

Fallas a tierra Monofásicas: soluciones usando reconectores para satisfacer los requerimientos de las redes modernas

1. Introducción

La introducción del relé de protección con microprocesador dentro del controlador de los reconectores ha permitido la introducción de un significativo número de características y funciones de protección. Paralelo a estas mejoras, el reconector se ha convertido en un interruptor extremadamente confiable que opera en un tiempo significativamente más rápido basándose en el uso de tecnología actual de un interruptor de vacío junto al actuador magnético optimizado. La combinación de estos dos componentes en una misma solución permite nuevas capacidades que pueden ser usadas para resolver un gran número de problemas que las compañías eléctricas experimentan en sus redes eléctricas hoy en día.

Por ejemplo, una de las tantas áreas en las que los reconectores pueden contribuir significativamente son las fallas a tierra. Los sistemas de puesta a tierra se basan en reducir el riesgo asociado a una falla monofásica a tierra mientras se mantiene la continuidad en el suministro a los usuarios por el mayor tiempo posible o por lo menos el suficiente para permitirle a las compañías eléctricas localizar la falla. El enfoque de fallas a tierra y aterramiento de neutros tiene un impacto en seguridad, calidad del suministro, complejidad operacional y continuidad del suministro [1].

Existen cinco grandes sistemas de puesta a tierra en instalaciones de MV: neutro aislado, puesta a tierra con resistencia, puesta a tierra con reactancia, puesta a tierra con bobina de Petersen y puesta a tierra directa. Cada tipo de sistema de puesta a tierra tiene sus ventajas y desventajas. El uso de un sistema de puesta a tierra específico generalmente depende del tipo de red eléctrica, los requerimientos de seguridad y las normas locales. Si relacionamos esto con el hecho de que el 70-80% de las fallas son transitorias, las fallas a tierra representan entre el 70-80% de todas las fallas y el 83.5% de las fallas a tierra en redes MV son transitorias [2], por lo que es posible obtener ventajas significativas usando la metodología correcta en prácticas de puesta a tierra junto a las capacidades de las tecnologías de hoy en día. Este artículo resalta algunas de las ventajas principales que los reconectores pueden proporcionar basándose en los diferentes tipos de sistemas de puesta a tierra en conjunto con diferentes técnicas que se usan para mantener el suministro después de que ocurra una falla a tierra.

2. Contribución de los Reconectores en la puesta a tierra en subestaciones

El tipo de sistema de puesta a tierra que se utiliza en una subestación generalmente depende de los requerimientos de seguridad personal, prevención de incendios y reducción de costos. Por ejemplo, en muchos países de Europa se usan bobinas de extinción de arco que se conectan al neutro del transformador para limitar la corriente capacitiva de falla a tierra que fluye cuando una falla a tierra ocurre en una red de media o alta tensión. Dicha bobina se conoce como bobina de Petersen. La principal ventaja de este tipo de aterramiento, usando la bobina de Petersen, es que en la mayoría de los casos el sistema se auto-recupera, ya que el arco se extingue sin ninguna intervención del sistema de protección. La segunda ventaja principal es la posibilidad de continuar la operación de la red durante una falla a tierra. Como consecuencia, esto reduce el número de interrupciones del suministro de energía a los clientes. Desafortunadamente, sostener el suministro bajo condiciones de falla a tierra puede resultar en tensiones de paso las cuales pueden causar problemas de seguridad, o en el caso de condiciones ambientales secas como en Australia, podría resultar en incendios forestales. Otro problema común se encuentra asociado con el uso creciente de cables donde la reincidencia de fallas puede resultar en la creación de una falla multi-fase o a lo largo del país [3].

