

Mantenimiento y monitoreo predictivo en líneas de transmisión con Ondas Viajeras



Milton Alcos, Application Engineer

Desafíos de la protección en líneas de transmisión



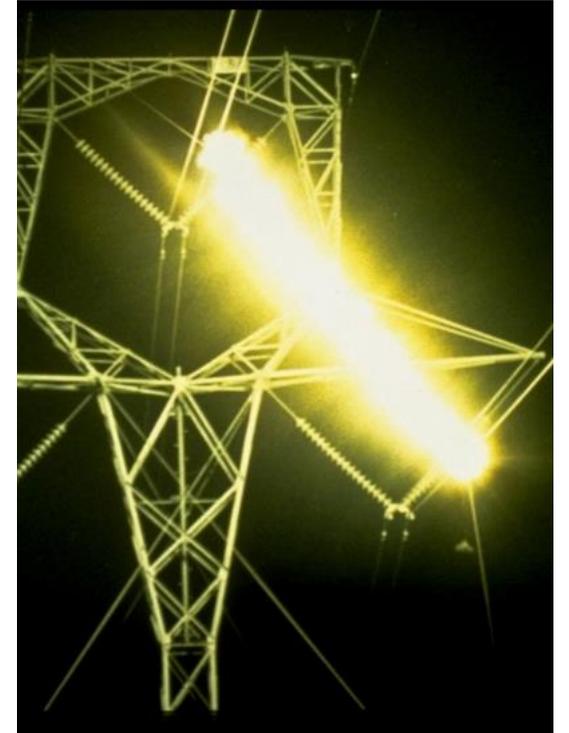
Sistemas de transmisión complejos



despeje de fallas de alta velocidad



Ubicación precisa de la falla



Supervisión de activos

La tecnología del dominio del tiempo ayuda a resolver estos desafíos

Vea los informes de eventos del mundo real del SEL-T400L en: selinc.com/event-reports

selinc.com/event-reports

SEL SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES

Products Solutions Engineering Services Education Support Company

Real-World Event Reports From the SEL-T400L

COMED USES SE-TWFL TO PIN DOWN FAULT LOCATION

On July 19, 2020, the SEL-T400L Time-Domain Line Protection detected a C-phase-to-ground fault while monitoring a 56.62 mi (91.12 km), 345 kV transmission line between two terminals (referred to as Terminals S and R) on the ComEd system. The SEL-T400L was installed at Terminal S.

Figure 1 shows the voltage and current signals sampled at 1 MHz captured by the SEL-T400L. The single-ended traveling-wave-based fault locator (SE-TWFL) reported the fault location to be 49.266 mi (87.011 percent of the line length) from Terminal S. The traveling-wave directional (TW32) protection element declared the fault in the forward direction in 104 μ s, and the incremental-quantity directional (TD32) protection element declared the fault in the forward direction in 1.3 ms. The incremental-quantity distance (TD21) protection element, which was set with a reach of 70 percent of the total line length, correctly restrained.

OTHER USER EXPERIENCES

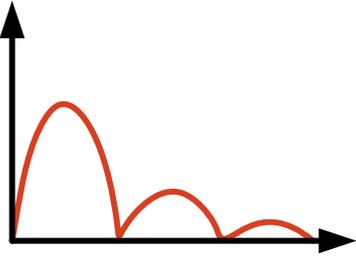
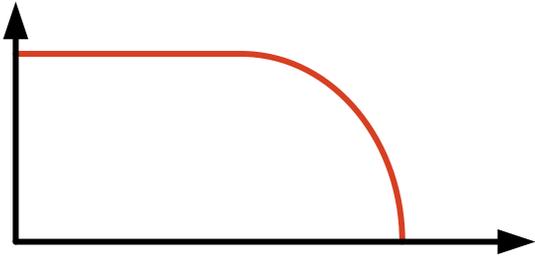
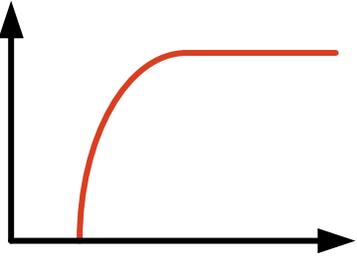
- ComEd Uses SE-TWFL to Pin Down Fault Location
- NamPower in Namibia—Dual Relays Operate for Internal Fault on 220 kV Line in Under 1.1 Milliseconds
- Red Eléctrica de España Uses Bewley Diagram in synchrowAVE Event Software to Obtain DE-TWFL Results
- Fault on a PNM 345 kV Line Cleared in Less Than 25 Milliseconds
- Petroeléctrica de los Llanos (PEL) benefits from the excellent performance of the SEL-T400L relays
- SE-TWFL in SEL-T400L pinpoints location of fault induced by sUAS
- SEL-T400L Field Report: Forest Fire in Colombia Initiates B-Phase to Ground Fault on an SEL-T400L Protected Line
- SEL-T400L Traveling-Wave Differential Scheme Operates in Less Than a Millisecond
- External Fault Validates Security of SEL-T400L Protection Schemes
- SEL-T400L POTT Scheme Operates in 1.3 ms When Lightning Strikes a Transmission Line in Hawaii
- SEL-T400L Operates in 2 ms on a 161 kV Transmission Line
- SEL-T400L Successful Operation for a Challenging Evolving Fault
- First SEL-T400L Operation in Central America!
- Traveling-Wave Differential Operation on a 115 kV Transmission Line
- Real-World Event Reports From the SEL-T400L

LEARN MORE

- [SEL-T400L Product Page](#)
- Contact_TD_Support@selinc.com

[JOIN OUR MAILING LIST](#)

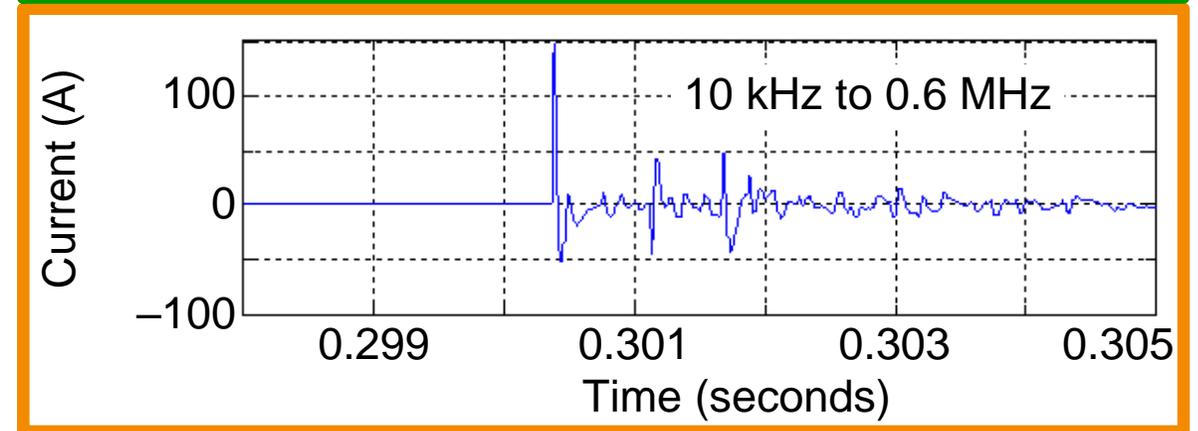
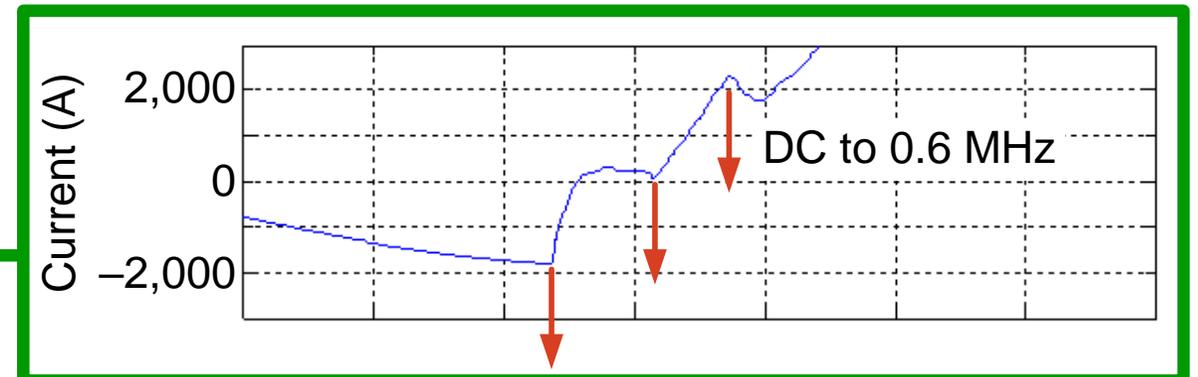
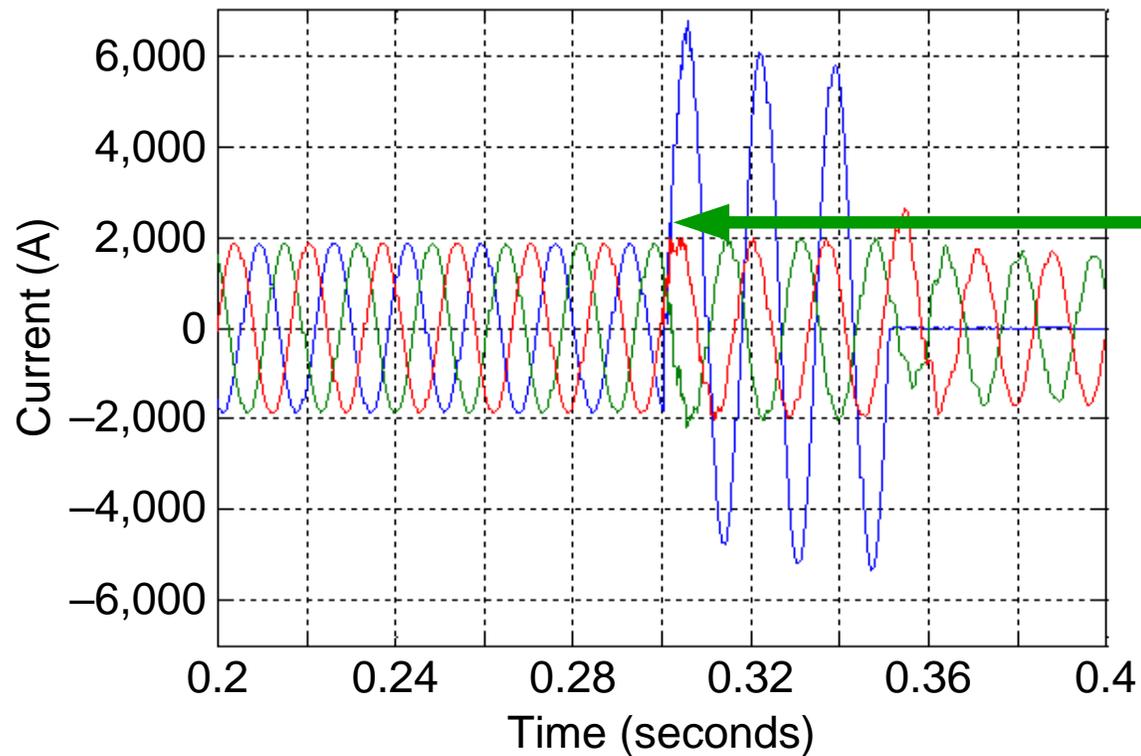
Dominio de los fasores VS dominio del tiempo

Algoritmo	Fasores	Cantidades Incrementales	Ondas Viajeras
Señales de espectro de interes	40–70 Hz	0.5 kHz	100 kHz
Filtros			
Muestreo	16 samples/cycle	10 kHz	1 MHz
Teoria de Linea	$v_F = v - Zi$	$v_F(t) = v(t) - \left(Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} \right)$	$i_{s(t)} \approx -i_{R(t-\tau)}$
Tiempo de Operacion	1 ciclo	Pocos milisegundos	1–2 milisegundos

