

A. DESCRIPCIÓN DEL EVENTO

El día 07 de julio del 2021 a las 13:00, inicia el evento regional. Según el EOR en su Informe Preliminar del 14 de julio, el evento se origina por el disparo de la línea 230 kV Amarateca - Toncontín y la desconexión de 102 MW de generación fotovoltaica en Honduras. Esta pérdida de generación conduce a un aumento del flujo de potencia desde México al SER y al posterior disparo de la interconexión MEX-GUA, por bajo voltaje.

En consecuencia del disparo de la interconexión MEX-GUA, en Costa Rica se presentó una baja frecuencia que registró los 59.23 Hz y provocó la actuación de la primera etapa del EDACBF (ver Figura 1).

Posteriormente, el área de control de Costa Rica registró un aumento paulatino en el flujo de potencia hacia el norte (ver figuras 2 y 3). En la LT Liberia-Amayo (punto 1 de la Figura 4), el flujo alcanzó los 360 MW y disparó por sobrecarga en el extremo de Amayo, según el Informe Preliminar del EOR. Según información proporcionada por la División de Transmisión del ICE (ver Figura 8) y los registros de los PMUs (ver Figura 4), existió una apertura de las fases S y R, 1.5 segundos luego de la apertura en la fase T. En el extremo de Liberia, la protección de impedancia sólo hizo arranque en las fases que quedaron energizadas luego del disparo de la fase T. Sin embargo, no se alcanzan las condiciones necesarias para el envío del disparo en el extremo de Liberia y, por lo tanto, el módulo queda cerrado. En la Figura 8 se incluyen diagramas que evidencian lo anterior.

Después de la desconexión de la LT Liberia-Amayo, se presentó un aumento del flujo en la LT Cañas-Ticuanatepe y, posteriormente, una oscilación de potencia (ver Figura 4). En consecuencia, la protección de impedancia de la LT Cañas-Ticuanatepe disparó la línea en el extremo de Ticuanatepe por oscilación de potencia, según indica la EPR en su Informe de Evento Regional.

Después de la desconexión de las interconexiones entre Costa Rica y Nicaragua, el PMU en la ST Cañas registra una frecuencia de 61.878 Hz que activa protecciones en 18 plantas de generación del sistema eléctrico de Costa Rica. Finalmente, se presenta una baja frecuencia en el bloque Costa Rica-Panamá, que alcanzó los 59.018 Hz, causando el disparo de la segunda etapa del EDACBF.

El flujo por las líneas de interconexión entre Costa Rica y Panamá puede observarse en la Figura 5.

B. CONSECUENCIAS DEL EVENTO

En Costa Rica, tiene lugar la actuación del EDACBF que desconecta circuitos de distribución que forman parte de la primera y segunda etapa del esquema. Los circuitos desconectados están vinculados a las siguientes subestaciones: Sur, Coronado, Sabanilla, Heredia, Tejar, Guayabal, Garita, Naranjo, Cañas, Río Macho, Cobano, Turrialba, Parrita, Poas, Río Claro, Palmar, Trapiche, Barranca, Santa Rita, Tarbaca, Nuevo Colon, Alajuelita, Desamparados, Coco. La pérdida de carga como resultado de la desconexión de los circuitos es de 108.2 MW, aproximadamente.

Además, se registra un total de 239.78 MW de generación desconectada como consecuencia de la sobrefrecuencia. Con respecto a las interconexiones del área de control, se presentó el disparo de las líneas de interconexión entre Costa Rica y Nicaragua: la LT Liberia-Amayo, por sobrecarga, y la LT Cañas-Ticuanatepe, por oscilación de potencia.

C. CONDICIÓN PREFALLA DEL SEN

Un minuto antes del evento, el SEN registraba una demanda de 1613.94 MW y los flujos netos de potencia en las interconexiones tenían los siguientes valores: CRI-NIC = 211.74 MW y CRI-PAN = -68.75 MW.

Observaciones: Ninguna

Diagrama unifilar: Ver Figura 6.

D. DESCRIPCIÓN DE LOS SUCESOS EN ORDEN CRONOLÓGICO

Hora	Descripción	Causa
07/07/2021 13:00	ST Cañas, Apertura LD-05 (Bebedero)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:00	ST Cobano, Apertura LD-03 (Esperanza)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:00	ST Coronado, Apertura LD-04 (Cascajal)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:00	ST Garita, Apertura LD-05 (Atenas)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:00	ST Garita, Apertura LD-06 (Ciruelas)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:00	ST Guayabal, Apertura Santa Barbara	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:00	ST Heredia, Apertura LD-10 (San Pablo)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:00	ST Naranjo, Apertura LD-03 (Rosario)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:00	ST Palmar, Apertura LD-04 (Puerto Jimenez)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:00	ST Parrita, Apertura LD-01 (Jacó)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:00	ST Poas, Apertura LD-02 (Tacares)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:00	ST Río Claro, Apertura LD-01 (Chacarita)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:00	ST Río Macho, Apertura LD-04 (Concavas)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:00	ST Sabaniilla, Apertura LD-03 (Ipis)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:00	ST Sur, Apertura Sur-Desamparados	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:00	ST Tejar, Apertura LD-06 (Guayabal)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:00	ST Turrialba, Apertura LD-01 (Azul)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:02:39	ST Liberia, Apertura Liberia (LIB) - Amayo (AMY) - 1 en el extremo de Amayo	Sobrecarga
07/07/2021 13:02:41	ST Cañas, Apertura Cañas (CAS) - Ticuantepe (Nicaragua) - 1	Oscilación de Potencia
07/07/2021 13:02	ST Chocosuela, Apertura PH Chocosuela U1	Relé de sobrefrecuencia
07/07/2021 13:02	ST Ciudad Quesada, Apertura PH Hidro Venecia U1	Disparo por Potencia Reactiva
07/07/2021 13:02	ST Ciudad Quesada, Apertura PH Matamoros U1	Relé de sobrefrecuencia
07/07/2021 13:02	ST Ciudad Quesada, Apertura PH Platanar U1	Relé de sobrefrecuencia
07/07/2021 13:02	ST Ciudad Quesada, Apertura PH Platanar U2	Relé de sobrefrecuencia
07/07/2021 13:02	ST Corobici, Apertura PE MOVASA	Relé de sobrefrecuencia
07/07/2021 13:02	ST El Encanto, Apertura PH El Encanto	Relé de sobrefrecuencia

continúa en la próxima página...

