diferencial (87T4). La operación de la 87T4, se debió que la conexión a tierra de la estrella de los transformadores de corriente del lado MT asociados a esta protección, tenía un contacto deficiente."

Acciones preventivas y/o correctivas

a) La instalación afectada no cuenta con una auditoría, plan de acción u otro tipo de mantenimiento en curso.

b) Acciones correctivas a corto plazo:

- La empresa Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A. indica:

"Inmediatamente ocurrida la OA del TR4, se envió personal de operaciones, mantenimiento de protecciones y de transformadores. Se realizó una inspección visual de los equipos, sin identificar muestras visibles de descargas. Se procedió a rescatar los eventos de las protecciones y se realizaron pruebas efectivas a estas con resultado satisfactorio."

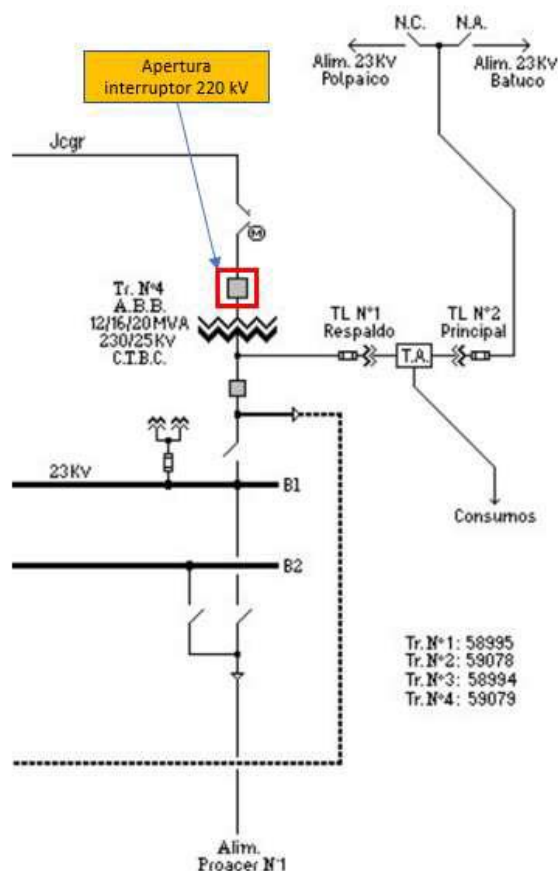
Adicionalmente se realizó mantenimiento electromecánico al interruptor del alimentador Proacer 1, quedando operativo."

Por otra parte, la empresa indica que normalizó inmediatamente el contacto deficiente en los transformadores de corriente del lado de 23.5 kV del transformador N°4, 110/23.5 kV, de S/E El Manzano, el cual provocó la operación de su protección diferencial.

c) Acciones correctivas a largo plazo:

- La empresa Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A. indica que "no aplica"

Diagrama simplificado de las instalaciones previo a la falla



5. Cronología de eventos y la descripción de las causas de los eventos

Hora	Involucrado	Evento
08:40	STM II	Apertura automática del interruptor de 220 kV correspondiente al transformador N°4, 220/23.5 kV, de S/E El Manzano, por operación de protecciones.

- La hora señalada corresponde a lo informado por la empresa Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A.

6. Normalización del servicio

Fecha	Involucrado	Hora	Acción
10-11-2023	STM II	12:02	Apertura del interruptor de 23 kV correspondiente al transformador N°4, 220/23.5 kV, de S/E El Manzano.
10-11-2023	STM II	15:09	Cierre del interruptor de 220 kV correspondiente al transformador N°4, 220/23.5 kV, de S/E El Manzano, energizándolo en vacío.
10-11-2023	STM II	15:10	Cierre del interruptor de 23 kV correspondiente al transformador N°4, 220/23.5 kV, de S/E El Manzano, recuperando los consumos perdidos.

- Las fechas y las horas señaladas corresponden a lo informado por la empresa Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A.

7. Análisis de las causas de la falla y de la actuación de los dispositivos de protección y control

Se produjo la desconexión forzada del transformador N°4, 220/23.5 kV, de S/E El Manzano, por operación de sus protecciones, debido a la presencia de una falla ocurrida en el alimentador de 23 kV Proacer 1, la cual no fue despejada por el interruptor de cabecera del alimentador, al no abrir pese a haber operado sus protecciones. Como consecuencia de lo anterior, se perdieron 13.4 MW de consumos de S/E El Manzano.

