

ANALISIS DE LA OPERACIÓN DEL
ESQUEMA DE BAJA FRECUENCIA POR
CONTINGENCIAS EXTREMAS

CONFIDENTIAL

The information contained in this document is not to be communicated either directly or indirectly to any person not authorized to receive it.

MLP

Title	Date	Name	Signature
Preparo	21.mayo.2025	Luis Alonso F.	

Control del Documento

REVISIÓN	DESCRIPCION DEL CAMBIO	FECHA	PREPARÓ	APROBÓ
B	Emisión del documento	21/05/25	LAF	LAF

Notas:

LAF: Luis Alonso Figueroa - Gerente Técnico

Índice

1	Objetivo	4
2	Antecedentes	4
2.1	Documentos Analizados	4
2.2	Cargas asociadas a EDAC-CEx	5
3	Análisis.....	5
3.1	Ajustes ZIV SE PIUQUENES (EDAC CEx)	5
3.2	Análisis Registro de Falla.....	6
3.3	Análisis de eventos.....	7
3.4	Análisis Oscilograficos.....	8
4	CONCLUSIONES	9

1 Objetivo

Analizar los registros oscilográficos obtenidos luego de la operación del esquema de Protección de Baja Frecuencia por Contingencias Extremas (EDAC CEx), Protección ZIV de Sala 1, SE Piuquenes, día 29 de marzo 2025, 13:39 hrs.

2 Antecedentes

2.1 Documentos Analizados

	osc000009.cfg	✓	22-05-2025 9:21	Archivo CFG	1 KB
	osc000009.dat	✓	30-03-2025 3:23	dat Relay Event file	88 KB
	osc000009.dg4	✓	22-05-2025 9:21	Archivo DG4	12 KB
	osc000009.hdr	✓	22-05-2025 9:21	hdr Relay Event file	1 KB
	osc000009.inf	✓	22-05-2025 9:21	Información sobre...	1 KB
	OSC000009.xmlu	✓	22-05-2025 9:21	Archivo XMLU	2 KB
	osc000010.cfg	✓	30-03-2025 3:23	Archivo CFG	1 KB
	osc000010.dat	✓	30-03-2025 3:23	dat Relay Event file	88 KB
	osc000010.hdr	✓	30-03-2025 3:23	hdr Relay Event file	1 KB
	osc000010.zip	✓	01-04-2025 19:49	Archivo WinRAR Z...	92 KB
	Oscilografia.png	✓	30-03-2025 3:23	Archivo PNG	36 KB
	Report Falla hoja 1.png	✓	30-03-2025 3:23	Archivo PNG	51 KB
	Report Falla hoja 2.png	✓	30-03-2025 3:23	Archivo PNG	55 KB
	Report Falla hoja 3.png	✓	30-03-2025 3:23	Archivo PNG	54 KB
	Report Falla hoja 4.png	✓	30-03-2025 3:23	Archivo PNG	55 KB
	Report Falla hoja 5.png	✓	30-03-2025 3:23	Archivo PNG	42 KB
	Report Falla.png	✓	30-03-2025 3:23	Archivo PNG	42 KB
	Suceso hoja 1.png	✓	30-03-2025 3:23	Archivo PNG	90 KB
	Suceso hoja 2.png	✓	30-03-2025 3:23	Archivo PNG	85 KB
	Operacion EDAC 29 de marzo 2025_v0.do...	✓	01-04-2025 2:30	Documento de Mi...	54 KB

2.2 Cargas asociadas a EDAC-CEx

Se consideran los escalones 1, 2, asignándose de la siguiente manera:

EDAC CEx SE PIUQUENES			
Interruptor	Equipo	Escalon por Cex	Ajuste
52-34	Recirculacion de agua	1	49,5 - 0,9 Hz/s
52-23	Agua Fresca	2	49,5 - 1,2 Hz/s