Hora	Descripción	Causa
07/07/2021 13:02	ST La Esperanza, Apertura PH La Esperanza U1	Relé de sobrefrecuencia
07/07/2021 13:02	ST La Esperanza, Apertura PH La Esperanza U2	Relé de sobrefrecuencia
07/07/2021 13:02	ST Lindora, Apertura PH Brasil	Pérdida de Excitación
07/07/2021 13:02	ST Miravalles, Apertura PH Los Negros U2	Relé de sobrefrecuencia
07/07/2021 13:02	ST Orosi, Apertura PE Vientos de la Perla	Relé de sobretensión
07/07/2021 13:02	ST Orosi, Apertura PE Vientos de Miramar	Relé de sobretensión
07/07/2021 13:02	ST PH Doña Julia, Apertura PH Doña Julia U1	Relé de sobrefrecuencia
07/07/2021 13:02	ST PH Doña Julia, Apertura PH Doña Julia U2	Relé de sobrefrecuencia
07/07/2021 13:02	ST PH Hidrozarcas, Apertura PH Hidrozarcas U1	Relé de sobrefrecuencia
07/07/2021 13:02	ST Río Macho, Apertura PH Rio Macho U1	Relé de sobrefrecuencia
07/07/2021 13:02	ST Río Macho, Apertura PH Rio Macho U3	Relé de sobrefrecuencia
07/07/2021 13:02	ST Tanque, Apertura PE Aeroenergía	Relé de sobrefrecuencia
07/07/2021 13:02	ST Tejona, Apertura PE Altamira	Relé de sobrefrecuencia
07/07/2021 13:02	ST Tejona, Apertura PE Campos Azules	Relé de sobrefrecuencia
07/07/2021 13:02	ST Toro, Apertura PH El Angel U1	Relé de sobrefrecuencia
07/07/2021 13:02	ST Toro, Apertura PH El Angel U2	Relé de sobrefrecuencia
07/07/2021 13:02	ST Alajuelita, Apertura LD-03 (C Morenos)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:02	ST Barranca, Apertura LD-03 (Puntarenas L1)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:02	ST Desamparados, Apertura LD-05 (Santa Marta)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:02	ST Coco, Apertura LD-07 (Alajuela)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:02	ST Garita, Apertura LD-01 (Junquillos)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:02	ST Naranjo, Apertura LD-04 (Argentina)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:02	ST Nuevo Colon, Apertura LD-03 (Matapalo)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:02	ST Río Claro, Apertura LD-03 (Cotos)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:02	ST Sabanilla, Apertura LD-02 (San Rafael)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:02	ST Santa Rita, Apertura LD-03 (Nosara)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:02	ST Tarbaca, Apertura LD-02 (Acosta)	Baja Frecuencia
07/07/2021 13:02	ST Trapiche, Apertura LD-02 (Siquirres)	Baja Frecuencia

E. CONFIGURACIÓN POSTFALLA

Cinco minutos después de iniciado el evento, el SEN registraba una demanda de 1589.79 MW, las líneas de interconexión entre Costa Rica y Nicaragua se encontraban desconectadas y, el flujo neto CRI-PAN era de -16.21 MW. Además de los circuitos que forman parte del EDACBF, se registró el disparo de 239.78 MW de generación debido a la sobrefrecuencia registrada en la isla Costa Rica-Panamá.

Observaciones: Ninguna

Diagrama unifilar: Ver Figura 7.

F. MANIOBRAS DE NORMALIZACIÓN REALIZADAS

Hora	Elemento	Estado
13:03	ST Ciudad Quesada, PH Matamoros U1	Normalizado
13:06	ST Chocosuela, PH Chocosuela U1	Normalizado
13:08	ST Garita, LD-06 (Ciruelas)	Normalizado
13:08	ST Garita, LD-05 (Atenas)	Normalizado
13:09	ST Garita, LD-01 (Junquillos)	Normalizado
13:10	ST La Esperanza, PH La Esperanza U1	Normalizado
13:10	ST La Esperanza, PH La Esperanza U2	Normalizado
13:10	ST Tejona, PE Altamira	Normalizado
13:11	ST Miravalles, PH Los Negros U2	Normalizado
13:13	ST Guayabal, Santa Barbara	Normalizado
13:13	ST Naranjo, LD-03 (Rosario)	Normalizado
13:13	ST Parrita, LD-01 (Jacó)	Normalizado
13:13	ST Poas, LD-02 (Tacares)	Normalizado
13:13	ST Naranjo, LD-04 (Argentina)	Normalizado
13:14	ST Cañas, LD-05 (Bebedero)	Normalizado
13:14	ST Santa Rita, LD-03 (Nosara)	Normalizado
13:15	ST Cobano, LD-03 (Esperanza)	Normalizado
13:16	ST Turrialba, LD-01 (Azul)	Normalizado
13:17	ST Tejar, LD-06 (Guayabal)	Normalizado
13:17	ST Río Macho, LD-04 (Concavas)	Normalizado
13:17	ST Ciudad Quesada, PH Hidro Venecia U1	Normalizado
13:18	ST Trapiche, LD-02 (Siquirres)	Normalizado
13:18	ST Barranca, LD-03 (Puntarenas L1)	Normalizado
13:18	ST Nuevo Colon, LD-03 (Matapalo)	Normalizado
13:18	ST Toro, PH El Angel U1	Normalizado
13:18	ST Toro, PH El Angel U2	Normalizado
13:19	ST PH Hidrozarcas, PH Hidrozarcas U1	Normalizado
13:20	ST Río Claro, LD-01 (Chacarita)	Normalizado
13:20	ST Río Claro, LD-03 (Cotos)	Normalizado
13:21	ST PH Doña Julia, PH Doña Julia U1	Normalizado
13:21	ST PH Doña Julia, PH Doña Julia U2	Normalizado
13:22	ST Palmar, LD-04 (Puerto Jimenez)	Normalizado
13:22	ST Coco, LD-07 (Alajuela)	Normalizado
13:23	ST Heredia, LD-10 (San Pablo)	Normalizado
13:23	ST Sabanilla, LD-02 (San Rafael)	Normalizado
13:23	ST Alajuelita, LD-03 (C Morenos)	Normalizado
13:23	ST Desamparados, LD-05 (Santa Marta)	Normalizado

continúa en la próxima página...