Comportamiento de las protecciones de la cabecera del alimentador Proacer 1 de S/E El Manzano

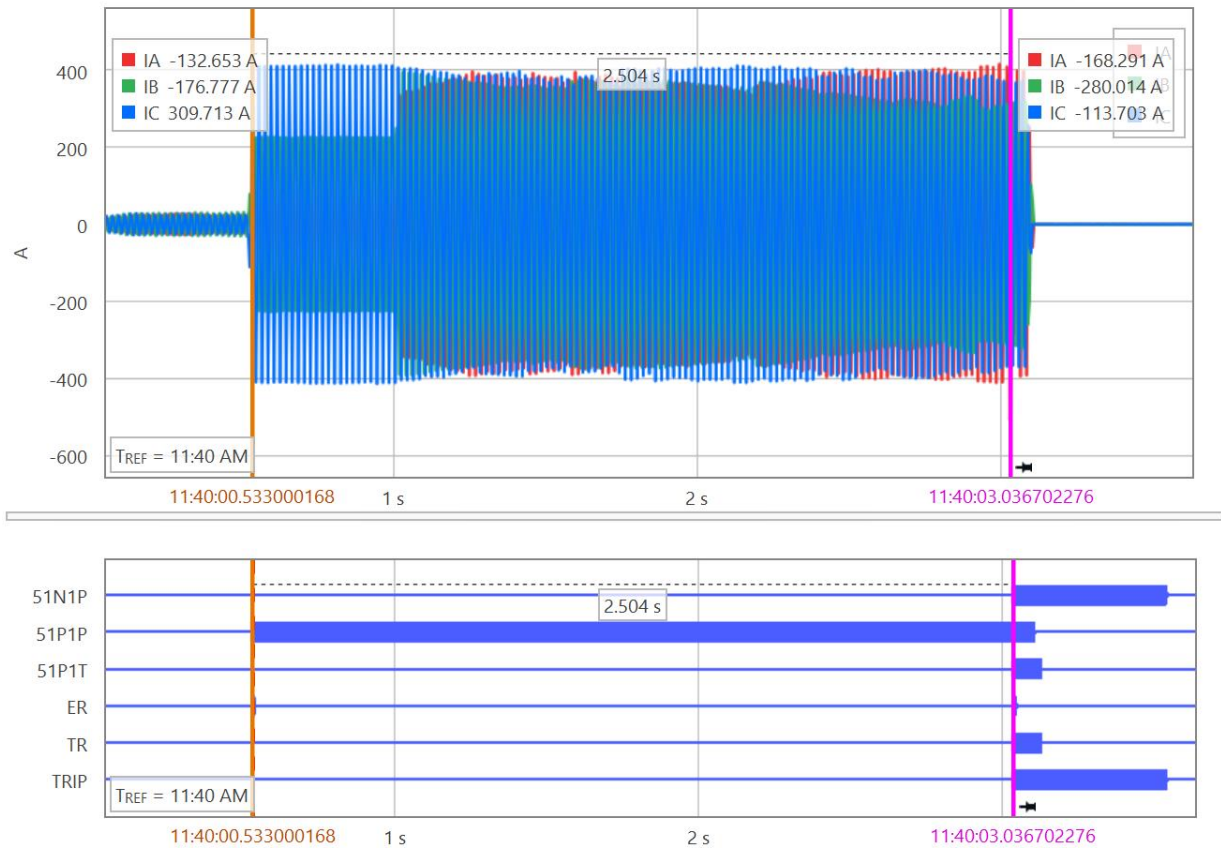
A continuación, se presenta el registro fotográfico de la protección asociada al interruptor de cabecera del alimentador Proacer 1 de S/E El Manzano:



En el registro fotográfico anterior se observan operados los elementos temporizados de sobrecorriente en las tres fases. Pese a lo anterior, no se produjo la apertura del interruptor de cabecera del alimentador Proacer 1 de S/E El Manzano.

Apertura automática del interruptor de 220 kV correspondiente al transformador N°4, 220/23.5 kV, de S/E El Manzano

