

Balanceo de cargas en transformadores de distribución en baja tensión utilizando un identificador visual

RUIZ-JAIMES, Miguel Ángel*†, FLORES-REYES, Víctor Ciro``, LUNA-ARTEAGA, Jesús Javier````

``Universidad Politécnica del Estado de Guerrero. Comunidad de Puente Campuzano, Carretera Federal Iguala – Taxco, K.M. 105C.P. 40321, Municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero

``PREFECO “Vicente Guerrero”. Ejido de Arroyo S/N,C.P. 40200,Municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero.

````Tecnologico de Zacatepec. Calzada Tecnológico No. 27, C.P. 62780, Zacatepec de Hidalgo, Morelos

Recibido Junio 4, 2014; Aceptado Octubre 13, 2014

### Resumen

Existen varios factores que representan las pérdidas de energía, como lo es el calentamiento de los conductores, uno de estos calentamientos ha sido por la sobrecarga que existe. Este problema se observa en los transformadores de distribución, ya que existe un desbalance de cargas en estos transformadores de distribución y esto hace que haya un alto nivel de calentamiento en las líneas de baja tensión, esto afecta cada línea tanto en el X1, X2 y el X3 debido a que si no existe un balance adecuado la corriente empieza a fugarse o buscar una salida por alguna línea que este menos saturada, en este caso el X0 es una salida adecuada ya que en esta línea no debe de existir carga.

### Balanceo, transformadores, baja tensión.

### Abstract

Several factors account for energy losses, such as the heating of conductors, one of the reheating has been overcharging exists. This problem is observed in distribution transformers, since there is an imbalance of charges in these distribution transformers and this makes for a high level of heating in low voltage lines, each line this affects both the X1, X2 and X3 because if there is no proper balance current starts to escape or seek an outlet for some online this less saturated, in this case the output X0 is adequate because in this line should not be loaded.

### Swinging, transformers, low voltage.

**Citación:** RUIZ-JAIMES, Miguel Ángel, FLORES-REYES, Víctor Ciro, LUNA-ARTEAGA, Jesús Javier. Balanceo de cargas en transformadores de distribución en baja tensión utilizando un identificador visual. Foro de Estudios sobre Guerrero. Mayo 2013 Abril 2014, 1-1: 571-575

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: mruizj@live.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Este proyecto es una mejora en la calidad y ahorro de energía, debido a que su implementación facilita disminuir pérdidas de energía y el abastecimiento de la energía sea el adecuado, implementando una forma de medición apropiada, ya que no existen este tipo de equipos en la actualidad para la medición de corriente fijos

La idea para eliminar estas pérdidas fue de implementar un dispositivo que pudiera analizar y observar fácilmente la corriente que está pasando en las líneas de distribución para poder verificar si la línea esta desbalanceada o no. Se instalara en la parte inferior de cada transformador de distribución proporcionando un acceso cómodo y una lectura confiable que está arrojando el transformador de distribución.

## Objetivos

### General

Indicar visualmente el balanceo de cargas de los transformadores de distribución para las líneas de baja tensión para la reducción de pérdidas de energía.

### Específicos

Disminución de pérdidas de energía, mediante el Balanceo de cargas en transformadores.

Para los nuevos servicios. Identificar la fase adecuada en la que se va conectar.

Abastecimiento de energía con calidad sin pérdidas, ahorro para la empresa en la distribución de la energía.

## Metodología

En CFE como empresa de clase mundial pretende que todos los servicios sean de calidad y poder ofrecer el mejor servicio posible para los adquiridores de la energía.

Por eso siempre CFE está a la vanguardia de la tecnología y de nuevas innovaciones y tecnologías, este proyecto para ellos es una mejora que tendrán como beneficio el ahorro y la calidad de energía reduciendo pérdidas de energía.

Existen varios problemas de pérdidas de energía ocasionadas por algún factor, como por ejemplo existe el factor del sobrecalentamiento en conductores, o también el efecto corona el cual ocurre a grandes cantidades de energía. Dichas pérdidas de energía en las líneas de baja tensión ocasionada por el desbalance de cargas en transformadores, lo cual no sólo afecta en pérdidas técnicas ocasionadas por el calentamiento sino también en pérdidas no técnicas por las cargas que se pudieran tener en el X0 del transformador.

El planteamiento del problema analiza y visualiza la corriente que abastece un transformador de distribución en las líneas de baja tensión, debido a que existe una pérdida de energía por el desbalance de carga que existe en el transformador de distribución por lo tanto para la selección del transformador se implemento el transformador de 112.5 KVA, esto fue por requerimientos de la empresa.

La tabla 1 y 2 que se muestran a continuación son datos que se nos proporciona en la empresa, la cual contiene todos los tipos de transformadores de distribución que existen dentro de la zona Iguala de la independencia.

| KVA  | TRANSFORMADORES MONOFASICOS |     |             |      |        |               |        |      |        |  |