CENCE - Proceso Coordinación de la Operación
INFORME DE EVENTO

Versión:
1.0
Página:
5 de 16

Hora	Elemento	Estado
13:23	ST Orosi, PE Vientos de la Perla	Normalizado
13:24	ST Sur, Sur-Desamparados	Normalizado
13:24	ST Sabanilla, LD-03 (Ipis)	Normalizado
13:24	ST Orosi, PE Vientos de Miramar	Normalizado
13:25	ST Coronado, LD-04 (Cascajal)	Normalizado
13:28	ST Tarbaca, LD-02 (Acosta)	Normalizado
13:29	ST Lindora, PH Brasil	Normalizado
13:30	ST Tanque, PE Aeroenergía	Normalizado
13:31	ST El Encanto, PH El Encanto	Normalizado
13:33	ST Corobici, PE MOVASA	Normalizado
13:34	ST Ciudad Quesada, PH Platanar U1	Normalizado
13:34	ST Ciudad Quesada, PH Platanar U2	Normalizado
13:57	ST Tejona, PE Campos Azules	Normalizado
14:09	ST Liberia, Liberia (LIB) - Amayo (AMY) - 1	Normalizado
14:46	ST Río Macho, PH Río Macho U1	Normalizado
14:52	ST Río Macho, PH Río Macho U3	Normalizado
15:46	ST Cañas, Cañas (CAS) - Ticuantepe (Nicaragua) - 1	Normalizado

G. ENERGÍA NO SUMINISTRADA

Subestación	Circuito	Potencia interrumpida [MW]	Energía no suministrada [MWh]	Duración [hh:mm:ss]
Desamparados	LD-05 (Santa Marta)	19.00	6.65	00:21:00
Sabanilla	LD-02 (San Rafael)	10.10	3.87	00:23:00
Heredia	LD-10 (San Pablo)	7.20	2.76	00:23:00
Alajuelita	LD-03 (C Morenos)	7.30	2.55	00:21:00
Coronado	LD-04 (Cascajal)	5.20	2.17	00:25:00
Trapiche	LD-02 (Siquirres)	6.50	1.73	00:16:00
Tarbaca	LD-02 (Acosta)	4.00	1.73	00:26:00
Coco	LD-07 (Alajuela)	5.00	1.67	00:20:00
Barranca	LD-03 (Puntarenas L1)	5.00	1.33	00:16:00
Sabanilla	LD-03 (Ipis)	3.20	1.28	00:24:00
Río Claro	LD-03 (Cotos)	4.10	1.23	00:18:00
Santa Rita	LD-03 (Nosara)	5.20	1.04	00:12:00
Tejar	LD-06 (Guayabal)	2.90	0.82	00:17:00
Parrita	LD-01 (Jacó)	2.60	0.56	00:13:00
Turrialba	LD-01 (Azul)	2.00	0.53	00:16:00
Nuevo Colon	LD-03 (Matapalo)	2.00	0.53	00:16:00
Garita	LD-06 (Ciruelas)	3.70	0.49	00:08:00
Guayabal	Santa Barbara	2.20	0.48	00:13:00
Palmar	LD-04 (Puerto Jimenez)	0.90	0.33	00:22:00
Garita	LD-01 (Junquillos)	2.80	0.33	00:07:00
Cobano	LD-03 (Esperanza)	1.20	0.30	00:15:00
Río Claro	LD-01 (Chacarita)	0.80	0.27	00:20:00
Cañas	LD-05 (Bebedero)	1.00	0.23	00:14:00
Naranjo	LD-03 (Rosario)	0.90	0.20	00:13:00
Garita	LD-05 (Atenas)	1.20	0.16	00:08:00
Poas	LD-02 (Tacares)	0.70	0.15	00:13:00
Río Macho	LD-04 (Concavas)	0.50	0.14	00:17:00
Naranjo	LD-04 (Argentina)	0.70	0.13	00:11:00
Sur	Sur-Desamparados	0.30	0.12	00:24:00
Totales		108.2	33.8	

