

ANALÍTICA PARA LA REUBICACIÓN DE TRANSFORMADORES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ELECTRICIDAD A BAJOS NIVELES DE TENSIÓN

Lorena Cadavid, PhD en Ingeniería de Sistemas - Universidad Nacional de Colombia – sede Medellín. Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM, +573218111010, dlcadavi@unal.edu.co

Carlos Jaime Franco Cardona, PhD en Ingeniería de Sistemas Energéticos - Universidad Nacional de Colombia, cjfranco@unal.edu.co

Juan David Velásquez, PhD en Ingeniería de Sistemas Energéticos - Universidad Nacional de Colombia, jdvelasq@unal.edu.co

Clara Uparela, Internexa S.A, cuparela@internexa.com

Sandra Echavarria, sechavarria@internexa.com

Visión general

La operación de los transformadores en las redes de distribución de electricidad a bajos niveles de tensión representa gastos operativos asociados con el funcionamiento de los mismos. Estos gastos pueden agruparse en dos clasificaciones: gastos por pérdidas de transformación y gastos por deterioro de la vida útil del transformador.

A su vez, los gastos por pérdidas de transformación ocurren de dos maneras diferentes: a) por pérdidas en el hierro o en vacío, un fenómeno que no depende del factor de utilización del transformador, y b) por pérdidas en el cobre, un fenómeno que depende del cuadrado del factor de utilización del transformador [1], [2]. Por su parte, los gastos por deterioro de la vida útil están relacionados con la disminución de la vida útil del transformador cuando este es sometido a cargas muy altas, que incrementan la temperatura en el punto más caliente del transformador por encima de los estándares para los cuales este fue diseñado.

La gestión de una red de transformadores en una red distribución de electricidad a bajos niveles de tensión debe intentar, por lo tanto, minimizar los gastos de operación del sistema completo. Sin embargo, debido a que las decisiones son acumulativas para estos sistemas, es posible que las redes de distribución se encuentren operando de una manera subóptima, en la cual algunos transformadores se hayan instalado en nodos no convenientes que eleven sus costos de operación. En este sentido, es posible pensar en que una reubicación de los nodos en la red podría disminuir los gastos de operación de la misma si los transformadores se ubican en nodos cuyo perfil de carga se ajuste mejor al perfil del transformador.

Sin embargo, la reubicación de los transformadores es una actividad que implica costos y riesgos de deterioro del transformador.

Esta investigación parte de la iniciativa de la empresa Internexa S.A. [3], quien es el principal operador del ecosistema de redes nacionales y metropolitanas en Colombia, adelantó un proyecto en conjunto con la Universidad Nacional de Colombia – sede Medellín [4], con el fin de diseñar e implementar una solución basada en técnicas de optimización y analítica para proponer la reubicación de los transformadores en una red de distribución de electricidad urbana en la ciudad de Colombia, atendiendo a la reglamentación existente para la operación de transformadores en el país [5]–[7]. Este artículo presenta los resultados de este estudio.

Métodos

Para responder al objetivo, se diseñó un modelo de optimización que intenta minimizar los costos de operación (pérdidas por transformación y de vida útil) y de reubicación de una red de transformadores, partiendo de la configuración actual de la red. El modelo fue parametrizado para la ciudad de Cali, Colombia.

La red actual consta de 70 nodos en operación y 142 transformadores disponibles (70 de los cuales se encuentran en operación, y 72 en bodega disponibles para su uso). Cada nodo tiene atributos de carga, y cada transformador atributos de efase, carga y años de operación.

Para solucionar el modelo de optimización se diseñó una heurística que parte de los nodos más costosos en la configuración de red para encontrar los transformadores más económicos para el nodo. Se usaron técnicas de analítica para procesar la información que los medidores inteligentes de los transformadores instalados proporcionan sobre la carga atendida, la cual es entregada en una resolución de 15 minutos durante los últimos 4 meses de operación para cada transformador.

Resultados y conclusiones

La heurística desarrollada encuentra una mejor configuración de la red, que representa unos ahorros mensuales del 6.8% e libera capacidad instalada de los transformadores por un valor que representa aproximadamente el 20% del valor de los transformadores en uso.

El algoritmo de implementación es replicable para otras ciudades, y escalable en cantidad de nodos y de transformadores de la red.

Referencias

- [1] O. L. Sánchez M., J. Velasco Medina, and C. A. Lozano, “Ingeniería e investigación,” *Ing. e Investig.*, vol. 26, no. 3, pp. 85–92, 2006.
- [2] D. F. García Gómez, D. F. Navas, and E. Rivas Trujillo, “A technical-economic approach for distribution transformers sizing,” *Ing. y Desarro.*, vol. 34, no. 2, pp. 267–285, Jul. 2016.
- [3] Internexa S.A., “Internexa - quiénes somos,” 2018. [Online]. Available: <http://www.internexa.com/SitePages/QuienesSomos.aspx>. [Accessed: 31-Oct-2018].
- [4] Universidad Nacional de Colombia, “Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellin - La sede,” 2018. [Online]. Available: <http://medellin.unal.edu.co/>. [Accessed: 31-Oct-2018].
- [5] ICONTEC, “Norma Técnica Colombiana - NTC 818,” 1995.
- [6] ICONTEC, “Norma Técnica Colombiana - NTC 819,” 1995.
- [7] ICONTEC, “Guía Técnica Colombiana - GTC 50,” 1997.