

Impacto de Trip Savers en Sags

Escrito por Adonay Juárez Moraga B740471 & Yexon Espinoza Carvajal A92241, 2025-06-15.

SINOPSIS

El documento analiza el efecto de los dispositivos TripSaver (reconectores monofásicos automáticos) sobre la calidad del servicio eléctrico, especialmente en relación con las perturbaciones de tensión conocidas como **Sags**. Estos dispositivos interrumpen y reconectan automáticamente el suministro ante fallas temporales, mejorando la continuidad del servicio, aunque pueden generar más Sags.

TRIPSAVER

El TripSaver se define como un elemento reconectador monofásico de montaje en cortacircuito, diseñado para su instalación directa en lugar de fusibles convencionales en redes de distribución secundaria. Su función principal es interrumpir automáticamente el suministro eléctrico ante fallas temporales y restablecerlo posteriormente si la falla desaparece, sin requerir intervención manual ni reemplazo de fusibles, mejorando con esto los índices de continuidad del servicio.

Este dispositivo combina las características de un reconectador y un cortocircuito, opera con una lógica de reconexión interna que le permite realizar múltiples intentos de cierre ante fallas pasajeras o temporales, reconectando el servicio eléctrico si la falla desaparece o desconectándolo permanentemente en caso de persistir. Su diseño autoalimentado y su facilidad de instalación lo hacen una opción muy eficiente para reducir la duración y la frecuencia de las interrupciones, así como la reducción de los costos operativos, principalmente en zonas rurales, reduciendo el número de cuadrillas desplazadas a atender la avería.

SAGS

Los SAGS son reducciones breves en la magnitud de la tensión eléctrica de una red, típicamente entre un 10% y un 90% del valor nominal. Tiene una duración que va desde medio ciclo hasta varios segundos, pero generalmente su duración no excede de un minuto.

Puede ser causado por cortocircuitos o fallas en la línea de distribución, por un incremento súbito de la carga como el arranque de motores grandes, por la rayería, por conmutaciones de algunos elementos del sistema eléctrico.

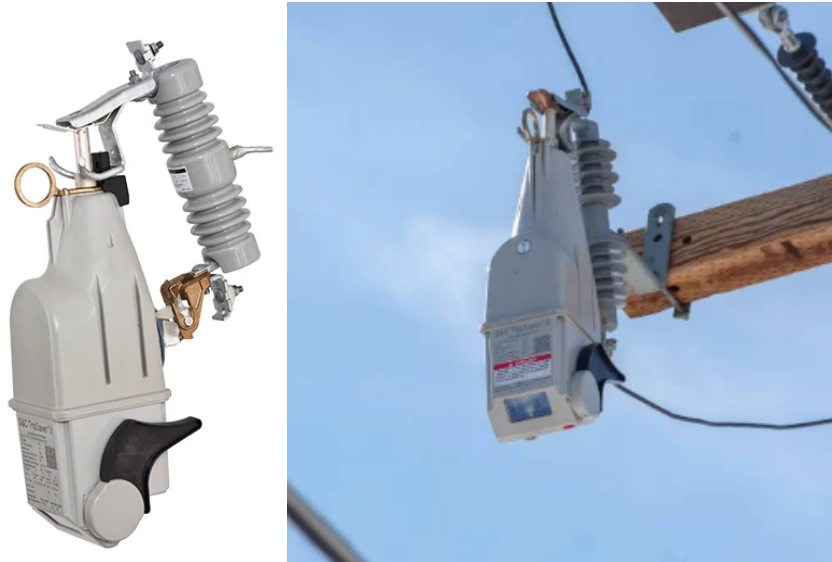


Figura 1: Imagen de un TripSaver de la marca S&C Electric Company

¿CÓMO IMPACTAN LOS TRIPSAVER EN LOS SAGS?

En [2] se aplica un algoritmo genético para evaluar cómo la ubicación de los *Reclosers* afectan tanto la continuidad del servicio eléctrico, como la ocurrencia y propagación de Sags. Se muestra que cada intento de reconexión de un *recloser* genera un Sag y que estos a su vez pueden tener un impacto económico significativo en algunos procesos industriales que utilizan cargas sensibles como en los data centers. El estudio concluye que los TripSaver son eficaces en la reducción de interrupciones prolongadas, pero que si no se ubican correctamente y de manera óptima, estos pueden generar un aumento considerable en la frecuencia de los Sags en sectores sensibles.