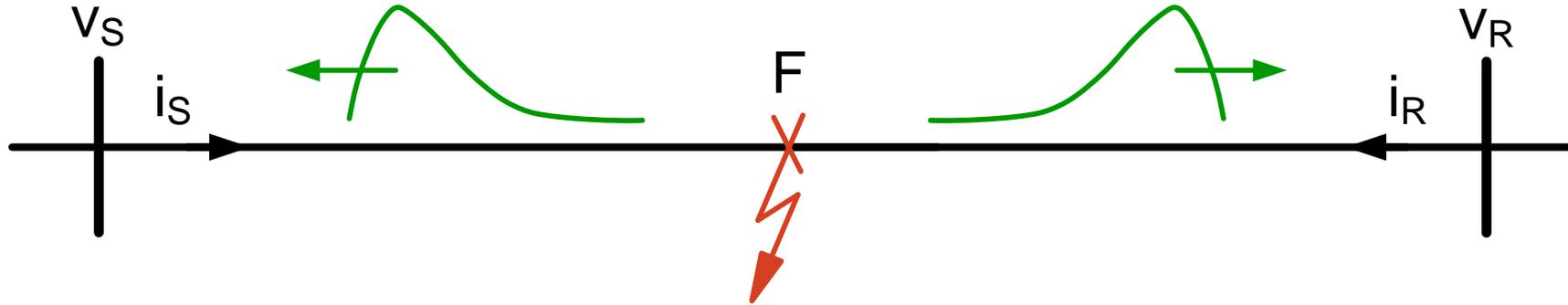
Ondas viajeras en líneas de transmisión



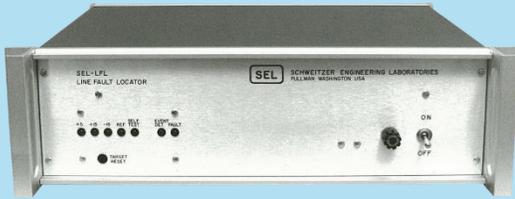
Los transitorios de alta frecuencia contienen información importante



Las fallas o eventos lanzan ondas que viajan con velocidades cercana a la luz



Historia de la localización de falla en SEL



SEL-LFL
Localizador de falla



SEL-321 Rele de
distancia de fase y tierra



SEL-411L Protección
avanzada y completa
diferencial de línea



SEL-T400L
Protección en el
dominio del tiempo

1984

1986

1993

2011

2012

2017

2020



SEL-21
Relé de distancia y
localización de falla



SEL-49
Relé térmico con función
de distancia y localización
de falla



SEL-411L-1
+ Localización
utilizando ondas
viajeras



SEL-T401L Rele de
ultra alta velocidad
Monitoreo de línea

SEL-T401L localiza con precisión las fallas

- Localiza las fallas dentro de un tramo de torre
- Ayuda a identificar fallas recurrentes
- Reduce el tiempo y el costo de la mantenimiento de línea
- Localiza fallas en líneas híbridas

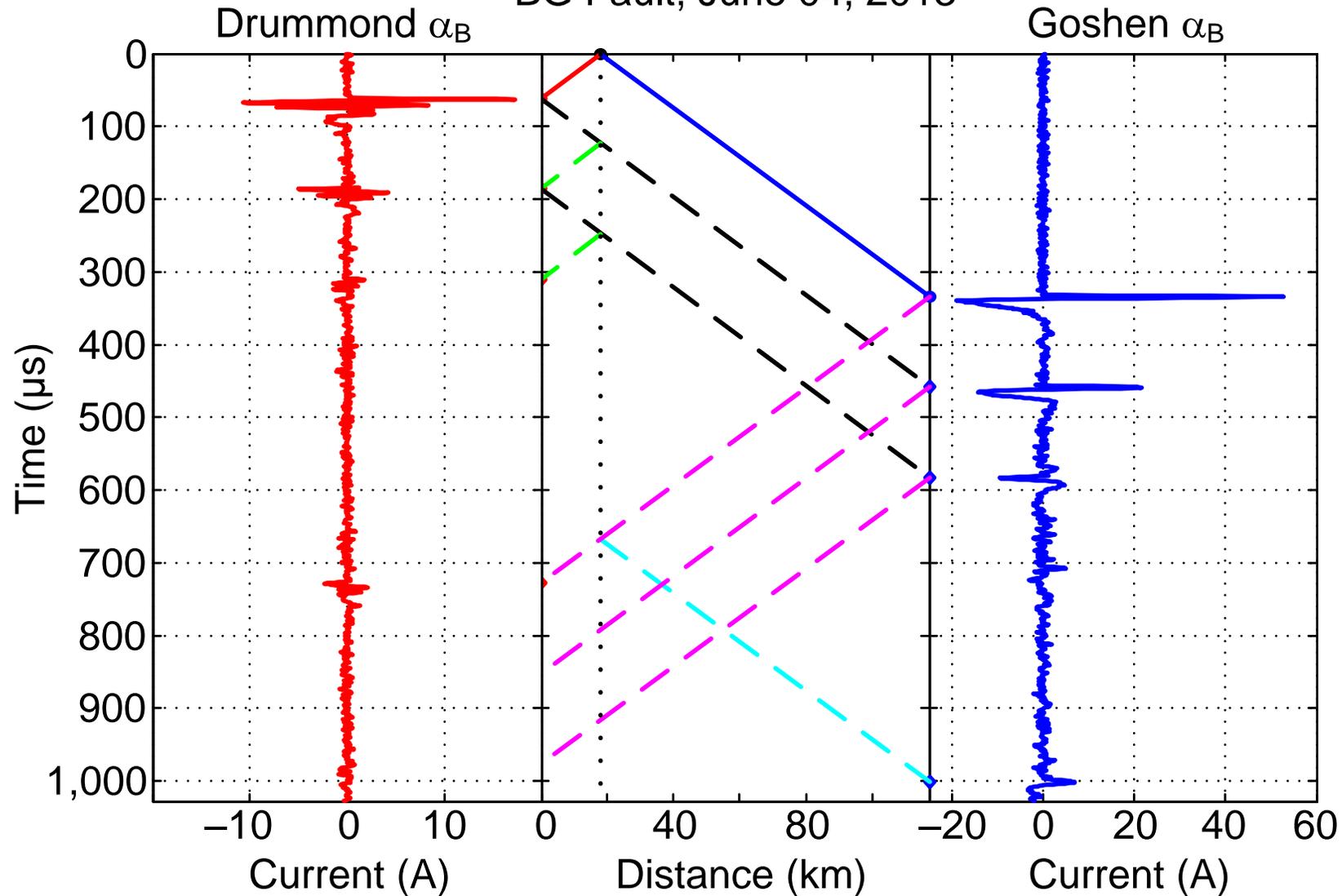


Precisión con localización por ondas viajeras TWLC

- Preciso dentro del tramo de una torre (300 m)
- Utiliza datos locales (de un único extremo)
- Utiliza canal punto a punto o multiplexado para un método de (doble extremo)
- No requiere fuente de tiempo externa
- También a la ubicación de falla basada en impedancia
- Se puede utilizar para el bloqueo de recierre en líneas híbridas

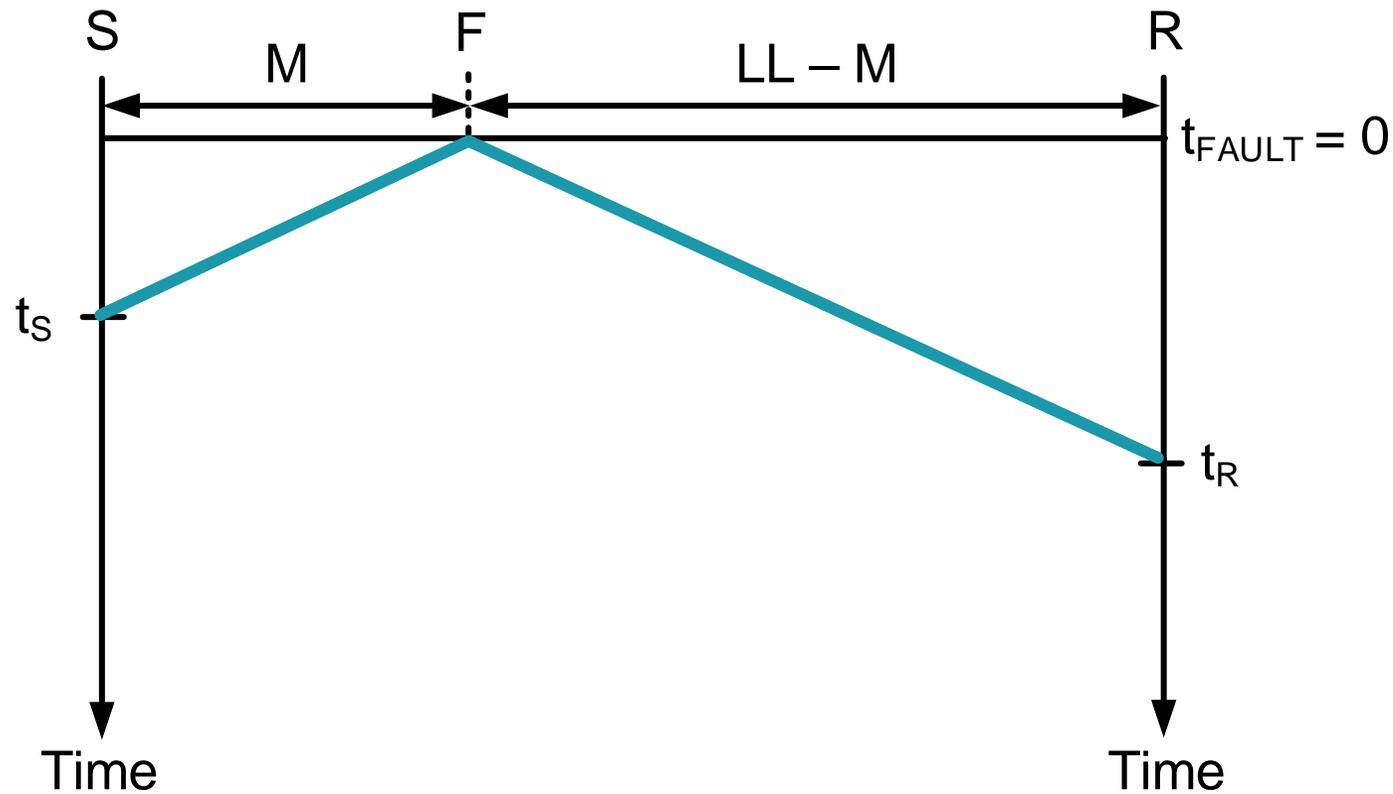
Corrientes y el diagrama de Bewley o Lattice

BG Fault, June 04, 2013



Datos de SEL-411L
Registro TW

Localización de falla de onda viajera de doble extremo



$$M = \frac{LL}{2} \cdot \left(1 + \frac{t_S - t_R}{\text{TWLPT}} \right)$$

▲ Parameters ⓘ

Line Length
153.170 (km)

First Left Pulse
18.080605307 (s)

Fractional Fault Location
0.398218

Light Propagation
0.98443 (• c)

Left Cable Propagation Time
210 (ns)

Right Cable Propagation Time
110 (ns)

Reflections Propagate Through Fault

Reset Bewley Settings

Align start to the Orange Cursor

Estimated Fault Location (from left)
60.995 (km)

Estimated Fault Location (from right)
92.175 (km)