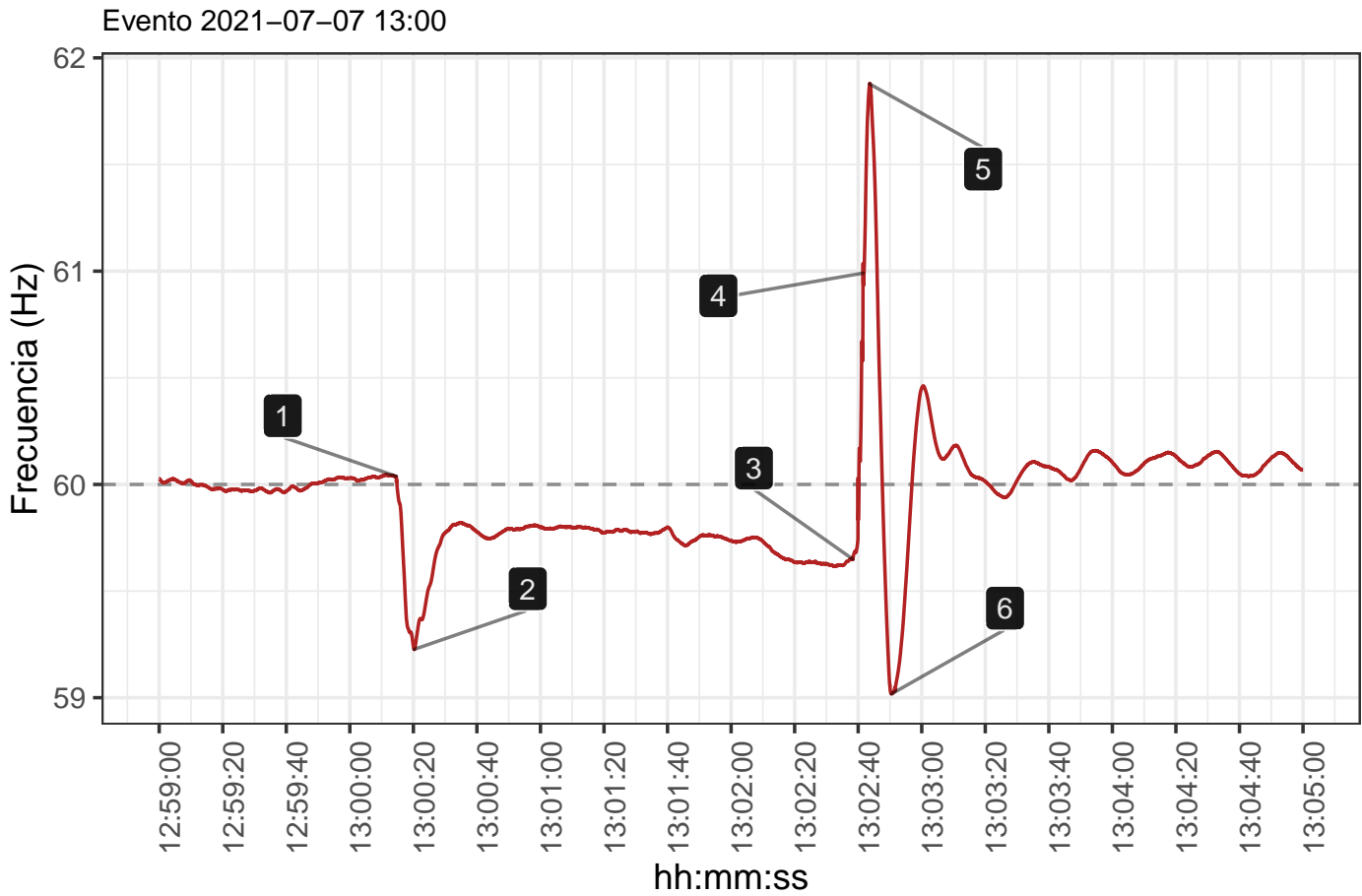
H. CONSIDERACIONES FINALES

1. La primera etapa del EDACBF desconectó una carga total de 36.5 MW. Esta carga es 11.9 MW menor que el valor programado, y supera el error permitido por el RMER (diferencia relativa mayor al 5%).
2. En el caso de la segunda etapa del EDACBF, la desconexión de carga alcanzó los 71.7 MW. Este valor es 7 MW mayor que el valor programado y cumple con el requerimiento del RMER.
3. La desconexión de generación en el sistema eléctrico de Costa Rica ocurrió como consecuencia de la sobrefrecuencia entre las 13:02 - 13:03 horas, lo cual fue confirmado por los agentes involucrados.
4. La no apertura de los módulos de las interconexiones con Nicaragua en los extremos de Costa Rica es correcta dadas las condiciones registradas durante el evento.
5. En el caso del disparo de la LT Liberia-Amayo, se recomienda revisar las causas de la apertura desfasada (en 1.5 seg) de los interruptores de la fases R y S con respecto al de la fase T, en el extremo de Amayo, cuando se generó el disparo por sobrecarga.



I. ANEXOS

Figura 1: Frecuencia medida en ST Cañas
Datos tomados del PMU



1 Disparo GUA-MEX

2 Baja Frecuencia SER

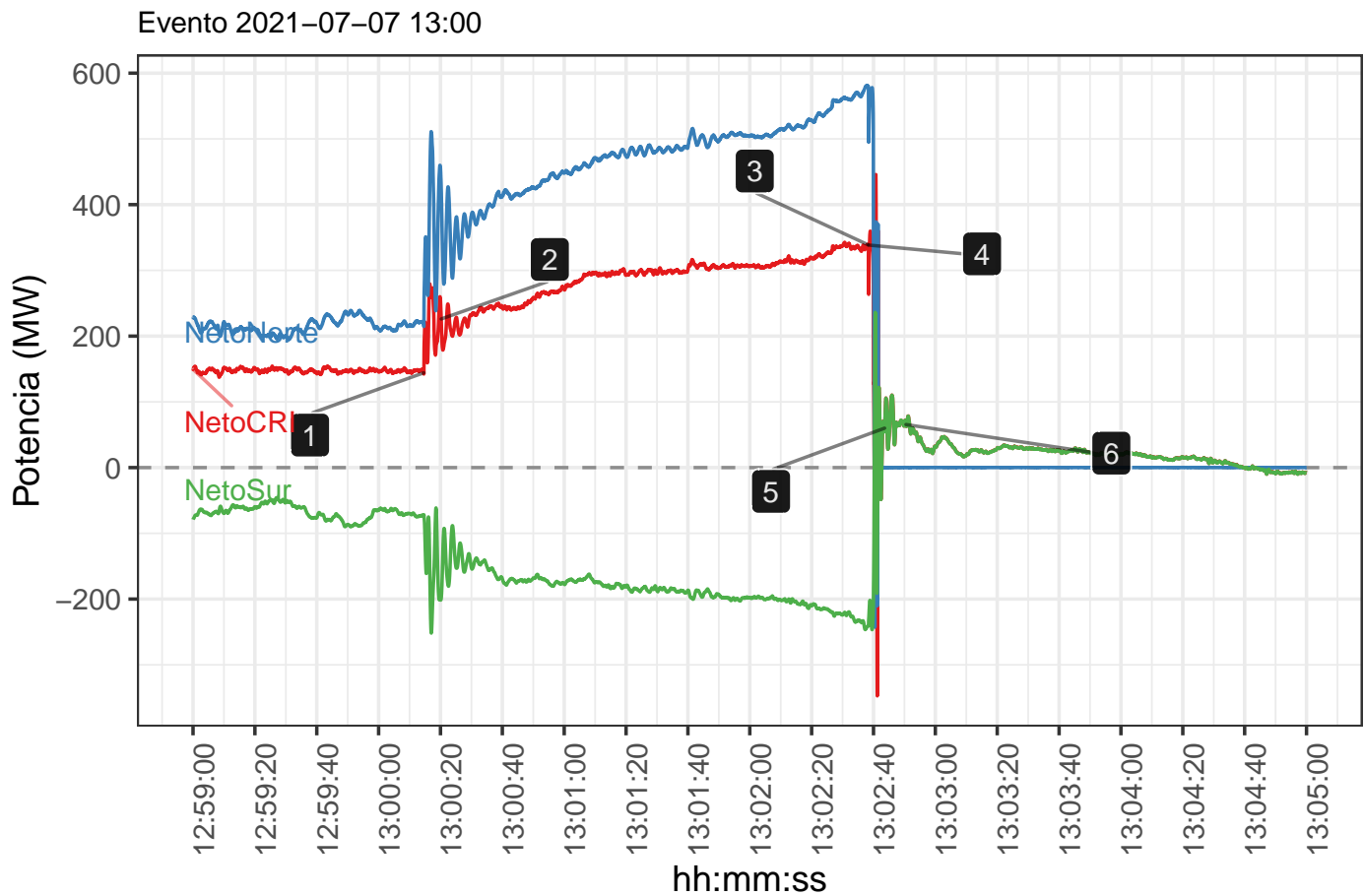
3 Disparo LIB-AMY

4 Disparo CAS-TCP

5 Frecuencia Máxima

6 Frecuencia Mínima

Figura 2: Flujos netos en las interconexiones y del área de control CRI
Datos tomados de los PMU