En [5] se hace una serie de simulaciones eléctricas orientadas a cuantificar el impacto de elementos de protección como TripSaver y fusibles en la generación de Sags. Se demuestra que cada operación de un Recloser produce un Sag y que estos pueden propagarse a otras fases no afectadas directamente, afectando cargas no involucradas en la falla original. El problema o efecto se ve amplificado cuando los diferentes dispositivos de protección no están bien coordinados o cuando hay múltiples intentos de reconexión, como es el caso de los TripSaver que hacen hasta cuatro intentos.

En [3] se hace un estudio de cómo los parámetros de configuración de los Reclosers, como el número de intentos de reconexión, la secuencia de tiempos y el tipo de operación (rápida o retardada), afectan la calidad de la energía. Se concluye que efectivamente un mayor número de operaciones rápidas en Reclosers tienen un efecto directo en el aumento en las perturbaciones de tensión como Sags de corta duración, pero que se reduce el número de interrupciones permanentes. Se propone un modelo estocástico que busca encontrar la configuración óptima del Recloser, equilibrando la confiabilidad de la red y reduciendo los impactos negativos en su

calidad de la energía. Se concluye que debe establecerse un número moderado de intentos de reconexión y una secuencia cuidadosamente ajustada.

En [4] se hace un estudio del impacto de distintas configuraciones de diferentes dispositivos con Reclosers y seccionadores en una red de distribución. Se encuentra que el uso de TripSaver, al ser un elemento monofásico, ofrece una ventaja en relación con elementos trifásicos, pues actúan directamente sobre la fase afectada evitando que las otras fases experimenten interrupciones y perturbaciones innecesarias.

En [1] se analiza el funcionamiento de los Pulse-Reclosers, que son dispositivos avanzados cuyo funcionamiento consiste en inyectar un pulso eléctrico para verificar si la falla persiste antes de ejecutar una reconexión completa, evitando cerrar el circuito en presencia de una falla activa. El análisis muestra que estos dispositivos reducen significativamente el número de Sags, sin embargo, su costo es más elevado y requieren una mayor complejidad de instalación.

En [7] se analiza la implementación de dispositivos TripSaver II en redes de distribución rurales. El objetivo es reducir las interrupciones permanentes causadas por fallas temporales, que anteriormente se resolvían con fusibles. El estudio indica que el uso de estos dispositivos en ramales monofásicos logró una reducción del 91% en SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) y SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), así como una disminución en el desplazamiento de cuadrilla a atender la avería.

En [4], [8] y [9] se hace un análisis similar a [7], pero adicionalmente se señala que el uso de TripSaver II, logró ahorros anuales de hasta \$120,000 USD en costos de mantenimiento a la compañía de distribución eléctrica Lake Region, la cooperativa COPEL tuvo una reducción de 68.1% en el SAIDI y redujo 140 viajes de las cuadrillas en 23 meses, y la compañía Pohnpei Utilities Corporation (PUC), encargada del sistema eléctrico de una isla remota con condiciones ambientales extremas, aisló 59 fallas temporales que habrían provocado interrupciones permanentes en toda la isla.

CASO REAL

Un caso real que ejemplifica el uso de dispositivos de protección en redes eléctricas se presenta en el Centro de Operaciones de la Red de Distribución (CORE) del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Este centro se encarga diariamente de gestionar y dar respuesta oportuna a las diversas averías que puedan presentarse en el sistema eléctrico nacional, garantizando así la continuidad y calidad del servicio a los usuarios.

Según reportes de operación, existen zonas de la red donde no solo predominan cargas de carácter resistivo, sino también cargas con componentes inductivos, típicos de equipos motorizados y maquinaria industrial. Esta característica hace que la red sea más sensible a perturbaciones eléctricas tales como variaciones de corriente y tensión. Además, en muchas ocasiones las fallas no provienen exclusivamente de la operación de los equipos, sino también de

causas externas e impredecibles, como el contacto de ramas de árboles con las líneas de distribución o accidentes vehiculares que involucran postes del tendido eléctrico.

Según las palabras de Sr. Julio Salas, uno de los supervisores de CORE, las gráficas registradas por estos dispositivos no son de fácil acceso, dado que dichas labores únicamente las realizan los técnicos de la zona, quienes son los encargados de extraer la información correspondiente al último evento. Sin embargo, comprendiendo el concepto de los reconectores, es posible indicar que los Trip Saver funcionan de manera similar, aunque aplicados en líneas monofásicas. Por lo tanto, para contextualizar cómo se visualizan los eventos en la plataforma del centro de control, puede presentarse el ejemplo de un reconector, considerando que este opera en tres fases, mientras que el Trip Saver permite observar el comportamiento de una sola fase en acción. (Salas, 2025)