2.1. GFN

El Neutralizador de Falla a Tierra (GFN por sus siglas en inglés) es uno de los métodos para ayudar a reducir estos problemas. Este método es mucho más rápido que los sistemas de protección tradicionales basados en disparos del alimentador. El método baja la corriente prácticamente a cero en alrededor de 60 ms, sin abrir el alimentador. El GFN mide constantemente la admitancia derivada durante condiciones normales. Un cambio detectado en la red desencadena un nuevo cálculo de admitancias de secuencia cero en las tres fases. Cuando ocurre una falla a tierra estas admitancias cambian y permiten que el GFN compense la condición de falla (corriente activa y reactiva). La corriente de falla a tierra, la fase de falla y el alimentador de la falla son calculados por el GFN [1]. La figura 1 proporciona un ejemplo de un GFN instalado en una subestación de distribución.

2.2. Conexión a tierra de fase en falla

El aterramiento de fase en falla monitorea los tres voltajes de fase a tierra y el voltaje de desplazamiento del neutro. Cuando detecta una falla a tierra, el sistema conecta a tierra la fase de la falla en el alimentador de la subestación. Esto desvía una alta proporción de la corriente de falla a tierra del lugar de la falla, minimizando así la probabilidad de que ocurran problemas de seguridad causados por tensiones de paso o la creación de un incendio debido a un arco.

Por ejemplo, la probabilidad de ocurrencia de un incendio con 4.2 amps y una duración de arco de menos de 70ms es insignificante [4]. La figura 2 indica un ejemplo del flujo de corriente en una red cuando se presenta una falla a tierra. La figura 3 muestra el flujo de corriente después de que se conecta la fase de falla a tierra en la subestación. Las corrientes se re direccionan a través de la fase a tierra a la subestación.

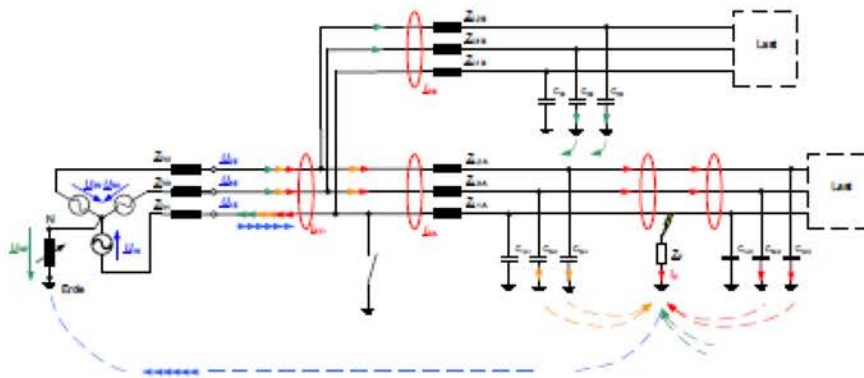


Figura 2: Flujos de Corriente Ocasionados por la Falla de la Fase a Tierra [3]

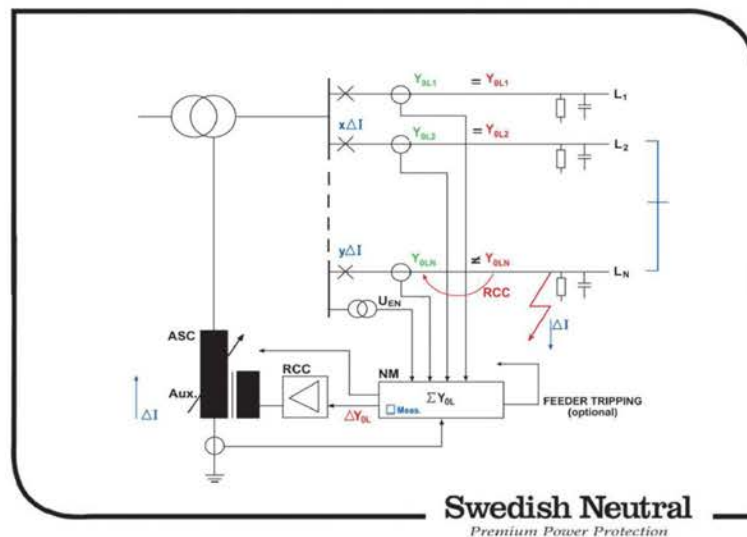


Figura 1: Esquema de una subestación de distribución con el Neutralizador de Falla a Tierra GFN instalado [6]