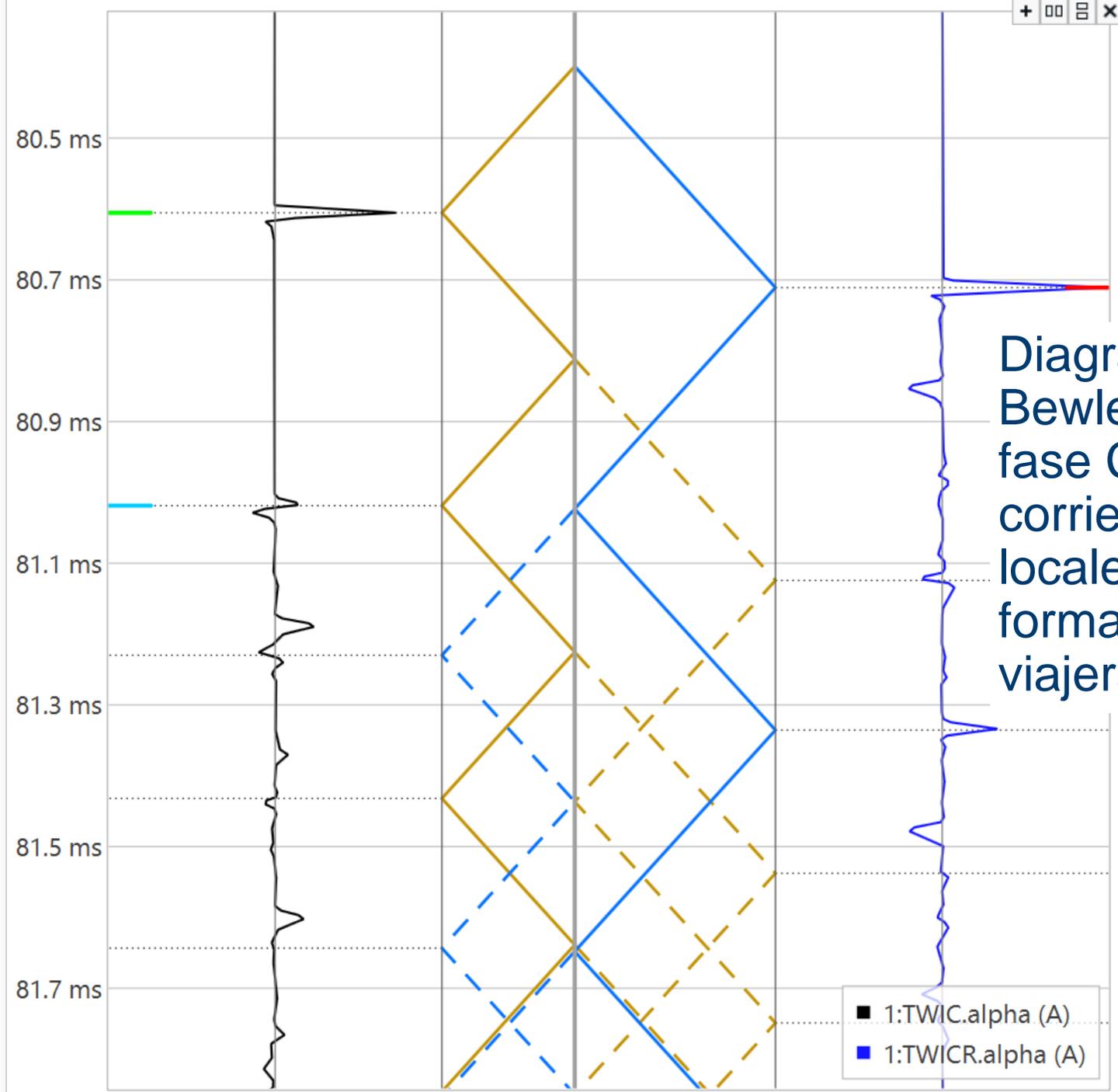


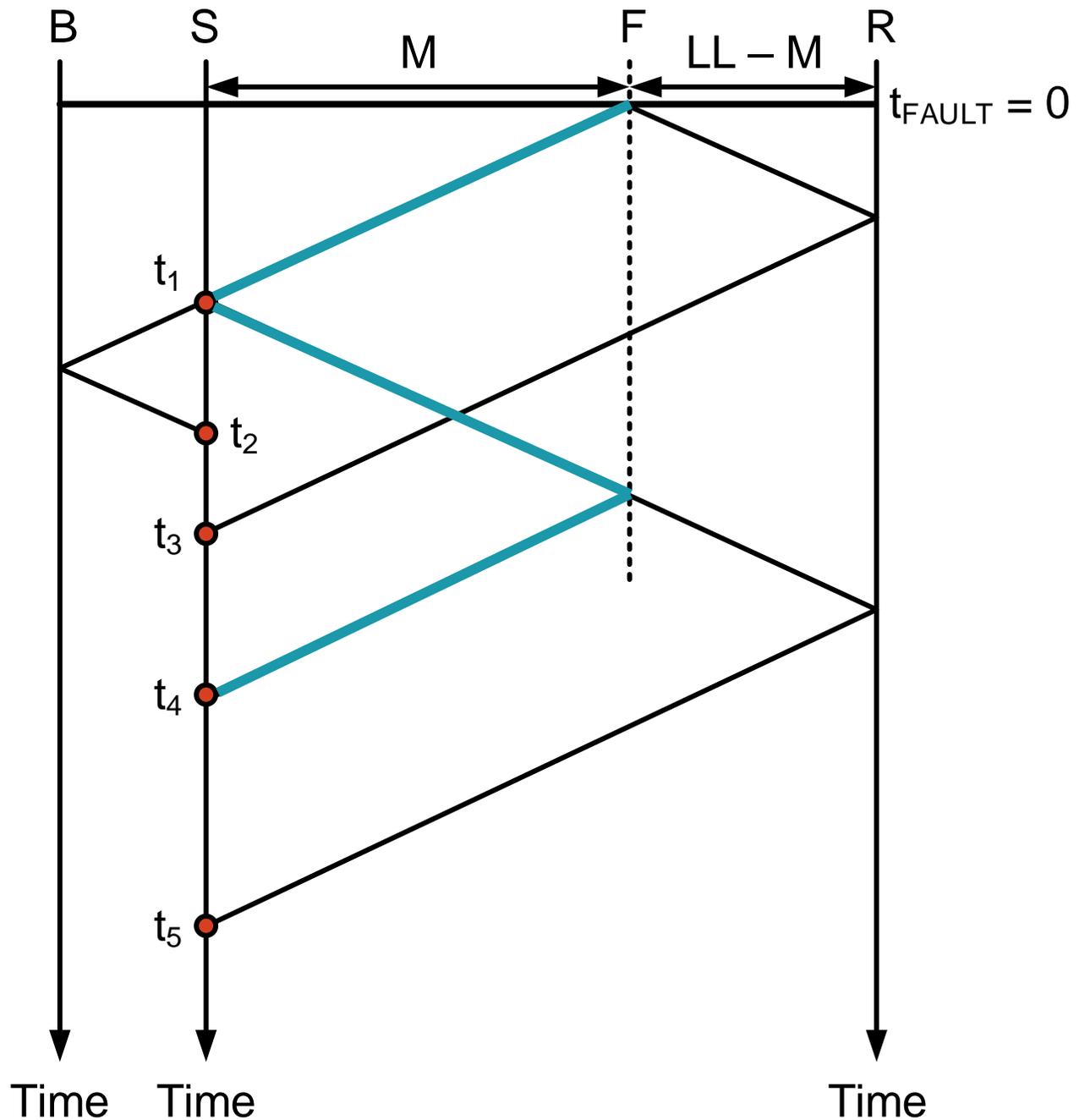
Diagrama de Bewley para falla de fase C utilizando corrientes terminales locales y remotas en forma de onda viajera (TW)

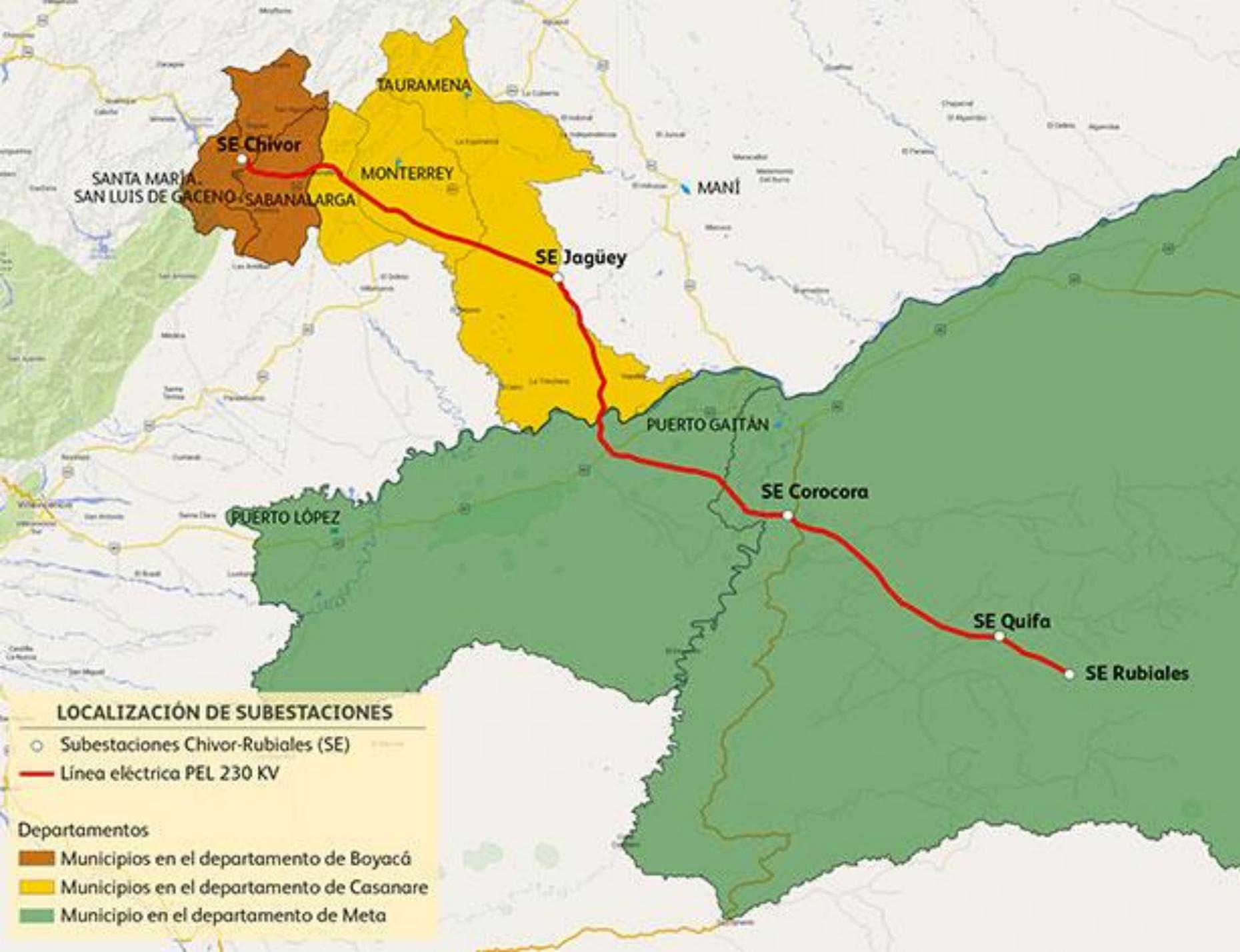
- 1:TWIC.alpha (A)
- 1:TWICR.alpha (A)