3 Análisis

3.1 Ajustes ZIV SE PIUQUENES (EDAC CEx)

EDAC-CE, marca ZIV modelo 81RV-F1N-22K000MKL

Escalón 1	49,5 - 0.9 Hz/s
Escalón 2	49,5 - 1,2 Hz/s
Escalón 3	49,5 - 1,9 Hz/s

3.2 Análisis Registro de Falla

S	Inicio Falta	Orden Disp...	Fin Falta	Tipo de falta
	29/03/2025 13:39:44.915	13:39:44.931	13:40:45.034	*****

Generales		
Magnitudes		
	Prefalta	Falta
VA	58.373 V	66.445 V
ANG VA	0.0 °	336.5 °
VB	63.697 V	67.908 V
ANG VB	235.6 °	216.4 °
VC	57.113 V	67.094 V
ANG VC	113.3 °	95.5 °
VN	0.465 V	0.573 V
ANG VN	290.1 °	274.2 °
VAB	107.801 V	116.035 V
VBC	106.078 V	117.602 V
VCA	96.562 V	115.129 V
VSI	4.040 V	0.790 V
FREC	50.359 Hz	49.648 Hz
DERFREC	15.370 Hz/s	5.302 Hz/s
VSH	0.052 V	0.052 V

Como consecuencia de una falla en la línea de transmisión de 500 kV Alto Jahuel – Ancoa, se genera una perturbación significativa en el sistema eléctrico. Esta contingencia provoca un desbalance inmediato entre generación y demanda, lo que se refleja en una variación abrupta de la frecuencia del sistema.

Durante el arranque de la secuencia de eventos, se observa una sobre frecuencia que alcanza un valor máximo de 50,359 Hz, con una derivada de frecuencia de 15,570 Hz/s, lo que indica una brusca oscilación inicial. Posteriormente, en el instante en que se produce la operación del relé de baja frecuencia, se registra una frecuencia de 49,648 Hz con una pendiente de caída de -5,302 Hz/s. Aunque este valor es superior al umbral configurado para la operación del relé, la activación se justifica por la velocidad de la

caída, ya que la frecuencia descendía violentamente debido a la pérdida de inercia provocada por la desconexión de la línea. Este comportamiento dinámico es característico de eventos severos en sistemas interconectados, y resalta la importancia de contar con protecciones de frecuencia adecuadamente calibradas, que consideren no solo el valor absoluto de la frecuencia, sino también su tasa de cambio (*Rate of Change of Frequency*, ROCOF), con el fin de asegurar una respuesta rápida y efectiva ante contingencias extremas.