La corriente de falla resultante cuando el GFN está operando bajo condiciones de falla a tierra puede estar en el orden de 0.2A [1] o menos. Basándose en este nivel de corriente de falla la ubicación actual de la falla puede ser difícil de identificar. Para asistir en la detección de la ubicación de la falla, el GFN puede modificar gradualmente su característica de compensación por cortos periodos de tiempo para incrementar la tensión a un nivel que produzca una corriente de falla, la cual pueda ser detectada por los equipos en el alimentador y asegurar que el voltaje de secuencia cero (V_0) no exceda un valor que pueda convertirse en un problema de seguridad o que pueda causar un incendio.

*Los reconectores que proporcionen un algoritmo adecuado pueden ser usados para detectar si la falla ocurrió a través de ese equipo en específico. La información resultante es retroalimentada por todos los reconectores en todos los alimentadores suministrados desde la subestación compensada con GFN para proporcionar una ubicación más precisa de la fase en falla.

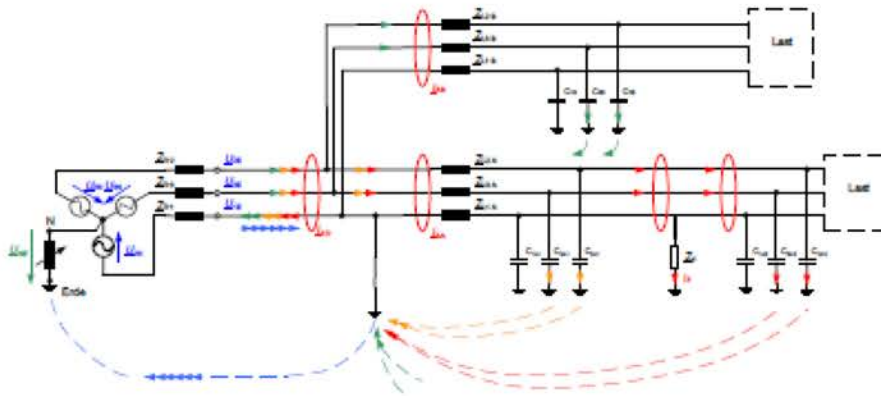


Figura 3: Flujos de Corriente Re direccionados con la Falla en la Fase a Tierra [3]

El uso de un reconectador para llevar a cabo la conexión a tierra de la fase en falla proporciona grandes ventajas:

- El reconectador puede contener los algoritmos que se requieren para detectar una falla de fase a tierra y posteriormente cerrar la fase en lugar de requerir un relé de protección individual.
- El reconectador es adecuado para corrientes de corto circuito en el caso de una falla de fase cruzada.
- En el caso de interruptores más elaborados, para evitar la bobina de Petersen o NER, dependiendo de los requerimientos de la red para detección de fallas, una señal de control se puede proporcionar directamente al reconectador para tomar las acciones necesarias.

El beneficio resultante es una solución rentable y flexible que se puede optimizar para proporcionar los resultados requeridos. La figura 4 proporciona un ejemplo de un reconectador Mono-Tripolar de NOJA Power utilizado para conexión de fase a tierra en una subestación en Australia.



Figura 4: Reconectador Mono-Tripolar utilizado para la conexión a tierra de la Fase de Falla en una Subestación en Australia

2.3 Conmutación Neutro Tierra

SCHOLTZ JP [2011, 52] indica que en una red a tierra sólida o de baja resistencia es probable que el interruptor del alimentador sea disparado por la mayoría de fallas a tierra transitorias ya que el arco puede no extinguirse debido a las altas corrientes de falla. También indica que la combinación de una red conectada a tierra con baja resistencia y las ventajas de una red sin conexión a tierra, convirtiendo temporalmente dicha red existente en una red sin conexión a tierra tras la detección de una falla a tierra podría tener ventajas sustanciales. SCHOLTZ JP ha mostrado en pruebas de campo que la desconexión de la conexión neutro a tierra de la alimentación del transformador de MV y convertir temporalmente la red de baja resistencia a tierra, a una red sin conexión a tierra, permitirá que las fallas a tierra transitorias sean despejadas sin necesidad de disparar el interruptor de alimentación. Si la falla se soluciona dentro del tiempo en que la red está sin conexión a tierra, no habría interrupciones en el suministro a los clientes.

