

Transformador Zig-Zag en Redes de Distribución Aisladas

Israel Terceros Vidal

Departamento de Estudios de Sistemas

israel.terceros@endetransmision.bo

ENDE TRANSMISION S.A.

Resumen

Este artículo tiene por objeto, establecer la importancia de aterrizar los sistemas de distribución para una oportuna detección de fallas y un mejor control de las sobretensiones temporales.

1. Introducción

Los sistemas eléctricos de distribución son de vital importancia para los hogares e industrias, los mismos tienen que cumplir criterios de confiabilidad establecidos dependiendo la importancia del consumidor final.

Las redes de distribución en el casco urbano de las ciudades de Bolivia eran de neutro aislado, conforme el paso del tiempo, se evidenció en estas redes aisladas, múltiples accidentes del personal por choques eléctricos [1] y la falla permanente de los equipos por daño en la aislación de los mismos.

2. Objetivo

Mostrar las bondades de un transformador Zig-Zag para evitar Sobrevoltajes y poder implementar reles protección de sobrecorrientes a tierra que permitan garantizar el despeje selectivo de un alimentador, limitando también, la corriente de falla a un valor definido por la soportabilidad de las instalaciones utilizando.

3. Sistemas Aislados de Tierra

Los sistemas aislados de tierra son sistemas de energía aéreos o subterráneos que solamente tienen instalados los cables de fase sin conexión a tierra.

Un sistema con el neutro aislado de tierra no provocará la operación de las protecciones ante una falla a tierra, esto debido a las bajas corrientes que se presentan ante una falla, siendo esta una ventaja y la razón por lo que es utilizado frecuentemente en plantas industriales donde requieren una alta continuidad del servicio para minimizar las interrupciones de los costosos procesos de producción.

Si bien no fluye suficiente corriente para causar daños en los equipos, proporciona suficiente corriente para crear un problema de sobrevoltaje debido a la forma particular en que operan las fallas a tierra intermitentes

en sistemas sin conexión a tierra.

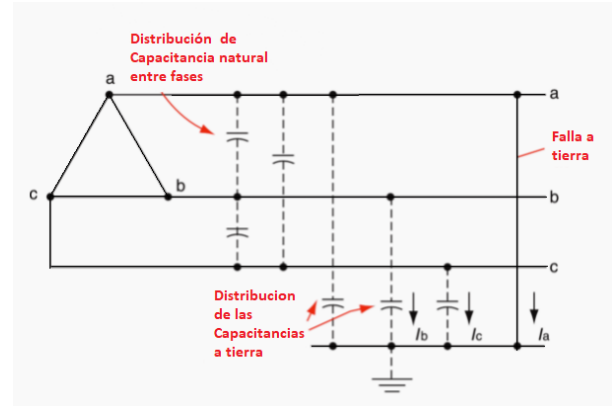


Fig.1: Capacitancias en un sistema aislado.

Las capacitancias que aparecen ante una falla a tierra, llegan a ser parte del circuito, el cual ya tiene inductancias y resistencias debido a los cables que contiene el circuito. (fig. 2)

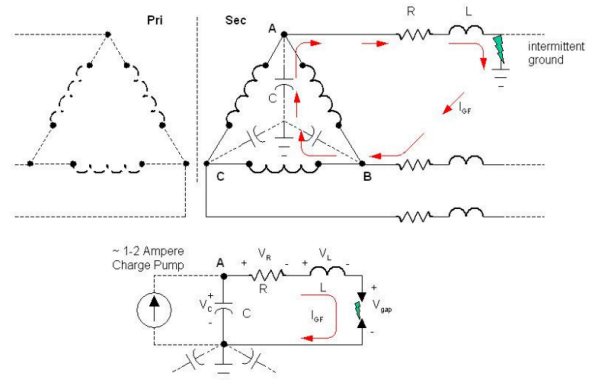


Figura 2.- Equivalente de red aislada con falla.

La corriente que fluye en el circuito es denominada corriente de carga y el valor es esta corriente es proporcional al incremento de la capacitancia [4].

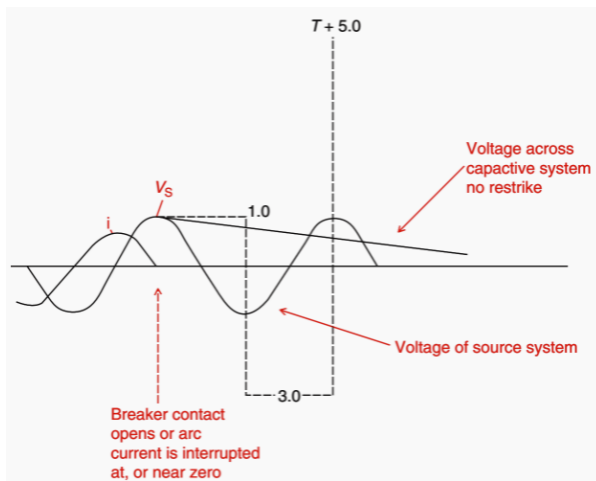


Figura 3.- Reencendido de arco.