Localizador de un solo extremo

$$2 \cdot M = (t_4 - t_1) \cdot \frac{LL}{TWLPT}$$

$$M = \frac{LL}{2} \cdot \frac{t_4 - t_1}{TWLPT}$$





**PEL
Colombia
01-08-2019**

**Línea de
transmisión de
Jagüey - Quifa
230 kV 150 km**

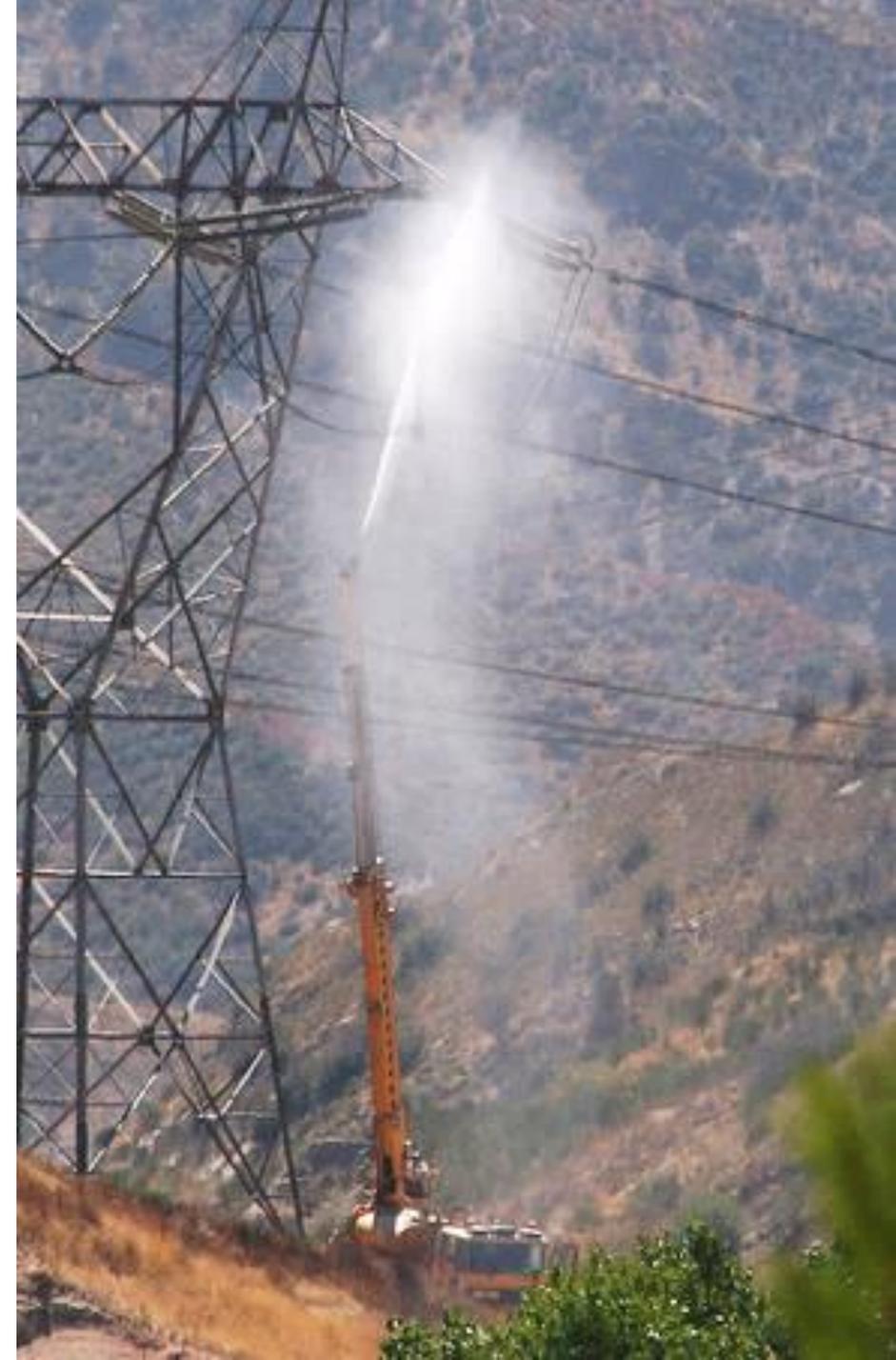


**Este SEL-T400L
permitted enviar a la
cuadrilla al punto
de falla con un
margen de error de
una torre**

FL= 60.995 km
T320 = 61.025 km
T321 (F) =61.501 km
Dif= 1 torre (506 m)

¿Es posible prevenir una falla?

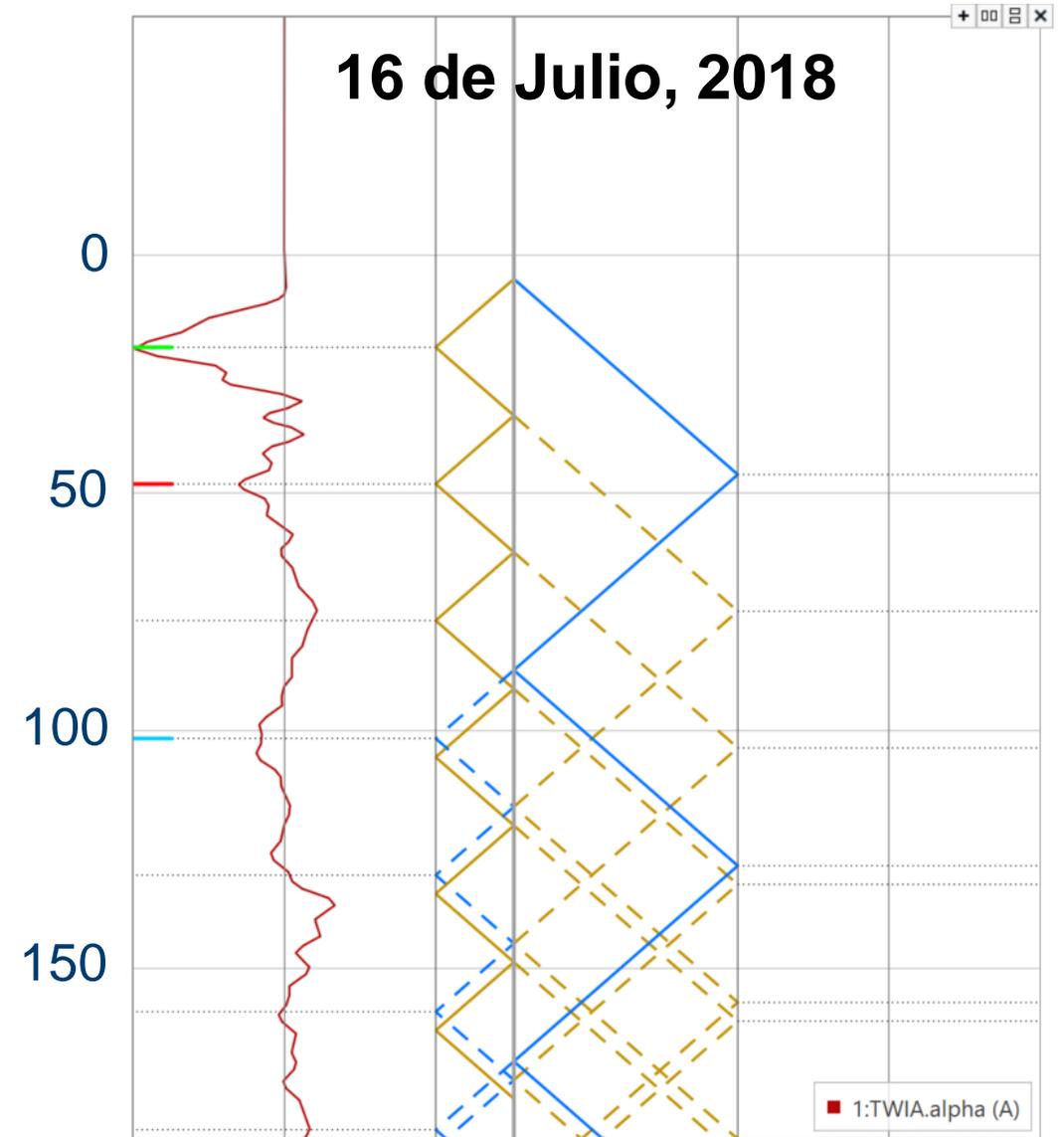
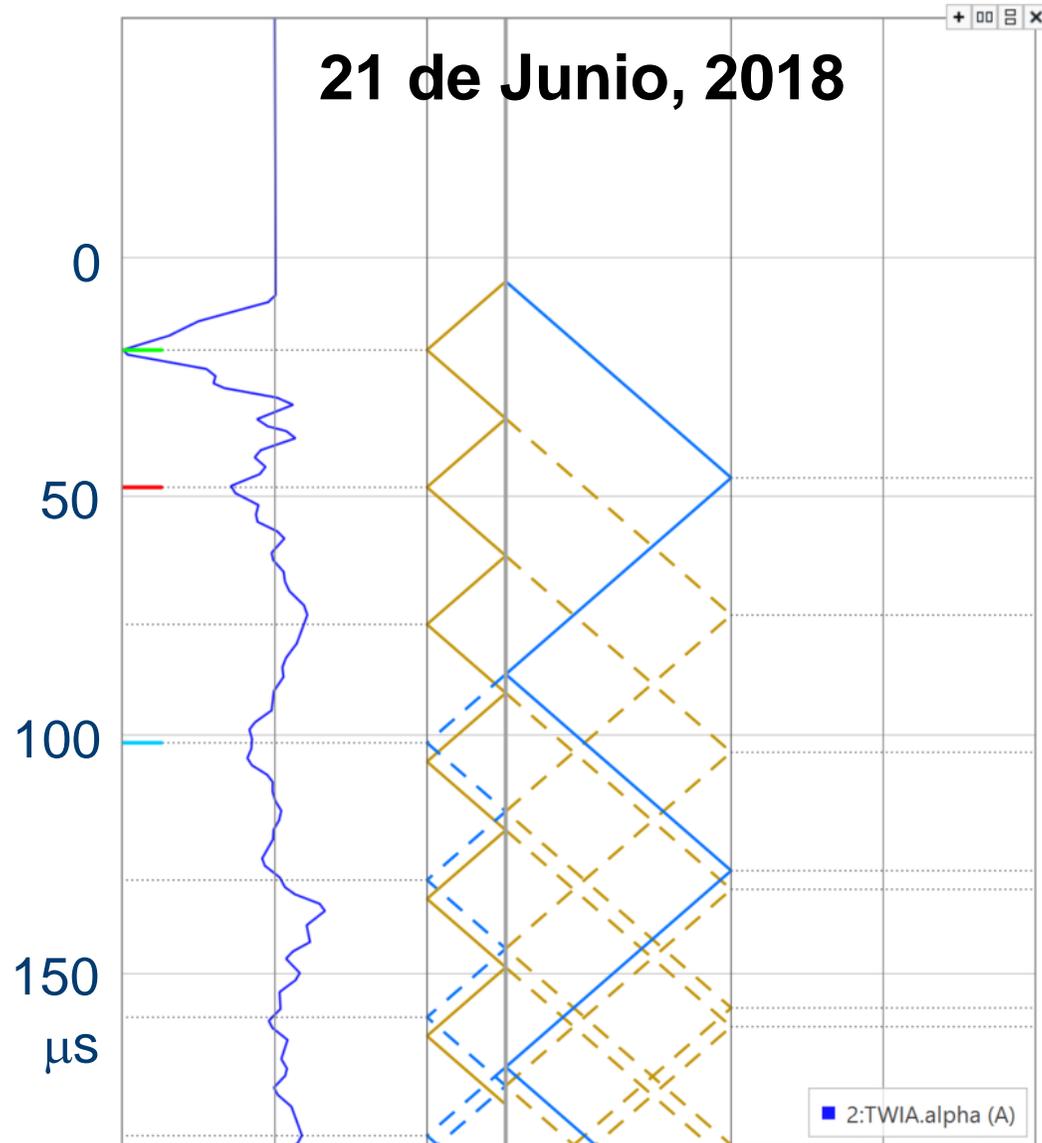
- Precursores de fallas
 - ¿Son reales?
 - ¿Dan suficiente tiempo de advertencia?
 - ¿Podemos detectarlos?
 - ¿Podemos localizarlos?
- Monitor de línea SEL-T401L
 - Principio de funcionamiento
 - Consideraciones sobre la aplicación