1 Disparo GUA-MEX

2 Baja Frecuencia SER

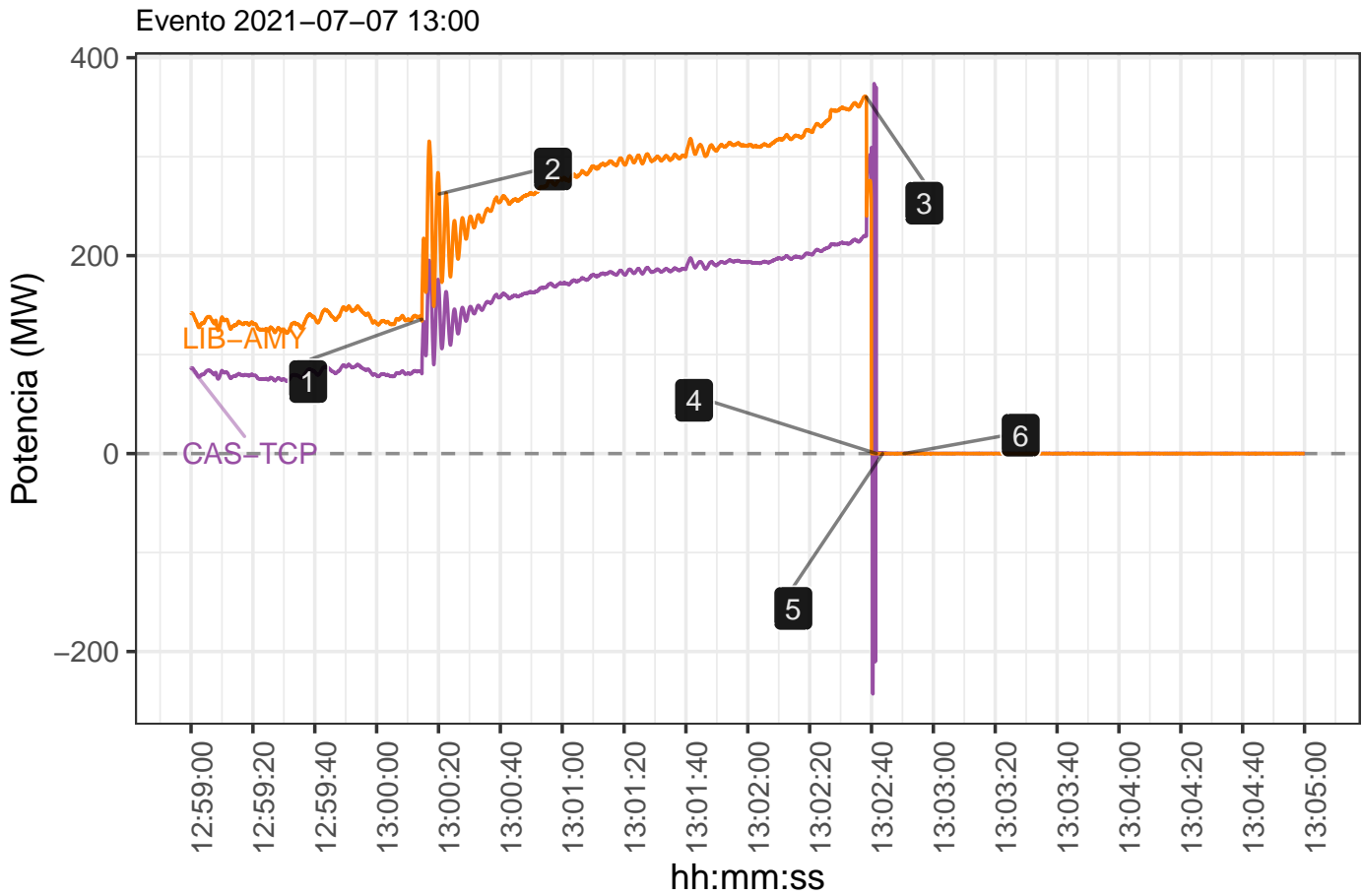
3 Disparo LIB-AMY

4 Disparo CAS-TCP

5 Frecuencia Máxima

6 Frecuencia Mínima

Figura 3: Flujos en las interconexiones CRI-NIC
Datos tomados de los PMU



1 Disparo GUA-MEX

2 Baja Frecuencia SER

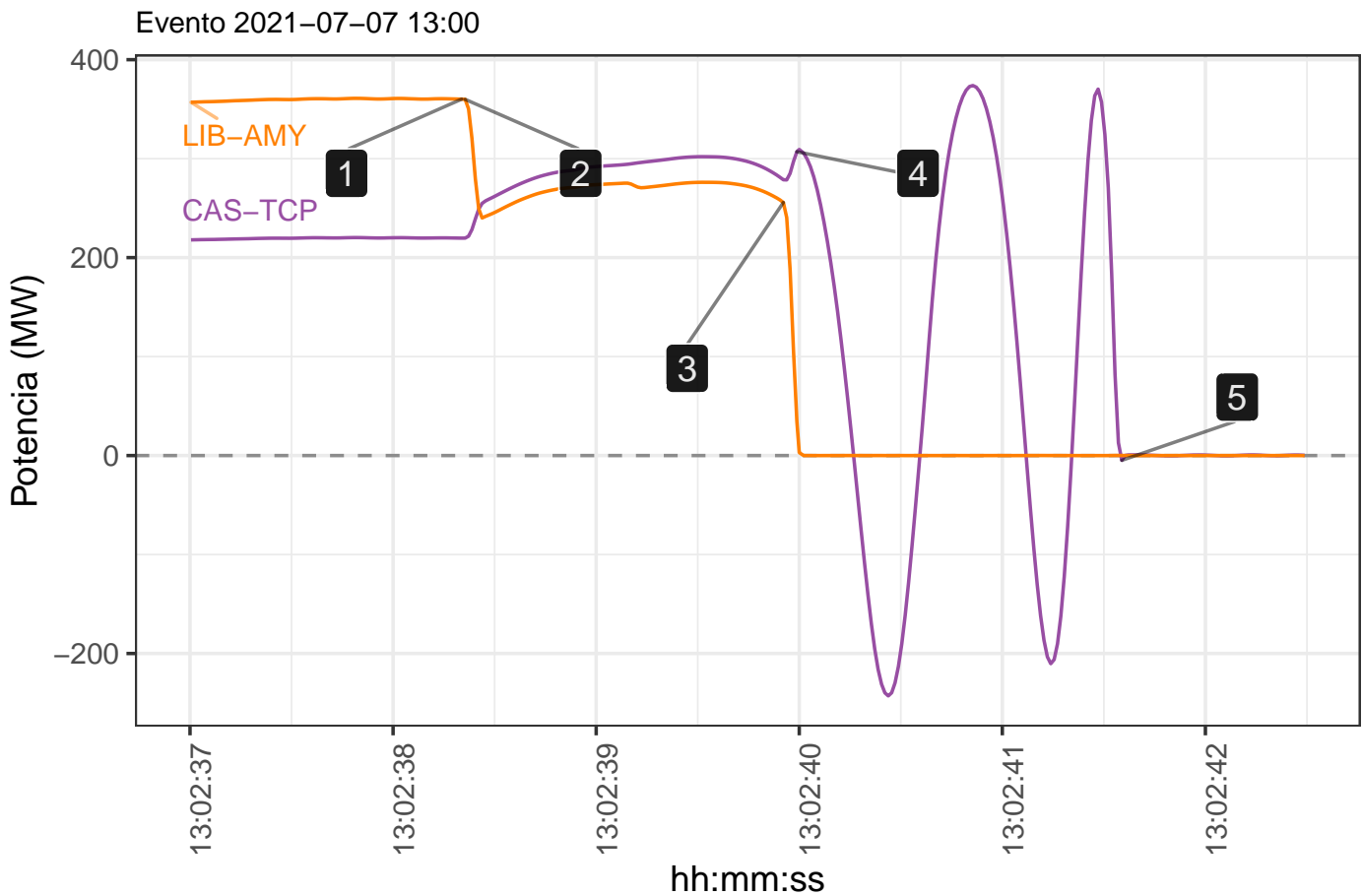
3 Disparo LIB-AMY

4 Disparo CAS-TCP

5 Frecuencia Máxima

6 Frecuencia Mínima

Figura 4: Flujos durante el disparo de las interconexiones CRI-NIC
Datos tomados de los PMU