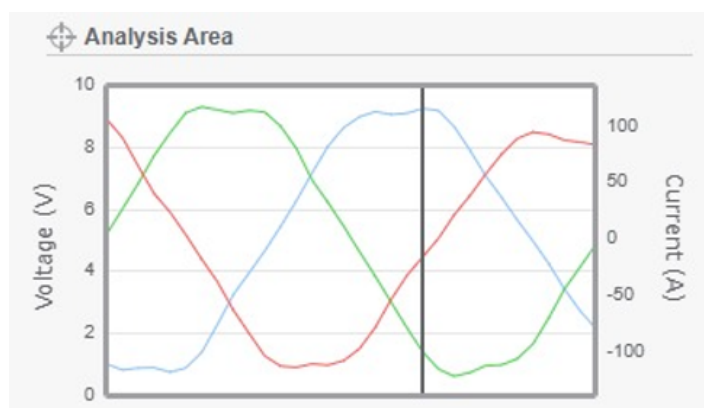


Figura 1. Comportamiento trifásico de un reconector.

En este contexto, las líneas de distribución monofásica requieren de componentes de protección clave para mantener la estabilidad y seguridad del sistema. Entre estos dispositivos se encuentra el **TripSaver**, un equipo que funciona como un reconector (recloser) automático para redes monofásicas. Su función principal es detectar fallas transitorias o permanentes y operar de manera automática sin necesidad de intervención humana inmediata.

El TripSaver está diseñado con curvas de operación que permiten hasta tres intentos de reconexión o disparo. Usualmente, al producirse una falla, el dispositivo realiza un primer disparo y evalúa si la anomalía persiste. Si la falla continúa presente, efectúa un segundo y tercer disparo, tras los cuales, si la situación no se ha normalizado, permanece en estado abierto para impedir el paso de corriente, garantizando la seguridad de la instalación y solicitando la intervención del personal técnico para su inspección y restablecimiento manual del servicio.

CONCLUSIONES

En relación al uso de TripSaver en los sistemas de distribución eléctrica se destacan las siguientes conclusiones:

1. Mejoran la continuidad del servicio eléctrico al reducir las interrupciones permanentes causadas por fallas temporales, especialmente en redes rurales.
2. Pueden generar Sags (caídas de tensión) adicionales, especialmente si se realizan múltiples intentos de reconexión o si están mal ubicados en la red.
3. La coordinación adecuada entre dispositivos de protección y una configuración óptima (número de intentos, tiempos de reconexión) es fundamental para minimizar los impactos negativos en la calidad de la energía.
4. Su uso genera beneficios económicos significativos, como menores costos de mantenimiento y menos desplazamientos de cuadrillas.
5. En redes sensibles o con cargas críticas, se debe evaluar cuidadosamente su implementación para equilibrar confiabilidad y calidad del suministro.

Referencias

- [1] Hay, R. Event Analysis of Pulse-reclosers in Distribution Systems Through Sparse Representation.
- [2] De Oliveira Perez Westin, N., Guerrero, C. A., & de Oliveira, T. C. Optimal Recloser Placement in Distribution Systems Considering Voltage Sags and Interruptions. Available at SSRN 4206680.
- [3] Azari, R. N., Chitsazan, M. A., & Niazazari, I. N. (2017). Optimal recloser setting, considering reliability and power quality in distribution networks. American Journal of Electrical Power and Energy Systems, 6(1), 1-6.
- [4] Goodin, R. E., Fahey, T. S., & Hanson, A. (1999). Distribution reliability using reclosers and sectionalisers. ABB Inc, Lake Maryu.
- [5] Kamarposhti, M. A. The study of the effect of protective devices performance on voltage sag due to distribution network faults.

- [6] S&C Electric Company. (2018, enero 29). S&C's TripSaver II Reclosers Help Rural Utility Break Its Annual Maintenance Cycle: Lake Region Electric Cooperative (Case Study No. 461-1003). S&C Electric Company.
- [7] S&C Electric Company. (2017, junio 5). Single-Phase Reclosers on Rural Distribution Lines Help Utility Improve Reliability: Energisa Minas Gerais (Case Study No. 461-1000). S&C Electric Company.
- [8] S&C Electric Company. (2024, agosto 5). Reconectadores Laterales de S&C Ayudan a una Compañía Eléctrica a Cumplir con los Requerimientos de las Regulaciones Brasileñas: COPEL (Caso Práctico No. 461-1005S). S&C Electric Company.
- [9] S&C Electric Company. (2022, mayo 2). Island Nation Enhances System Reliability With Cutout-Mounted Reclosers. (Caso Práctico No. 461-1010). S&C Electric Company.