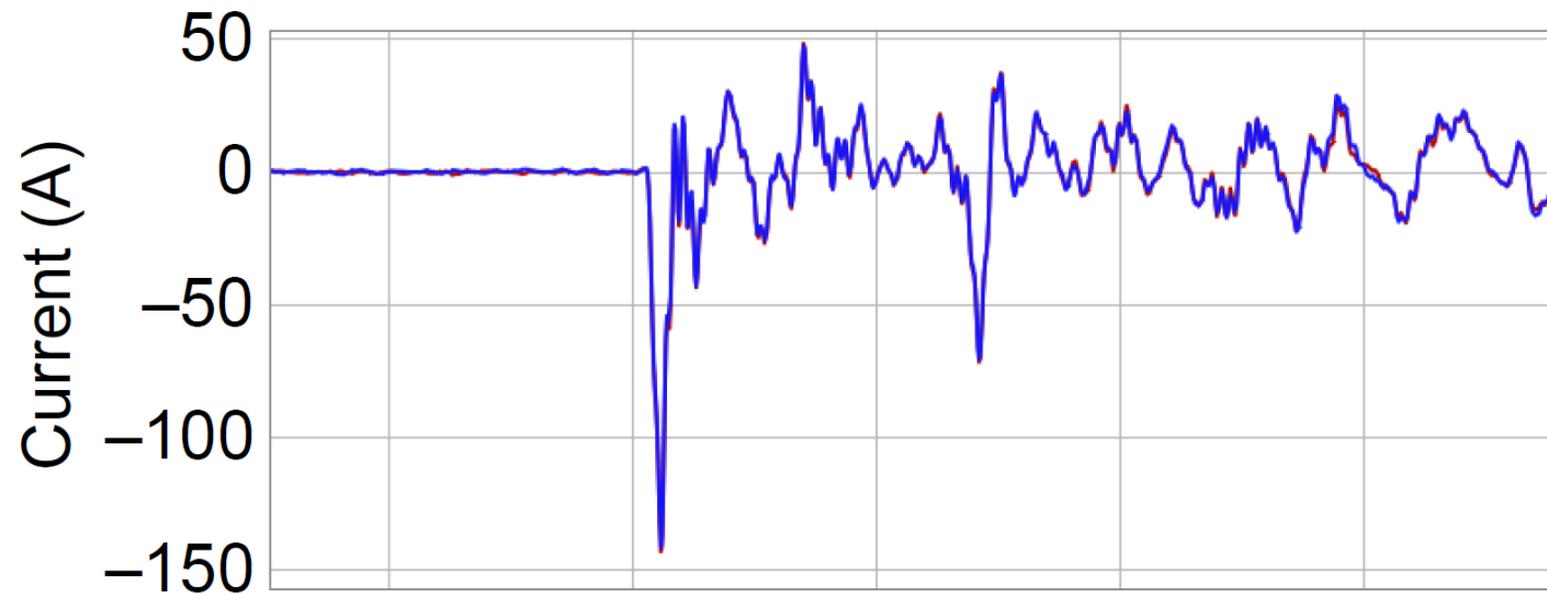
Caso 1

- 115 kV, línea de subtransmisión de 16,6 km (10,3 mi)
- Varios eventos recopilados desencadenados en el registro de oscilografías con niveles de energía muy sensibles
- Inspección manual de registros encontrados eventos recurrentes
- ¡No hay disparo de protección!
- Se localizaron los eventos mediante el método TW de un solo extremo

Misma ubicación, sin falla, fechas diferentes



Misma ubicación, sin falla, fechas diferentes



El hecho ocurrió cinco veces hasta la fecha

Inspección de la ubicación del problema

- Ubicación de la localización de los precursores registrados
- Problemas de vegetación cerca del vano entre dos torres
- Medidas correctivas: gestión de la vegetación y reevaluación del periodo de poda.

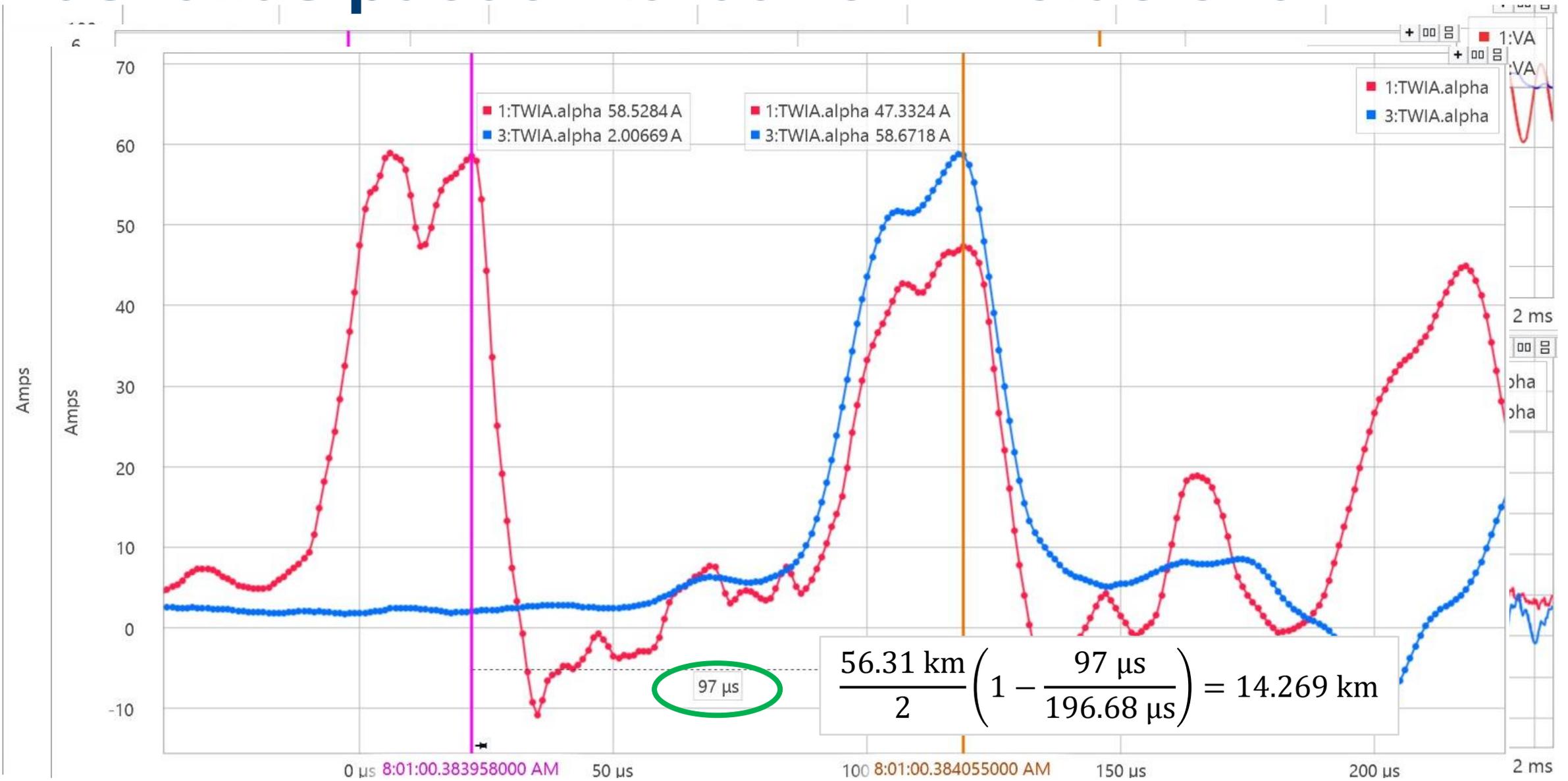
Caso 2

- Línea de 100 kV, 56.3 km (35.0 mi)
- Dos precursores detectados para una falla
- Ubicación de los precursores y la falla en el mismo punto



Photos courtesy Tata Power

Las fallas pueden tardar en Evolucionar

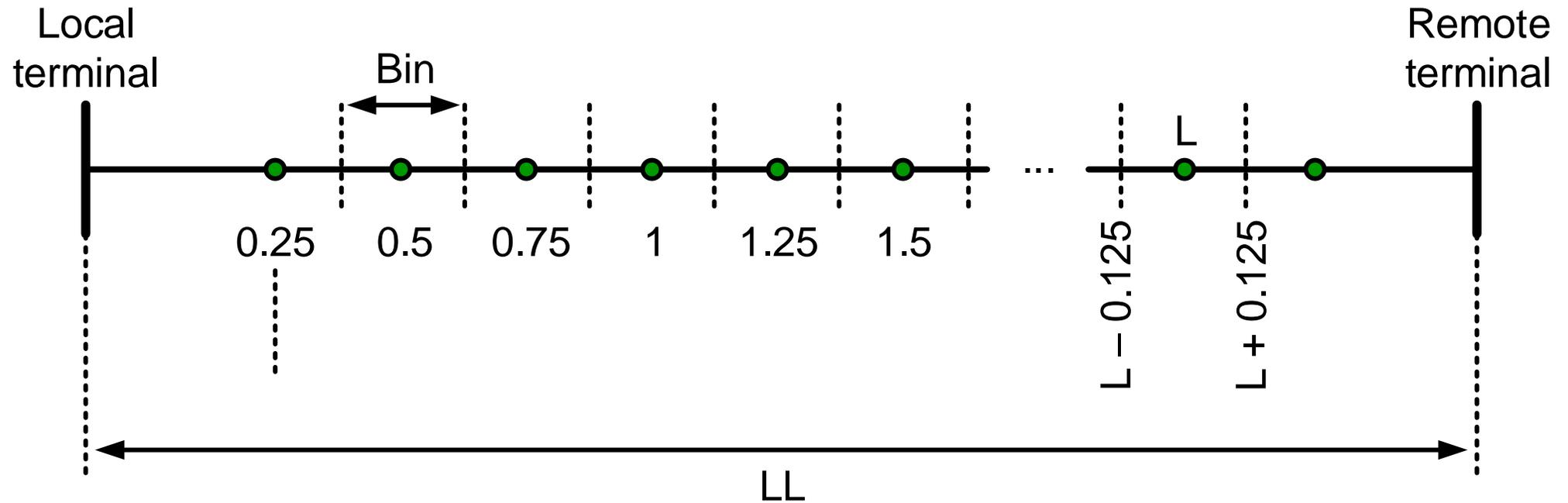


El monitor de línea cuenta los eventos de baja energía y/o falla y activa la alarma

- Activa el localizador de fallas de onda viajera de dos extremos, incluso si no se produce ningún disparo
- Calcular la ubicación del evento si no se produce ningún disparo y calcular la ubicación de la falla si se produce el disparo
- Tabular ubicaciones de eventos y/o fallas a lo largo del tiempo en tramos de 0.25 kilómetros
- Activa la alarma con alto conteo en la sección de tramos generados