1 Flujo LIB-AMY = 360 MW

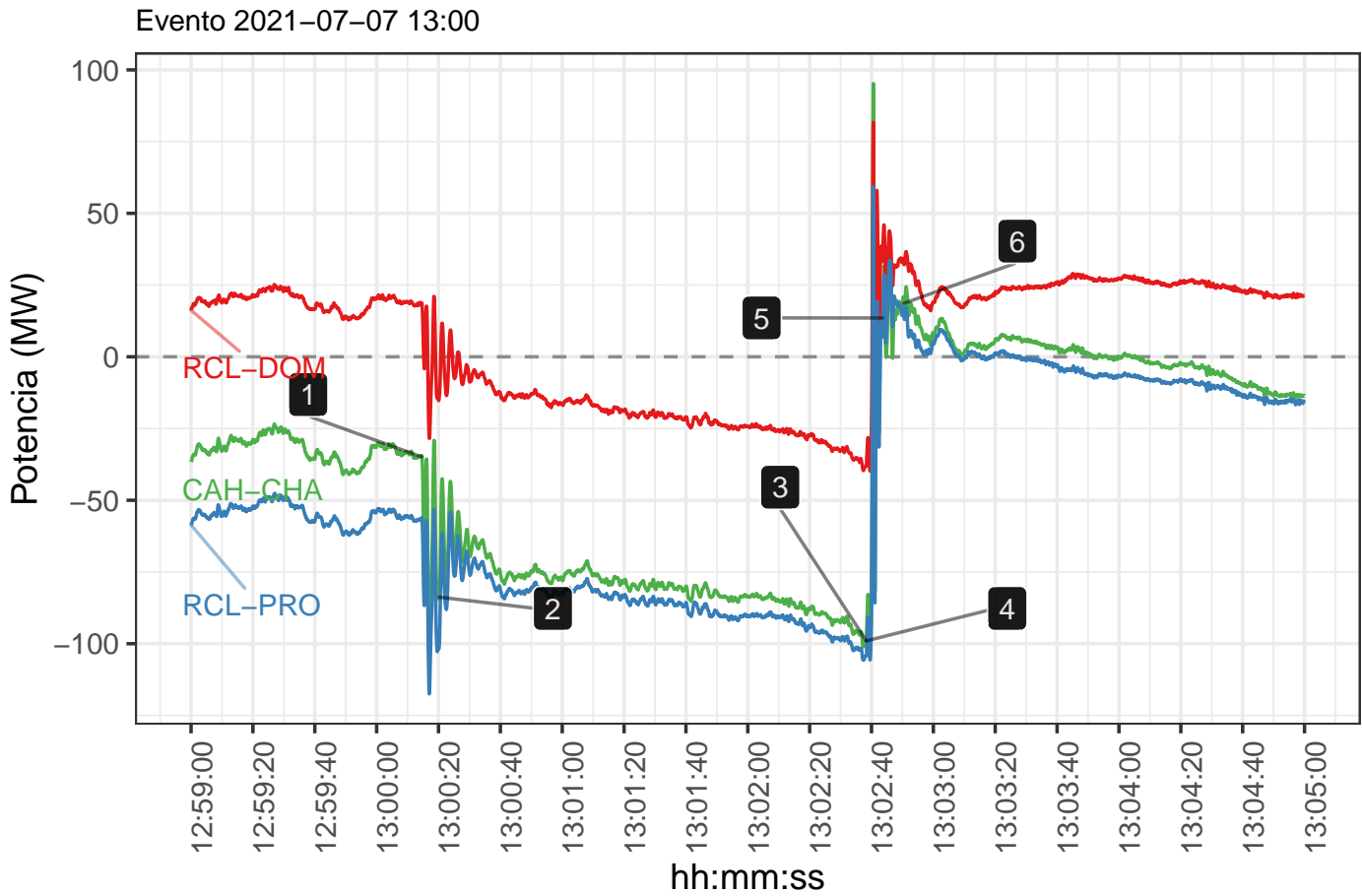
2 AMY-LIB disparo de fase T

3 AMY-LIB disparo de fases R y S

4 Inicio de Oscilación

5 Disparo TCP-CAS

Figura 5: Flujos en las interconexiones Sur
Datos tomados de los PMU



1 Disparo GUA-MEX

2 Baja Frecuencia SER

3 Disparo LIB-AMY