SCHOLTZ JP indica que el interruptor del circuito en la conexión neutro a tierra se usa para detectar la falla a tierra y luego abrir instantáneamente en el orden de 60ms, proporcionando así la red sin conexión a tierra. El interruptor del circuito se mantendrá abierto por un tiempo configurable por el usuario, en el orden de 2 a 10 segundos y luego se cerrará. En esta etapa, cualquier falla de arco normalmente habrá tenido tiempo de extinguirse.

Cuando el interruptor del circuito se cierra debe permanecer cerrado por un determinado periodo de tiempo para permitir que la protección normal pueda operar en el caso de que la falla a tierra no se haya solucionado durante el periodo en el que la red está sin conexión a tierra. En esta aplicación, la conmutación neutro tierra se puede implementar fácilmente con el uso de un reconectador que proporcionara la capacidad de re cierre, requerimientos de velocidad, valores de voltaje y capacidad de protección dentro de un solo paquete.

2.4. Aterramiento de fase en falla en el poste

Como se discutió en la sección 2.2 la fase en falla puede ser conectada a tierra en la subestación para desviar una alta proporción de la corriente de falla a tierra de la ubicación de la falla con el fin de minimizar la probabilidad de que ocurran problemas de seguridad debido a tensiones de paso o la creación de un incendio debido a un arco. Desafortunadamente en circunstancias de longitudes de alimentación muy largas, el acoplamiento capacitivo de las fases puede inducir suficiente voltaje a la fase en falla y nuevamente crear un ambiente peligroso. Una solución a este problema es proporcionar la capacidad de conexión a tierra de la fase en falla en la forma de un reconectador posicionado adecuadamente a lo largo de la longitud del alimentador. El reconectador podrá monitorear el estado de cada una de las fases a tierra y si el voltaje supera un umbral específico y requerimientos de tiempo, el reconectador conectara la fase en falla a tierra eliminando el potencial de alto voltaje generado por la larga distancia del alimentador.

3 Resumen

Este artículo ha resaltado algunos de los muchos ejemplos en donde los reconectores pueden ser usados para proporcionar una solución integrada a una serie de técnicas que se están desarrollando para mejorar la continuidad en el suministro después de la ocurrencia de una falla de fase a tierra. Los valores de voltaje, la actual capacidad de operación del interruptor, capacidad de recierre, tiempos de operación rápidos y una amplia gama de características de protección hacen que sea una solución completa para ambientes interiores y exteriores.

4 Referencias

[1] Borland, H., "MV arc suppression with faulted phase earthing and selective tripping on heavily asymmetric networks ", Developments in Power System Protection (DPSP 2014), 12th IET International Conference, March 31 2014-April 3 2014.

[2] Diskin, E., "Networks Smart Automation", ESB Networks, Eurelectric Smart Grid Academy, 13 May 2013.

[3] Druml, G., Schegner, P., Fickert, L., And Schlömmer, M., "Advantages Of The New Combination: Petersen-Coil And Faulty-Phase-Earthing", CIRED 23rd International Conference on Electricity Distribution Lyon, 15-18 June 2015.

[4] Coldham, D., Czerwinski, A., and Marxsen, T., "Probability of Bushfire Ignition from Electric Arc Faults Final Report", Final Report Report No: HLC/2010/195, December 2011.

[5] Scholtz, Jp., "Improved Transient Earth Fault Clearing On Solid And Resistance Earthed Mv Networks", Department Of Electrical Engineering University Of Cape Town March 2011.

[6] Winter, K., "The Ground Fault Neutralizer A Novel Smart Grid Protection", Swedish Neutral AB, Sweden Mauro Silvera, 2012