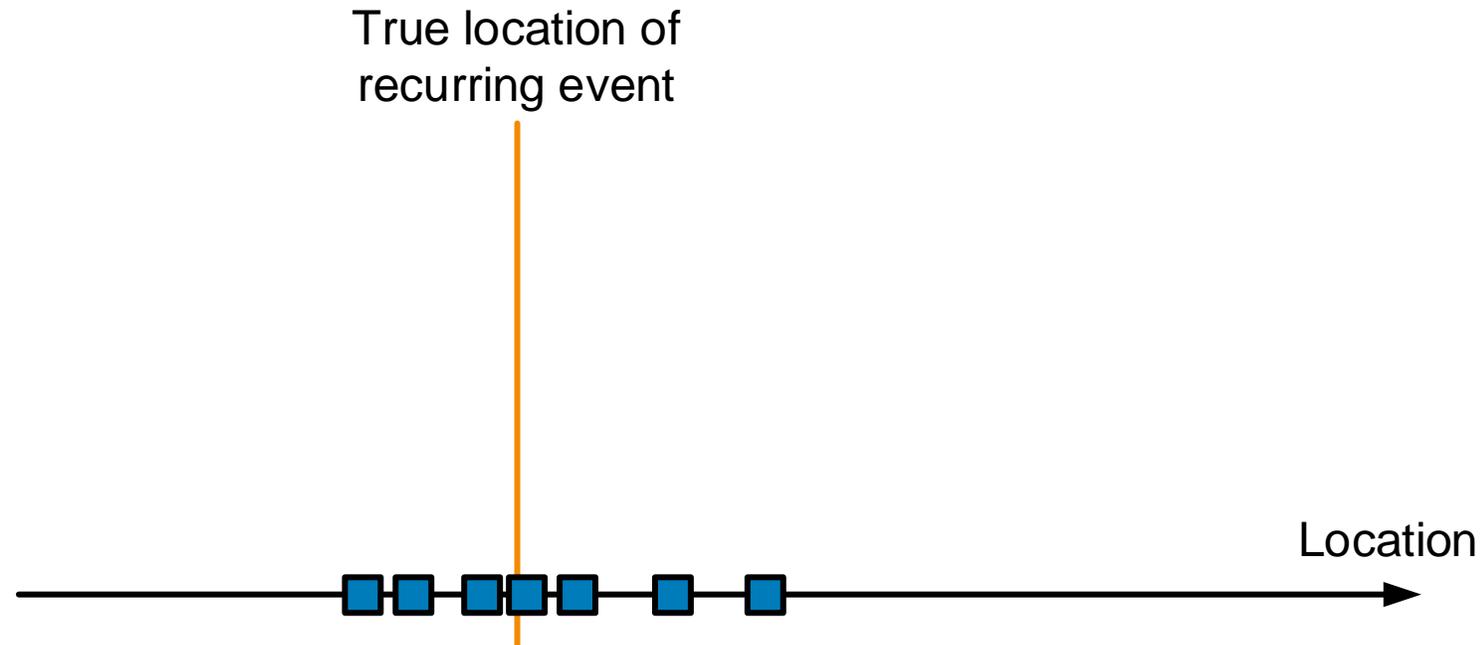
Principio de funcionamiento

Línea dividida en tramos para el conteo de eventos



Principio de funcionamiento

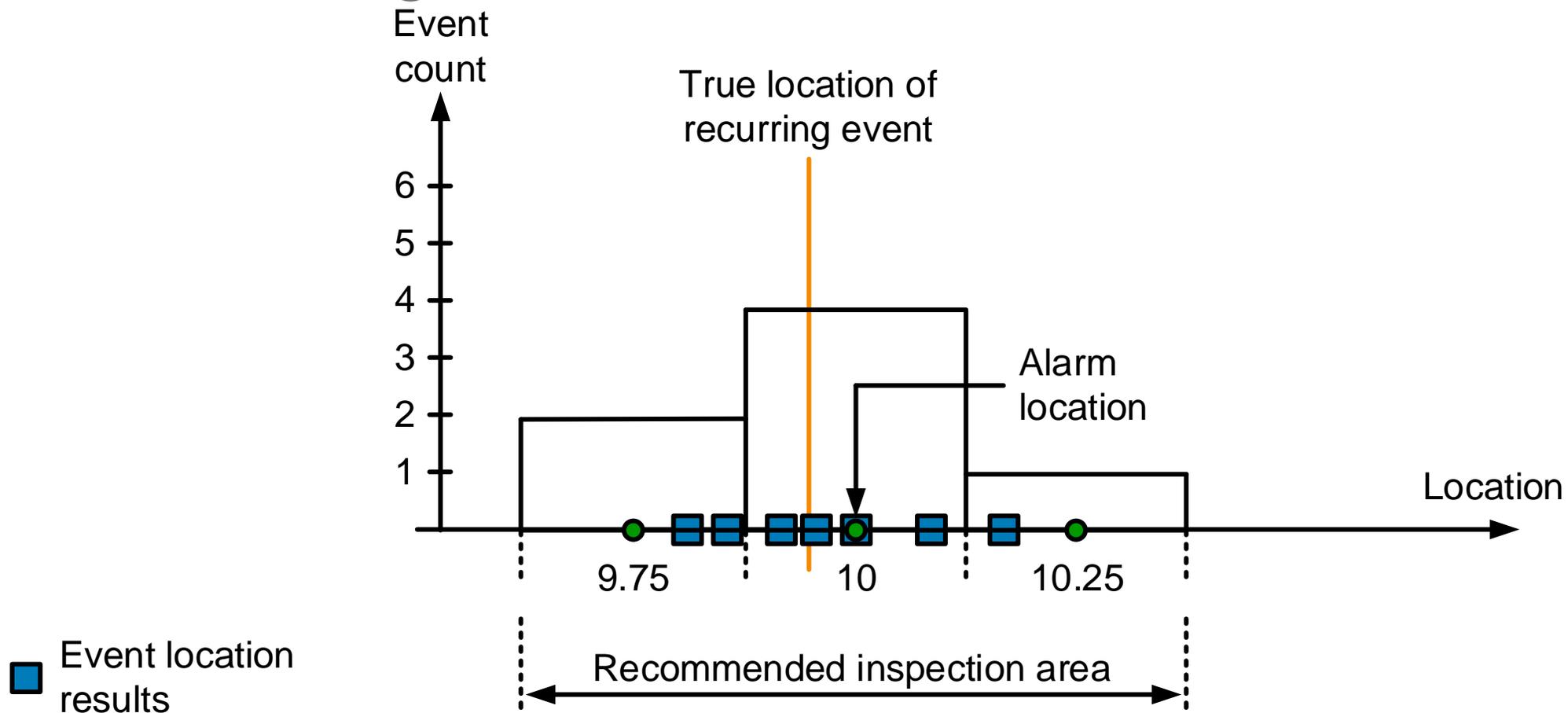
Se alarma cuando los conteos sobrepasan el umbral en cierta región