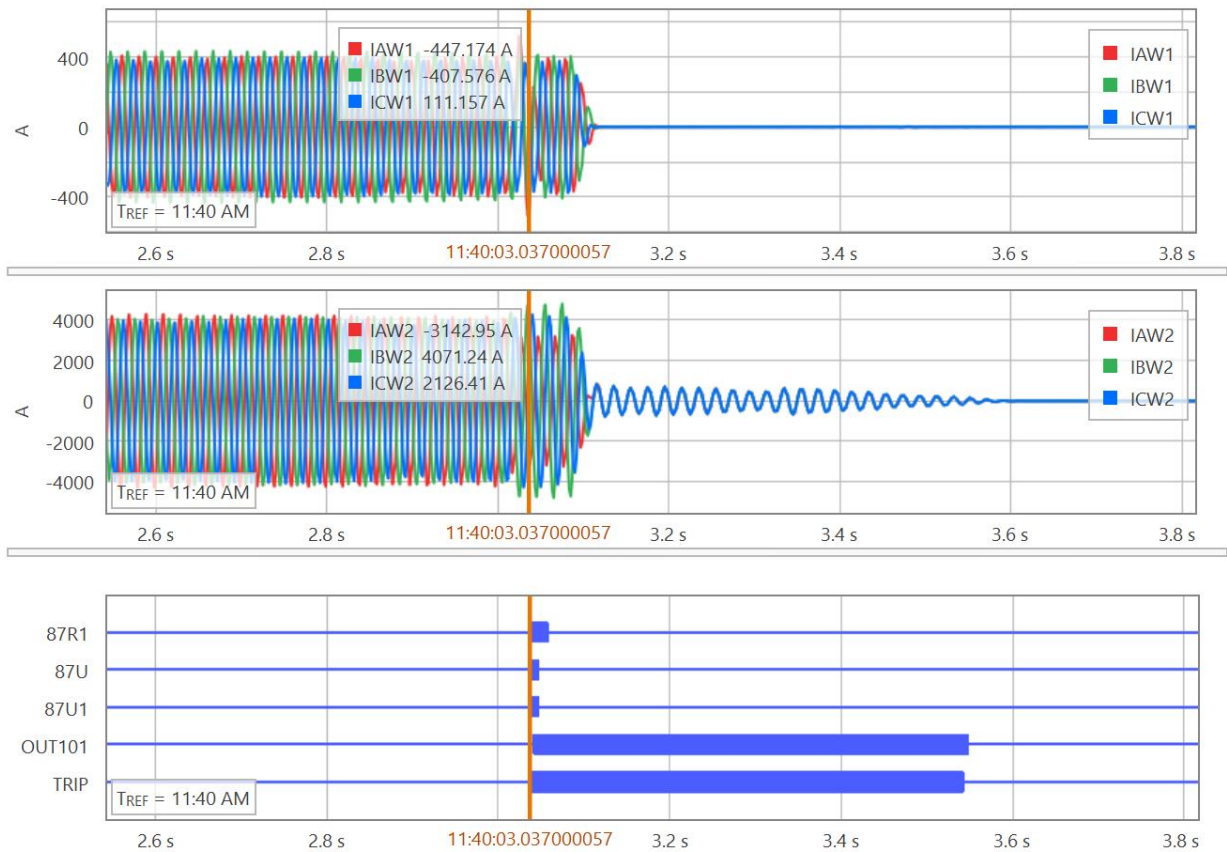
A continuación, se presentan los registros de la protección SEL-751 asociada al interruptor del lado de 220 kV del transformador N°4, 220/23.5 kV, de S/E El Manzano:



En el registro oscilográfico anterior se observa la aparición de sobrecorrientes por las tres fases, con una predominancia en primera instancia de la fase C, aunque luego las tres fases alcanzan magnitudes similares, lo que es evidencia de la presencia de una falla trifásica, la cual ocurrió en el alimentador Proacer 1 de S/E El Manzano.

En el registro de señales digitales se observa la activación del elemento temporizado de sobrecorriente de fase (51P1P) y luego de aproximadamente 2.5 s, se observa su operación (51P1T) y la respectiva orden de trip (TRIP). El tiempo de apertura del interruptor fue de aproximadamente 3.5 ciclos.

A continuación, se presentan los registros de la protección SEL-787 asociada al transformador N°4, 220/23.5 kV, de S/E El Manzano:



En el registro oscilográfico anterior se observa la presencia de sobrecorrientes por las tres fases en ambos lados del transformador, lo que es evidencia de la presencia de una falla trifásica, ocurrida en el alimentador Proacer 1 de S/E El Manzano.

En el registro de señales digitales se observa la operación del elemento diferencial de transformador (87R1, 87U y 87U1), la cual resulta prácticamente simultánea con la operación del elemento temporizado de sobrecorriente de fase de la protección SEL-751. El tiempo de apertura del interruptor del lado de 220 kV del transformador fue de aproximadamente 3.5 ciclos.

8. Detalle de toda la información utilizada en la evaluación de la falla

- Detalle de la generación programada para el día 10 de noviembre de 2023 (Anexo N°1).
- Detalle de la generación real del día 10 de noviembre de 2023 (Anexo N°2).
- Detalle del Movimiento de Centrales e Informe Diario del CDC correspondientes al día 10 de noviembre de 2023 (Anexo N°3).
- Detalle de los mantenimientos programados y forzados para el día 10 de noviembre de 2023 (Anexo N°4).
- Informes de fallas de instalaciones ingresados en el sistema del Coordinador Eléctrico Nacional por la empresa Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A. (Anexo N°5).
- Otros antecedentes aportados por la empresa Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A. (Anexo N°6).