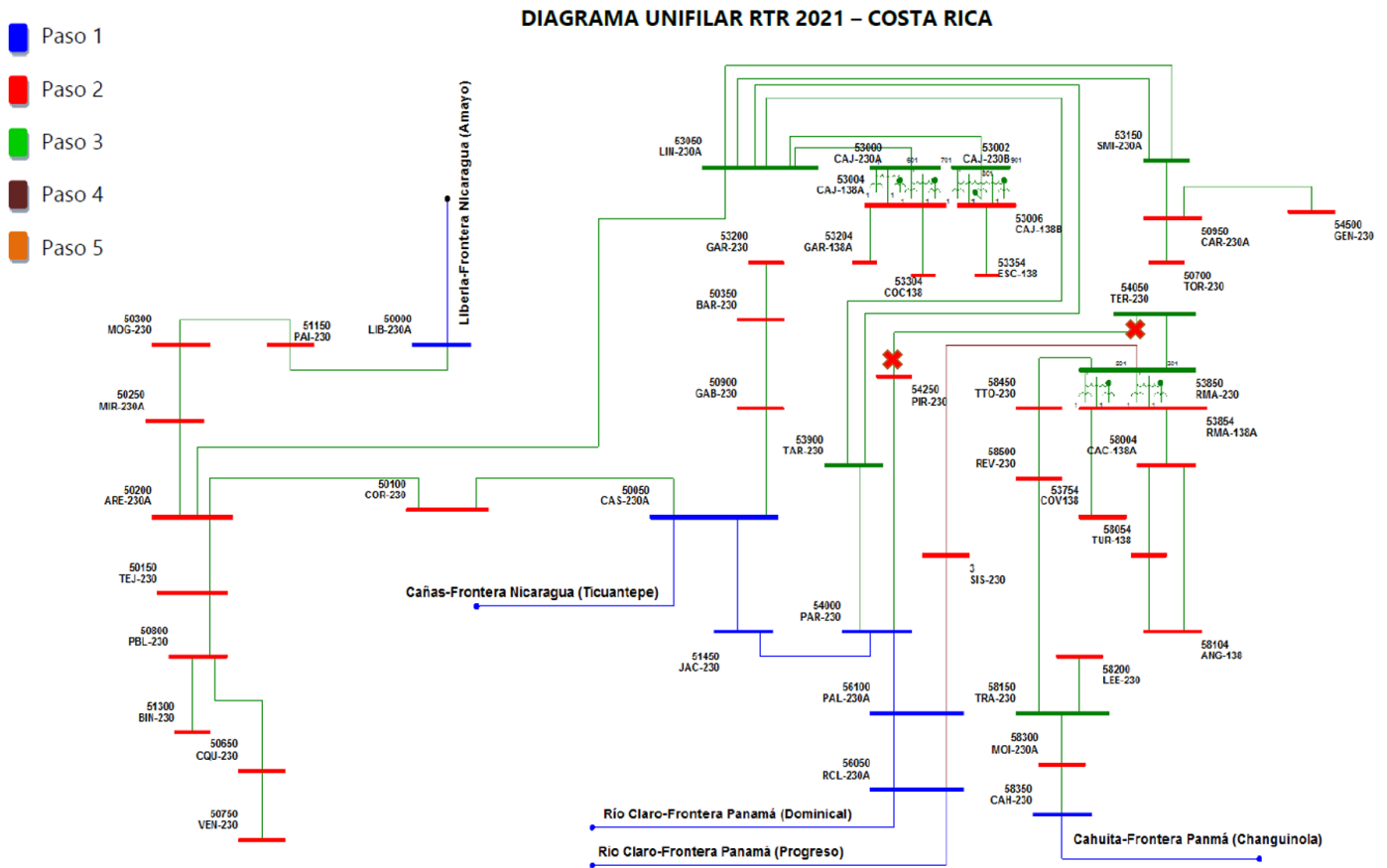
4 Disparo CAS-TCP

5 Frecuencia Máxima

6 Frecuencia Mínima

Figura 6: Configuración prefalla

Los elementos desconectados se señalan mediante ✖



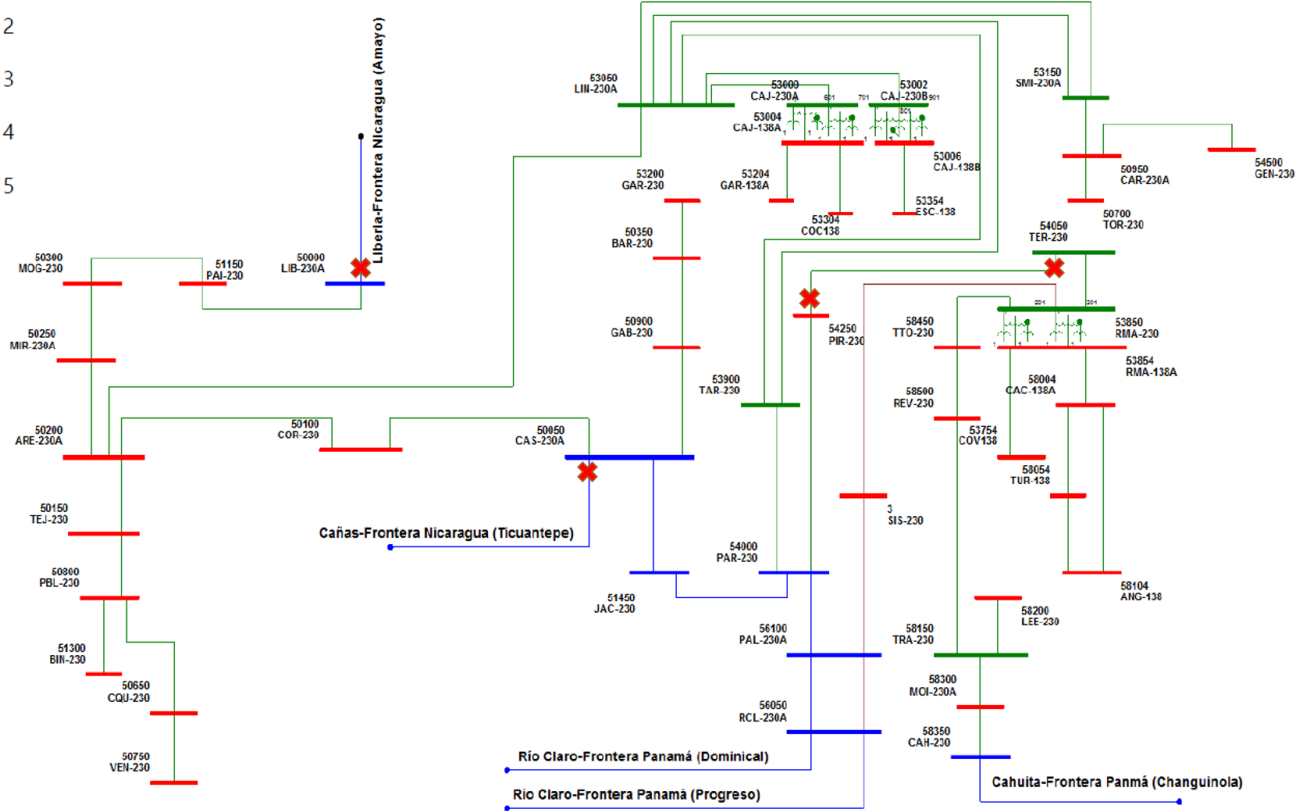
Fuente: Informe Final - Identificación de la Red de Transmisión Regional para el año 2021. EOR. 2021.