Debido a que un sistema aislado puede ser altamente capacitivo, la corriente adelanta a la tensión en medio ciclo (fig.3), esto significa que cuando la corriente sea cero la tensión será máxima y cargará a las capacitancias equivalentes. Las sobretensiones transitorias son una consecuencia directa de tener un sistema aislado de tierra, esto debido a las capacitancias presentes y estas se pueden reflejarse en el interruptor como reencendidos en la falla que pueden provocar sobretensiones de hasta 7 veces la tensión nominal comprometiendo la aislación del sistema. [3].

4. Implementación de un transformador de puesta a tierra

Un transformador de puesta a tierra proporciona una fuente de corriente de secuencia cero permitiendo de esta forma la circulación de corrientes de falla que pueden ser detectadas con protecciones de sobrecorriente. Por esto, es muy común usarlo para convertir un circuito sin conexión a tierra de 3 hilos en un circuito conectado a tierra de 4 hilos.

Dentro del uso de transformadores de puesta a tierra es posible utilizar:

- Transformador Delta-Estrella – Transformador convencional con neutro a tierra.
- Transformador Zig-Zag – Transformador de aterramiento especial.

4.1. Ventajas de implementar un transformador Zig-Zag

Si bien ambos transformadores necesitan el mismo parámetro de secuencia cero (X_0) para su diseño y ambos pueden limitar la corriente de falla, sin embargo, un transformador Zig-Zag tendrá un costo más bajo ya que el tamaño requerido para obtener X_0 es menor que el de

un transformador Delta-Estrella. Además que su configuración Zig-Zag limita la circulación de corrientes de 3th armónica.

El dimensionamiento del transformador debe estar de acuerdo a la IEEE Std C62.92.4-1993 [1] y debe considerarse no superar la relación $X_0/X_1 \leq 3$ [3]

4.2. Especificaciones Técnicas de un Zig-Zag

Las características del transformador Zig-Zag como especificación técnica son las siguientes:

- Tensión de Operación – Voltaje f-f en [kV] de operación normal que tendrá el Zig-Zag.
- Potencia Continua – Potencia en [kVA] para condiciones de operación normal.
- Corriente Continua por fase – Corriente en [A] permitido a través de cada fase en operación normal, debido al desbalance de cargas en las fases. Este valor es la división de la corriente de neutro entre tres.
- Potencia en Falla – Potencia en [kVA] de Corto circuito Monofásico en el punto de conexión
- Corriente en Falla – Corriente en [kA] de Corto circuito Monofásico máxima solicitada, en el punto de conexión
- Tiempo de Falla – Tiempo [s] máximo que el Zig-Zag puede soportar la corriente de falla monofásica según la ANSI/IEEE Std 32-1972 [2].
- Impedancia de Sec 0 – Impedancia de secuencia cero en [ohms/fase] que debe tener el Zig-Zag.
- BIL interno – Nivel de aislamiento externo en [kV].
- BIL externo – Nivel de aislamiento interno en [kV].
- Clase de Aislamiento – Puede ser tipo A, B, C o D según la ANSI/IEEE Std 32-1972 [2].

Referencias

- [1] IEEE guide for the application of neutral grounding in electrical utility systems, part iv - distribution systems. *IEEE Std C62.92.4-1993*, pages 1–30, 1994.
- [2] IEEE standard for requirements, terminology, and test procedures for neutral grounding devices. *IEEE Std C57.32-2015 (Revision of IEEE Std 32-1972)*, pages 1–83, 2016.
- [3] J. J. Paserba. Westinghouse transmission and distribution book: A reference for the rest of us [history]. *IEEE Power and Energy Magazine*, 17(2):78–88, 2019.

- [4] P. Pillai, A. Pierce, B. Bailey, B. Douglas, C. Mozina, C. Normand, D. Love, D. Shipp, G. Dalke, J. R. Jones, et al. Grounding and ground fault protection of multiple generator installations on medium-voltage industrial and commercial power systems ii. grounding methods. In *Conference Record of the 2003 Annual Pulp and Paper Industry Technical Conference, 2003.*, pages 63–70. IEEE, 2003.