■ Event location results

Principle of operation

Se alarma cuando los conteos sobrepasan el umbral en cierta región



Mejore las operaciones con monitoreo de línea

Invasión de la vegetación

Podar la vegetación para evitar fallas

Aisladores defectuosos

Reemplazar para reducir las fallas

Aislantes Sucios

Lavar para evitar fallas

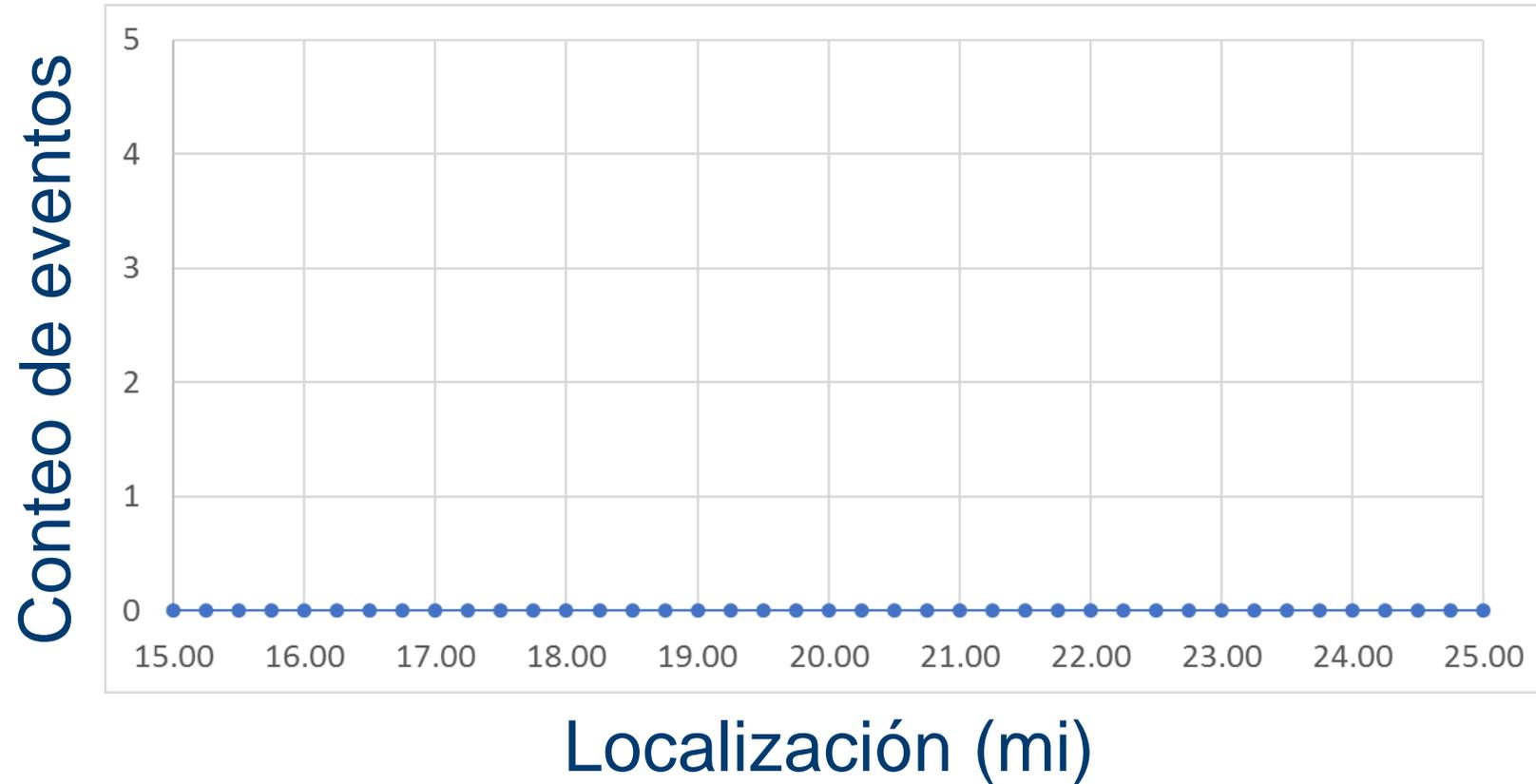
Incendios bajo las lineas

Ganar conciencia, determine la causa



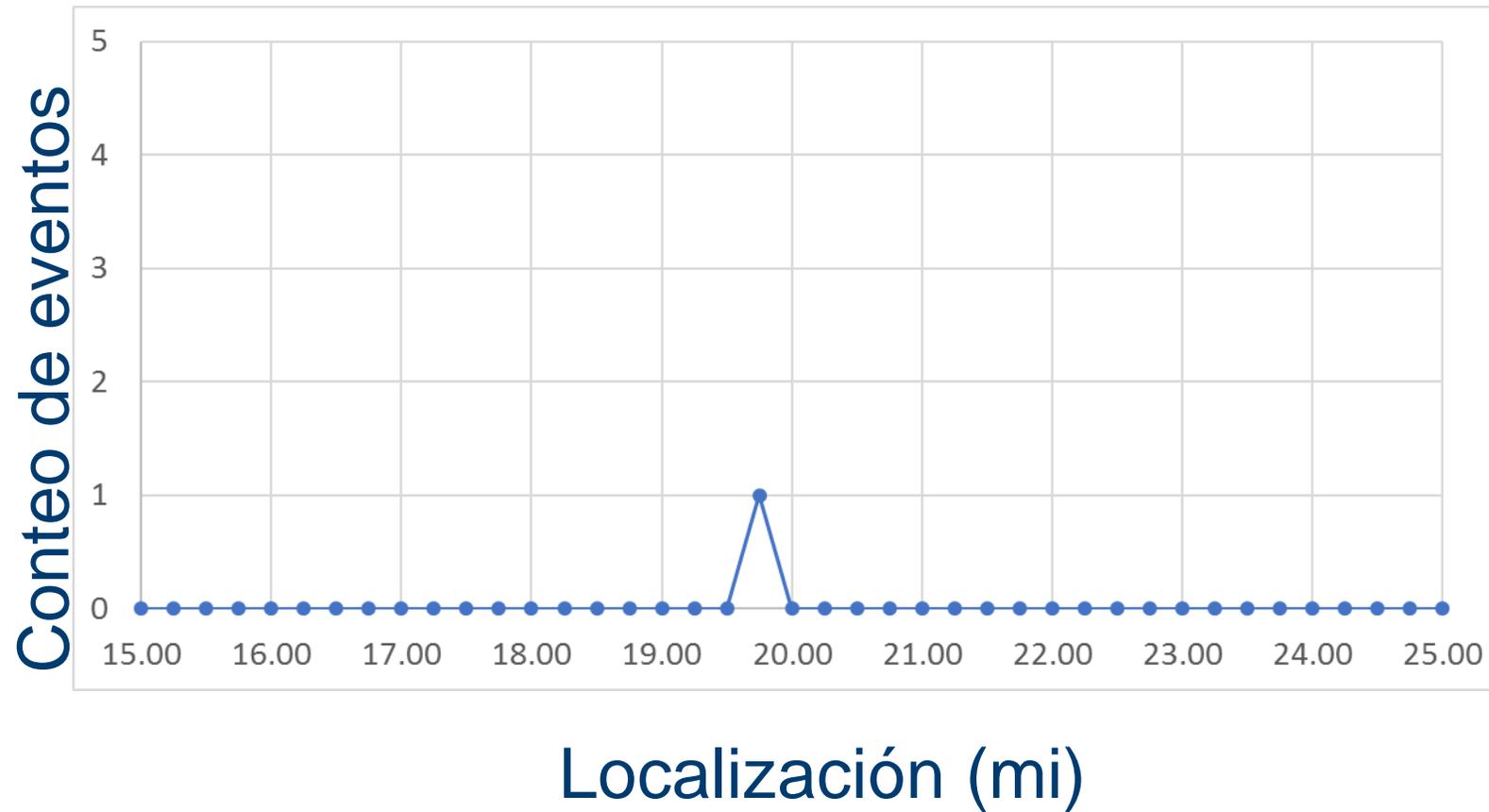
Operación de monitoreo de línea

September 12, 2018 (as installed)



Operación de monitoreo de línea

September 16, 2018



Operación de monitoreo de línea

September 17, 2018



Operación de monitoreo de línea

September 21, 2018



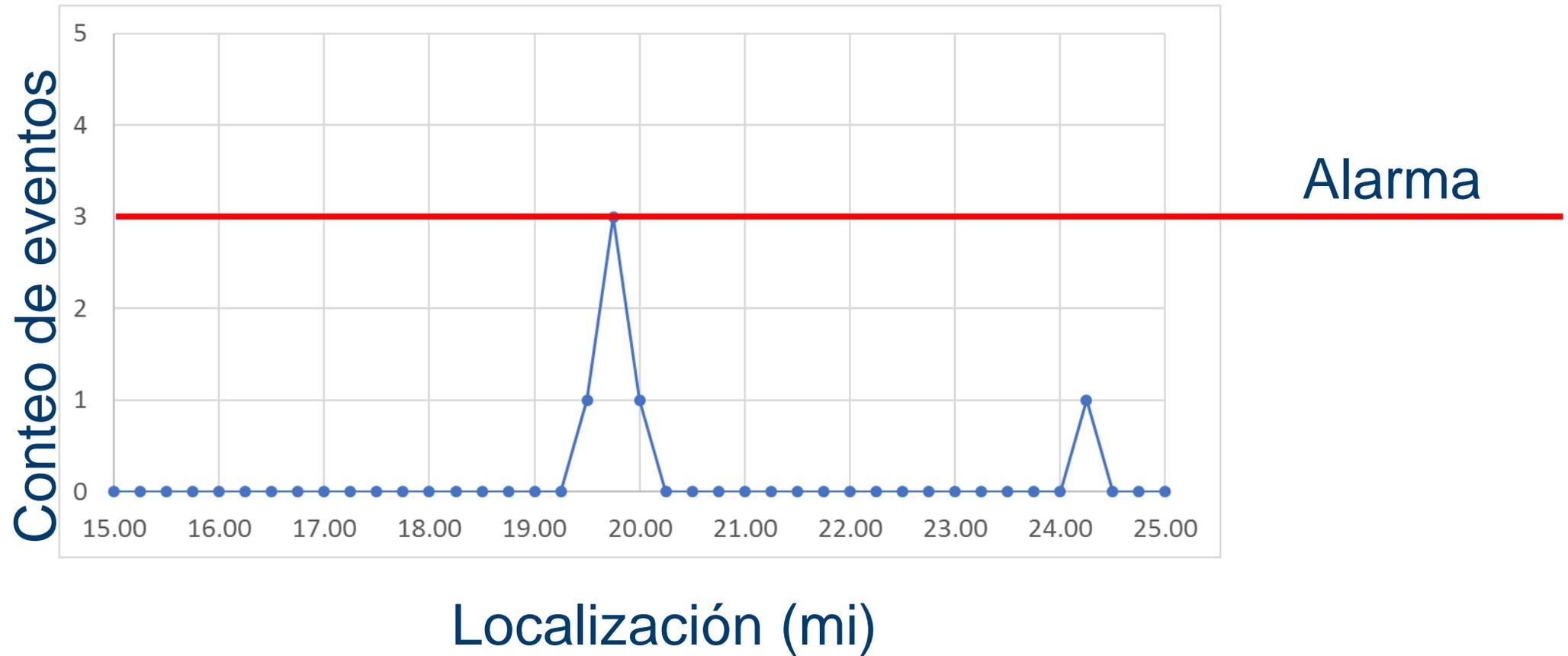
Operación de monitoreo de línea

September 23, 2018



Operación de monitoreo de línea

September 24, 2018



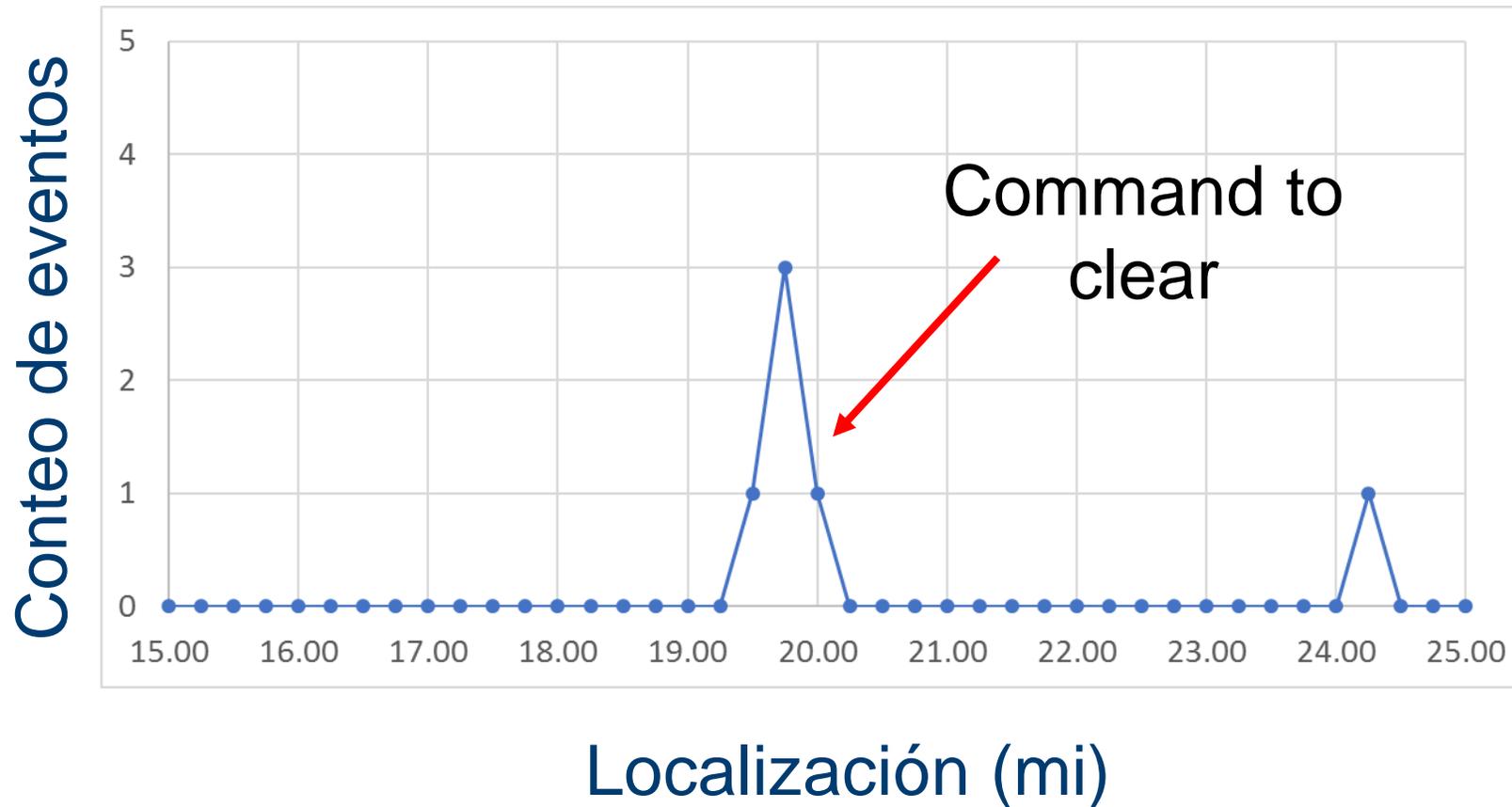
Acción

- Enviar una cuadrilla a la ubicación
- Solucionar el problema
 - Recortar vegetación
 - Lavar o reemplazar los aislantes
 - Inspeccionar cables de tierra
 - Busque signos de incendios en matorrales
- Limpiar los contadores del monitor de línea