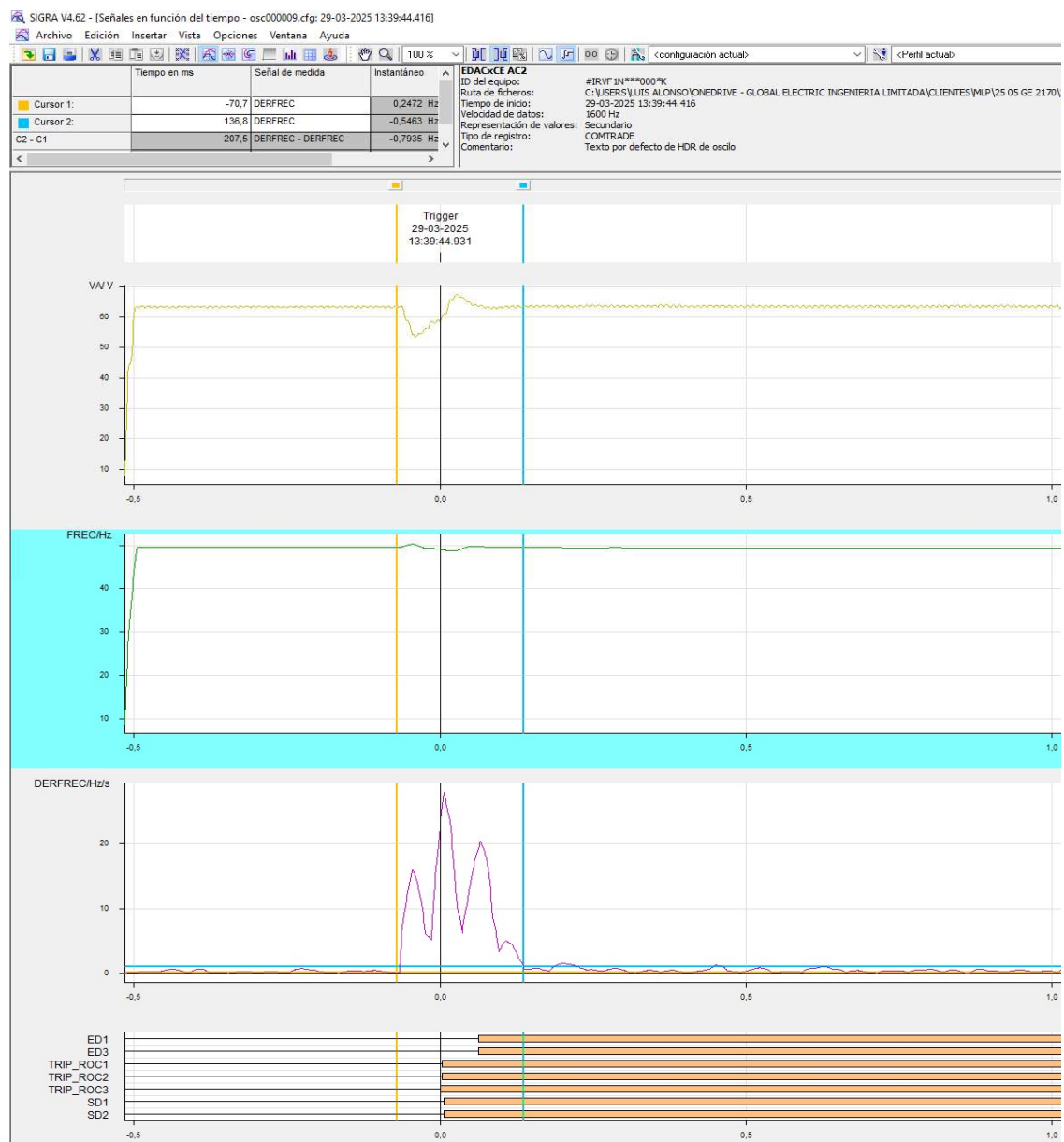
3.3 Análisis de eventos

S	Hora	Suceso	VA (V)	FREC (...	DERFR...
	29/03/2025 13:39:40.863	Activacion de Arranque Unidad Derivada Frecuencia 1	53.852	49.260	-15.670
	29/03/2025 13:39:40.863	Activacion de Arranque Unidad Derivada Frecuencia 2	53.852	49.260	-15.670
	29/03/2025 13:39:40.867	Desactivacion de Arranque Unidad Derivada Frecuencia 1	54.686	49.869	-3.755
	29/03/2025 13:39:40.867	Desactivacion de Arranque Unidad Derivada Frecuencia 2	54.686	49.869	-3.755
	29/03/2025 13:39:44.915	Activacion de Arranque Unidad Derivada Frecuencia 3	58.500	49.379	-4.472
	29/03/2025 13:39:44.917	Activacion de Arranque Unidad Derivada Frecuencia 1	58.418	49.059	-25.637
	29/03/2025 13:39:44.917	Activacion de Arranque Unidad Derivada Frecuencia 2	58.418	49.059	-25.637
	29/03/2025 13:39:44.931	Activacion de Disparo Enmascarado Unidad 3 Derivada de Frecu...	59.150	48.896	-29.942
	29/03/2025 13:39:44.931	Activacion de Disparo Unidad Derivada Frecuencia 3	59.150	48.896	-29.942
	29/03/2025 13:39:44.933	Activacion de Disparo Enmascarado Unidad 1 Derivada de Frecu...	60.131	48.896	-29.942
	29/03/2025 13:39:44.933	Activacion de Disparo Enmascarado Unidad 2 Derivada de Frecu...	60.131	48.896	-29.942
	29/03/2025 13:39:44.933	Activacion de Disparo Unidad Derivada Frecuencia 1	60.131	48.896	-29.942
	29/03/2025 13:39:44.933	Activacion de Disparo Unidad Derivada Frecuencia 2	60.131	48.896	-29.942
	29/03/2025 13:39:44.937	Activacion de Salida Digital 1	61.072	48.561	-14.310
	29/03/2025 13:39:44.937	Activacion de Salida Digital 2	61.072	48.561	-14.310
	29/03/2025 13:39:44.937	Activacion de Salida Digital 6	61.072	48.561	-14.310
	29/03/2025 13:39:44.937	Activacion de Salida Digital 7	61.072	48.561	-14.310
	29/03/2025 13:39:44.981	Desactivacion de Entrada Digital 2	64.037	49.672	22.064
	29/03/2025 13:39:44.981	Desactivacion de Entrada Digital 4	64.037	49.672	22.064
	29/03/2025 13:39:44.987	Activacion de Entrada Digital 1	63.549	49.672	22.064
	29/03/2025 13:39:44.987	Activacion de Entrada Digital 3	63.549	49.672	22.064