Figura 7: Configuración postfalla

Los elementos desconectados se señalan mediante ✖

- Paso 1
- Paso 2
- Paso 3
- Paso 4
- Paso 5

DIAGRAMA UNIFILAR RTR 2021 – COSTA RICA

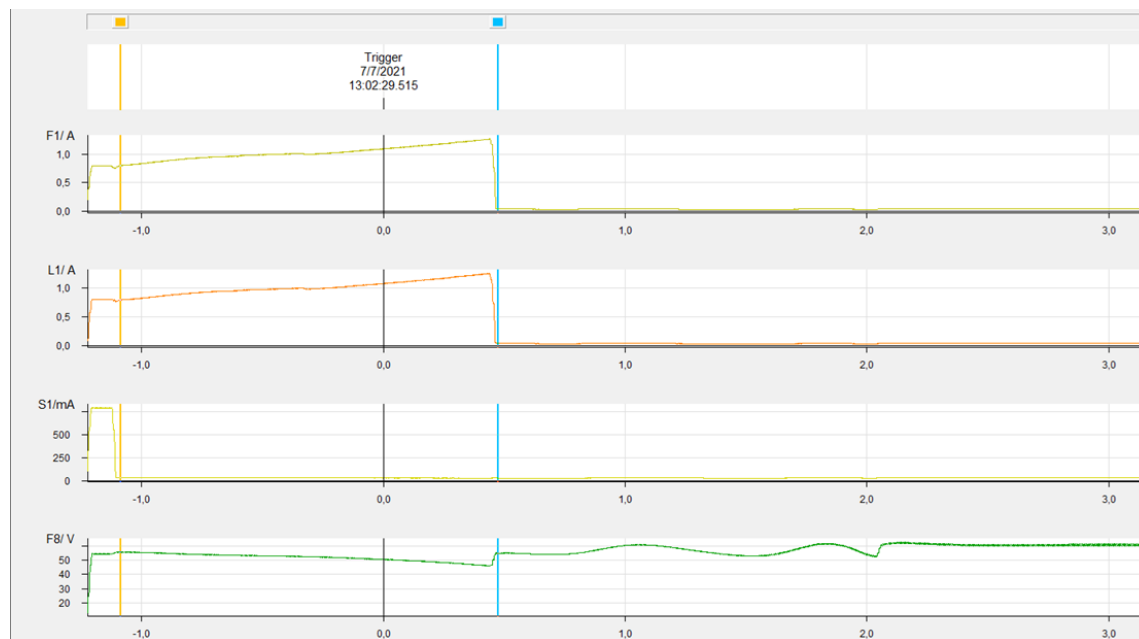


Fuente: Informe Final - Identificación de la Red de Transmisión Regional para el año 2021. EOR. 2021.

Figura 8: Registro de Protecciones en el Extremo de Liberia
Corrientes de fase y bitácora de actuación de protecciones

De: Umaña Angulo Julio César <JUmañaAn@ice.go.cr>
Enviado el: miércoles, 14 de julio de 2021 10:48
Para: Quirós Rojas Pablo <PQuirosR@ice.go.cr>
CC: Ruiz Gutiérrez Manfred <MRuizG@ice.go.cr>
Asunto: RE: Informe Preliminar. Evento Regional 07/07/2021 13:00 horas

Buen día Pablo, en este evento dispara la fase T en subestación Amayo y aproximadamente 1.5s después dispara las otras 2 fases (R y S) también en subestación Amayo (condición no deseada).



Los canales F1=I_R, L1=I_S, S1=I_T corrientes de LIB-AMA y F8=V_R Tensión en la barra de Liberia.

La protección de impedancia solo hizo arranque en las fases que quedaron energizadas en luego del disparo de la fase T.

Number	Indication	Value	Date and time
00301	Power System fault	15 - ON	07.07.2021 13:02:38.613
00302	Fault Event	15 - ON	07.07.2021 13:02:38.613
03682	Distance Pickup L1E	ON	0 ms
03701	Distance Loop L1E selected forward	ON	0 ms
03686	Distance Pickup L12E	ON	71 ms
03702	Distance Loop L2E selected forward	ON	71 ms
02784	AR: Auto-reclose is not ready	ON	196 ms
03704	Distance Loop L12 selected forward	ON	671 ms
03682	Distance Pickup L1E	ON	1364 ms
03702	Distance Loop L2E selected forward	OFF	1364 ms
03704	Distance Loop L12 selected forward	OFF	1364 ms
03671	Distance PICKED UP	OFF	1368 ms
03701	Distance Loop L1E selected forward	OFF	1368 ms

En el extremo de Liberia las protecciones no operaron por lo tanto el módulo quedó cerrado. La operación del lado de Liberia es correcto.



Ing. Julio Umaña Angulo.
 Encargado
 Unidad de Coordinación y Ajuste de protecciones
 GAP / Negocio de Transmisión
 Tel. 2000-6049 / 8810-0777