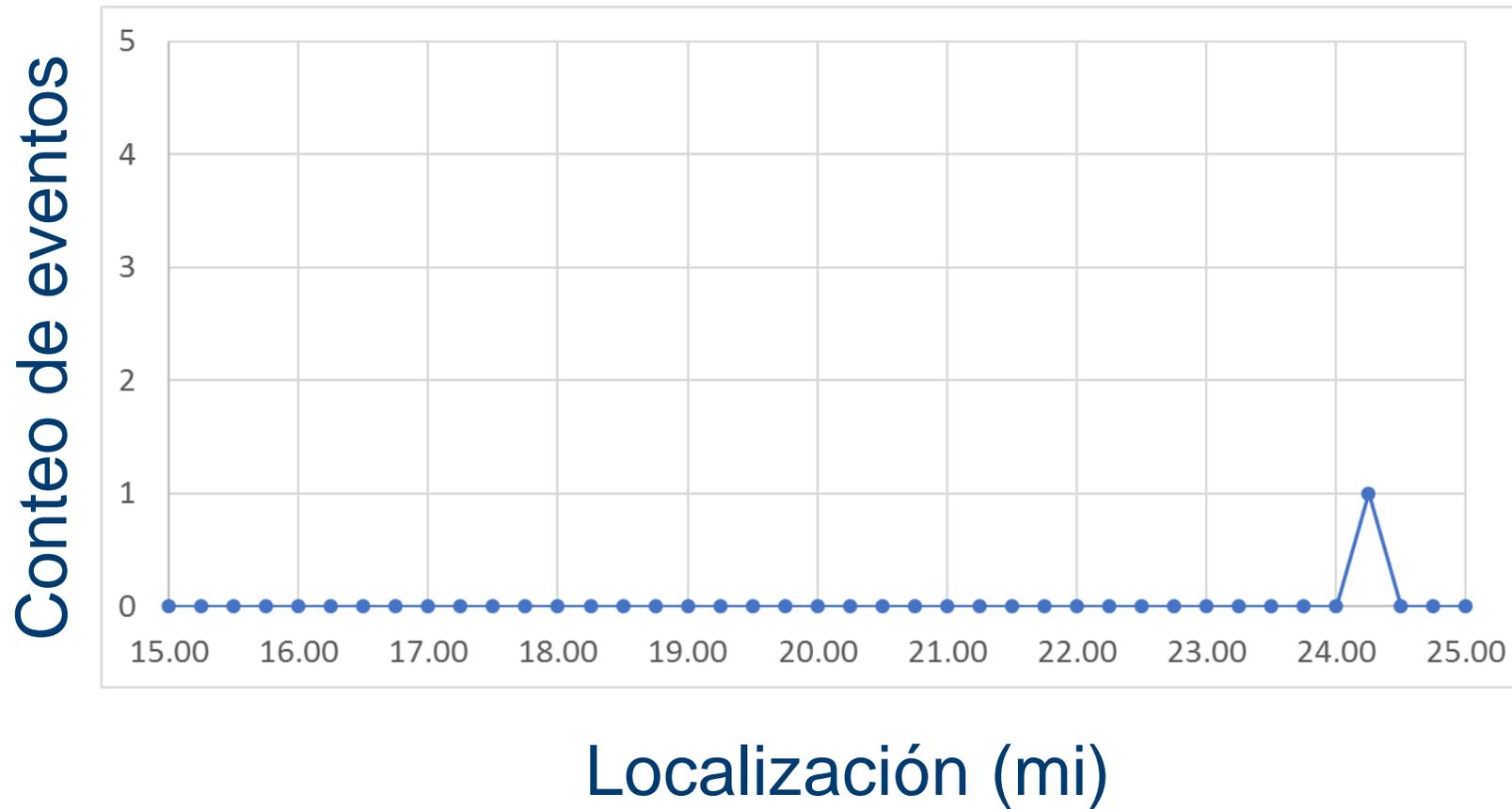
Borrar el historial después de la inspección

September 25, 2018



Borrar el historial después de la inspección

September 25, 2018 (continue)



Reporte del Monitor de línea

SEL-T400L
Station A

Date: 2021/03/02 Time: 17:00:00.000
Time Source: HIRIG
Serial Number: 1210610001

Line Monitoring History

Total number of events: 14

Location [mi]	Event Count
0.25	0
0.50	0
0.75	0
...	
29.50	0
29.75	2
30.00	7
30.25	1
30.50	0
30.75	0

Line Monitoring Log

#	LMEVE_Time	Type	Location [mi]	TW_Time_Local	TW_Time_Remote	Count
10051	2021/03/02,16:25:02.1289	F	30.020	2021/03/02,16:25:02.079049957	2021/03/02,16:25:02.079264546	7
10050	2021/03/02,16:23:42.7439	LE	30.020	2021/03/02,16:23:42.693754875	2021/03/02,16:23:42.693969465	6
10049	2021/03/02,16:22:11.3369	LE	30.070	2021/03/02,16:22:11.286928747	2021/03/02,16:22:11.287142791	5
10048	2021/03/02,16:20:01.6440	LE	30.056	2021/03/02,16:20:01.594378406	2021/03/02,16:20:01.594592603	4
10047	2021/03/02,16:18:48.6860	LE	30.081	2021/03/02,16:18:48.635777600	2021/03/02,16:18:48.635991527	3
10046	2021/03/02,16:18:08.1919	LE	30.081	2021/03/02,16:18:08.142288456	2021/03/02,16:18:08.142502381	2
10045	2021/03/02,16:17:12.6179	LE	30.061	2021/03/02,16:17:12.567703227	2021/03/02,16:17:12.567917372	1
10044	2021/03/02,16:16:23.7479	LE	29.766	2021/03/02,16:16:23.698357319	2021/03/02,16:16:23.698574635	2
10043	2021/03/02,16:15:25.9730	LE	29.765	2021/03/02,16:15:25.922503175	2021/03/02,16:15:25.922720494	1

Monitor de las fallas transitorias

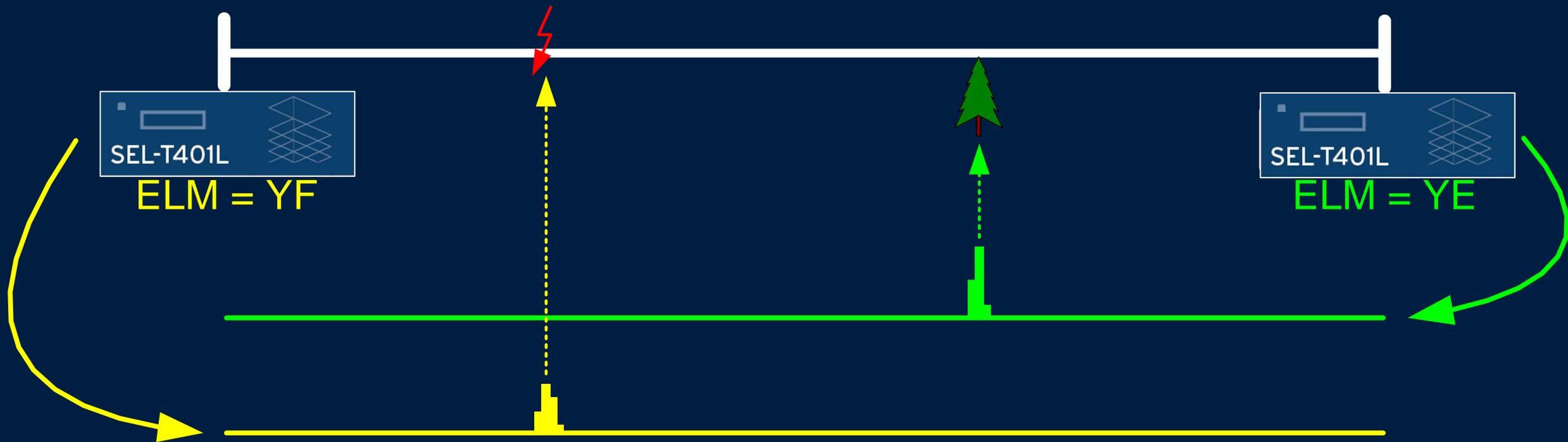
- Recierres exitosos pueden enmascarar problemas en las líneas
- Monitoree las líneas con fallas transitorias recurrentes



Monitor de falla y eventos transitorios

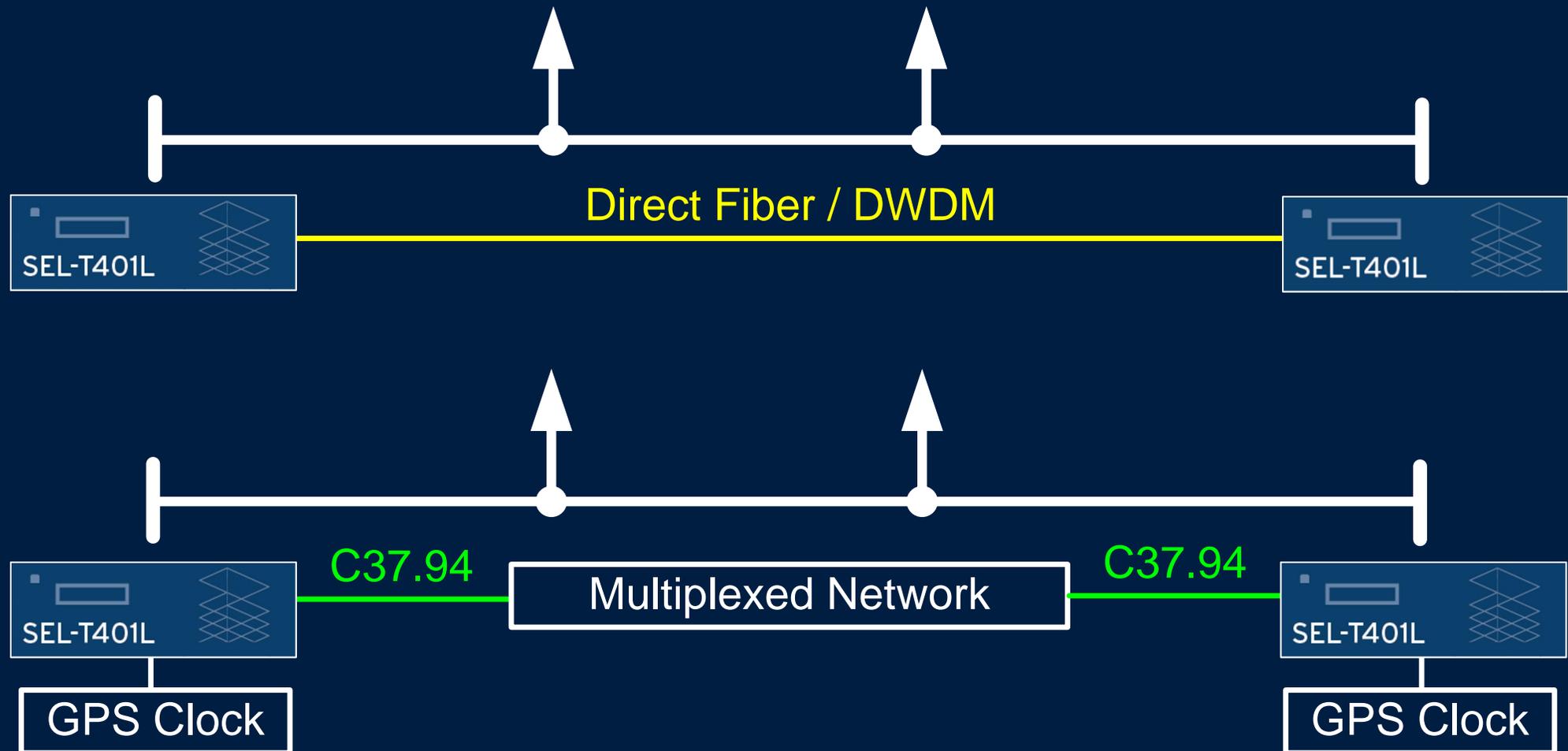
Protección
antigalope
insuficiente

Invasión de
vegetación



SEL-T401L Monitor de línea

Requisitos de canal



Ajustes del Monitor de Línea

Line Monitor

ELM Enable Line Monitoring

Y YE YF N

LMALARM Line Monitoring Alarm Threshold

Range = 1 to 200

Blocking Region 1

LMBL1 Line Monitoring Blocking Location 1 (mi)

Range = 0.00 to 100.00, OFF

LMBR1 Line Monitoring Blocking Location 1 Radius (mi)

Range = 0.00 to 10.00

LMALRM1 Line Monitoring Blocking Region 1 Alarm Threshold

Range = 1 to 200

Blocking Region 2

LMBL2 Line Monitoring Blocking Location 2 (mi)

Range = 0.00 to 100.00, OFF

LMBR2 Line Monitoring Blocking Location 2 Radius (mi)

Range = 0.00 to 10.00

LMALRM2 Line Monitoring Blocking Region 2 Alarm Threshold

Range = 1 to 200

El monitor de línea es fácil, intuitivo y sencillo de usar

- Está integrado en el relé (no se requiere software o equipo adicional)
- Simple, intuitivo y fácil de usar
- Trabaja sobre la fibra directa, y canal multiplexado IEEE C37.94
- Monitorea y alarma en eventos de baja energía, fallas o ambas
- Tiene alarmas separadas para línea y derivaciones

¿Preguntas?

Correo: milton_alcos@selinc.com

Celular: +57 3153200552