Se observa que a las 13:39:44.915 hrs, se produce el arranque de la protección ZIV de contingencias extremas, y el evento es tan rápido, que el relé alcanza a registrar primero el escalón 3 (49,5 – 1,9 Hz/s), dos milisegundos después se registra el arranque del escalón 1 (49,5 – 0,9 Hz/s), y a la misma hora el arranque del escalón 2 (49,5 – 1,2 Hz/s), es decir operaron los tres escalones prácticamente juntos. De la misma forma la operación de Trip del relé de frecuencia Escalón 3, se produjo a la 13:39:44.931 hrs, y dos milisegundos después, se verifica la operación de Trip del Escalón 1 y 2. Si embargo las ordenes de apertura sobre los interruptores 52-23 y 52-34, operaron a la misma hora, 13:39:44.937 hrs, es decir seis milisegundos después que recibieron la orden de operar. Es decir el relé opero 22 mseg, después que detecto la caída en la frecuencia, el tiempo total de operación debe considerar el tiempo de apertura del interruptor, es decir 22mseg+60 mseg= 82 mseg, tiempo total de operación.

3.4 Análisis Oscilograficos

Se observa que el evento total se registra en un periodo de 207,5 mseg.



En el momento del arranque de la protección de Baja Frecuencia para contingencias extremas, se registra una frecuencia de 49,3 Hz. En ese instante, la velocidad de cambio de la frecuencia es de 8,8 Hz/s. Posteriormente, esta aceleración aumenta a 15,4 Hz/s, seguida de una leve recuperación hasta 7,9 Hz/s. Sin embargo, la tasa de cambio vuelve a incrementarse bruscamente, alcanzando un valor máximo de -26,7 Hz/s, lo que coincide con la emisión de la orden de *Trip* por parte de la protección de Baja Frecuencia para contingencias extremas. Finalmente, una vez superado el evento, la tasa de variación de frecuencia se estabiliza en -4,42 Hz/s.

4 CONCLUSIONES

1. Revisados y analizados todos los antecedentes, archivo oscilografico osc00009 y archivo de "registro de falla 3". El esquema de Baja Frecuencia para contingencias extremas opero correctamente en SE Piuquenes.
2. La protección por Baja Frecuencia por contingencias extremas (EDAC CEx) en SE Piuquenes, opero correctamente, el escalón 1 $df/dt= 49,5\text{Hz}-0,9\text{Hz/s.}$, opero sobre el interruptor 52-34, correctamente en un tiempo de 82 mseg.
3. También opero correctamente para el escalón 2 $df/dt=49,5\text{Hz}-1,2\text{Hz/s.}$, abriendo el interruptor 52-23, en un tiempo de 82 mseg.