9. Análisis de las actuaciones de protecciones

9.1 Incumplimiento Normativo

Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A.

- Plazo de envío del informe de falla de 5 días, de acuerdo con lo indicado en el Título 6-7 de la NTSyCS vigente.
- Desempeño de los sistemas de protección asociados a la cabecera del alimentador Proacer 1 y al transformador N°4, 220/23.5 kV, de S/E El Manzano.

9.2 Estándares Normativos Art. 1-14 NTSyCS

Los incumplimientos del propietario del elemento afectado, reportados en la versión vigente del "Informe Anual de Cumplimientos, Artículo 1-14 Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio", no incidieron en el origen y causa de la falla, ni en el desarrollo de las maniobras que permitieron la normalización de servicio.

9.3 Desempeño de Protecciones Eléctricas y Modo de operación de interruptores

Según los antecedentes proporcionados por la empresa Sociedad Transmisora Metropolitana II S.A. y el respectivo análisis realizado por el Coordinador:

- Se presume incorrecta operación del sistema de protección asociado a la cabecera del alimentador Proacer 1 de S/E El Manzano.
Se concluye incorrecto modo de operación del interruptor de cabecera del alimentador Proacer 1 de S/E El Manzano.
- Se concluye correcta operación en respaldo de la protección SEL-751 asociada al interruptor del lado de 220 kV del transformador N°4, 220/23.5 kV, de S/E El Manzano.
Se concluye correcto modo de operación del interruptor del lado de 220 kV del transformador N°4, 220/23.5 kV, de S/E El Manzano.
- Se concluye incorrecta operación de la protección SEL-787 asociada al transformador N°4, 220/23.5 kV, de S/E El Manzano, ante una falla externa a su zona de cobertura.

9.4 Desempeño EDAC

No aplica pronunciarse sobre el desempeño de EDAC ante este evento.

9.5 Desempeño EDAG

No aplica pronunciarse sobre el desempeño de EDAG ante este evento.

10. Pronunciamiento Técnico del Coordinador Eléctrico Nacional

De acuerdo con el análisis realizado por el Coordinador:

- a) Se produjo la desconexión forzada del transformador N°4, 220/23.5 kV, de S/E El Manzano, por operación de sus protecciones, debido a la presencia de una falla ocurrida en el alimentador Proacer 1, la cual no fue despejada por el interruptor de cabecera del alimentador, al no abrir pese a haber operado sus protecciones. Como consecuencia de lo anterior, se perdieron 13.4 MW de consumos de S/E El Manzano.

Al respecto, en base al análisis realizado en el punto 7 de este informe, es posible indicar que se produjo un desempeño incorrecto del sistema de protección de la cabecera del alimentador Proacer 1 de S/E El Manzano. Debido a lo anterior, se produjo la operación correcta de la protección del lado de 220 kV del transformador N°4, 220/23.5 kV, de S/E El Manzano, despejando la falla en respaldo. Cabe destacar que esta situación no significó una pérdida adicional de consumos, debido a que el mencionado transformador solo abastece al alimentador Proacer 1 de S/E El Manzano.

- b) Se evidenciaron incumplimientos normativos en el desarrollo del evento, correspondientes al desempeño incorrecto de los sistemas de protección asociados a la cabecera del alimentador Proacer 1 y al transformador N°4, 220/23.5 kV, de S/E El Manzano.
- c) No se evidenciaron incumplimientos asociados al elemento afectado por la falla, reportados en la versión vigente del "Informe Anual de Cumplimientos, Artículo 1-14 Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio".
- d) Para el desarrollo de la falla no hay observaciones respecto de la aplicación de los Planes de Recuperación de servicio asociados a las instalaciones involucradas, ni de las actuaciones del CDC y los respectivos CC durante la falla del día 10 de noviembre de 2023.

11. Recomendación respecto de las instalaciones a las cuales el Coordinador Eléctrico Nacional debería solicitar una auditoría

- a) Auditorías, planes de acción, instrucciones de acciones correctivas de largo y/o corto plazo.

No se solicita información adicional.

A la fecha de emisión de este informe, para el análisis de esta falla no se ha requerido la realización de auditorías en ninguna de las instalaciones del SEN.

- b) Solicitudes de ampliación de información.

No se solicita información adicional.