|------|-----------------------------|-----|-------------|------|--------|---------------|--------|------|--------|--|
|      | TENSION DEL PRIMARIO        |     |             |      |        |               |        |      |        |  |
|      | una boquilla                |     |             |      |        | dos boquillas |        |      |        |  |
|      | 13200/7620                  |     | 22860/13200 |      | 13200  |               | 23000  |      |        |  |
|      | I prim                      | F   | I prim      | F    | I prim | F             | I prim | F    | I sec  |  |
| 5    | 0.66                        | 0.5 | 0.38        | 0.5  | 0.38   | 0.5           | 0.22   | 0.5  | 20.83  |  |
| 10   | 1.31                        | 1.5 | 0.76        | 0.75 | 0.76   | 0.75          | 0.43   | 0.5  | 41.67  |  |
| 15   | 1.97                        | 2   | 1.14        | 1    | 1.14   | 1             | 0.65   | 0.75 | 62.5   |  |
| 25   | 3.28                        | 3   | 1.89        | 2    | 1.89   | 2             | 1.09   | 1    | 104.17 |  |
| 37.5 | 4.92                        | 5   | 2.84        | 3    | 2.84   | 3             | 1.63   | 1.5  | 156.25 |  |
| 50   | 6.56                        | 6   | 3.79        | 4    | 3.79   | 4             | 2.17   | 2    | 208.33 |  |
| 75   | 9.84                        | 10  | 5.68        | 6    | 5.68   | 6             | 3.26   | 3    | 312.5  |  |
| 100  | 13.12                       | 12  | 7.58        | 8    | 7.58   | 8             | 4.35   | 5    | 416.67 |  |
| 167  | 21.91                       | 20  | 12.65       | 12   | 12.65  | 12            | 7.26   | 7    | 695.83 |  |

Tabla 1

| TRANSFORMADORES TRIFASICOS |        |      |        |      |        |
|----------------------------|--------|------|--------|------|--------|
| TENSIONES DEL PRIMARIO     |        |      |        |      |        |
| KVA                        | 13200  |      | 23000  |      | I sec  |
|                            | I prim | F    | I prim | F    |        |
| 15                         | 0.66   | 0.75 | 0.38   | 0.5  | 39.36  |
| 30                         | 1.31   | 1.5  | 0.75   | 0.75 | 78.73  |
| 45                         | 1.97   | 2    | 1.13   | 1    | 118.09 |
| 75                         | 3.28   | 3    | 1.88   | 2    | 196.82 |
| 112.5                      | 4.92   | 5    | 2.82   | 3    | 295.24 |
| 150                        | 6.56   | 6    | 3.77   | 4    | 393.65 |

Tabla 2

Observamos remarcado en color amarillo el transformador que se selecciona para este proyecto, por cuestiones de seguridad y de accesibilidad no es conveniente trabajar con altos niveles de corriente para poder disminuir esa corriente fue necesario utilizar un transformador de corriente tipo dona o también conocidos como TC's, los cuales tienen la capacidad de transformar la corriente de grandes niveles de corriente a bajos niveles de corriente emitiendo de 1 a 5 amperes en la parte secundaria, el que se utiliza en este proyecto es un TC's de 400 a 5 (400:5). Cabe resaltar que el transformador emite un máximo para este caso de 300 A, la razón de utilizar un TC de 400 A es para evitar estar saturar el límite superior de la lectura.

Al reducir esta corriente se hace más apropiado y accesible el trabajo. A continuación se presenta un diagrama de como es la idea de implementar este prototipo en los transformadores de distribución en líneas de baja tensión.



Figura 1

Teniendo el manejo de corriente en niveles bajos lo que procede es la implementación de un sensor que arroje la lectura de amperes para poder finalmente emitir una interpretación de los cambios en la corriente.

Para reducción de costos considerables a comparación con equipos dedicados a la medición de corriente se optó por el sensor ACS712 (uno por línea, en total 4) el cual nos permite leer un máximo de 5 A, esta es una de las razones por las cuales el TC fue de 400 es esta manera cuando se sobrecargue aseguramos que jamás este en el límite superior y la tarjeta Arduino para manejar la lectura, procesamiento e interfaz de salida del dispositivo a crear. El sensor tiene como entrada la lectura del TC (0-5 A), y a la salida la terminales que irán a la tarjeta arduino (0-5 V) para lo cual se ha de implementar un filtro pasa bajas dado que trabajamos a una corriente de 50-60 Hz y la salida tendrá la misma consistencia.

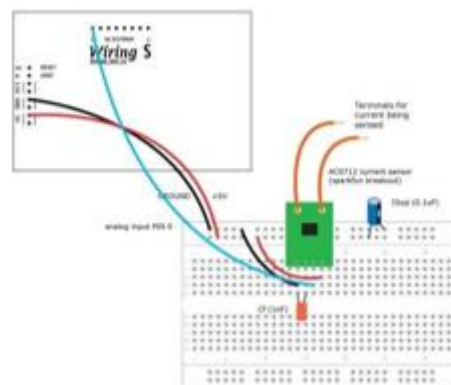


Figura 2

La señal de entrada a la tarjeta arduino serán 2 por cada sensor uno para el pin de lectura y otro para GRD de la tarjeta. El primer inconveniente de la lectura en la tarjeta es que los valores oscilan por lo cual optamos en discretizar 1000 lecturas a velocidad de arduino es decir 16MHz.

Posteriormente bajo código se obtuvieron los valores absolutos del muestreo para posteriormente determinar la media de tales valores semejante a la media cuadrática de las ondas (RMS) pero esta vez bajo un control de arduino.

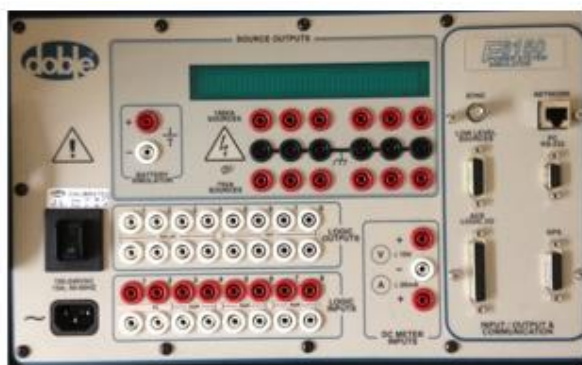


Figura 3

Se implementó una Display LCD HD44780 para la salida utilizando la librería LiquidCrystal.h de arduino, este display dispone de 4 renglones con 20 columnas los cuales nos permite utilizar en cada renglón para la impresión de datos correspondientes a cada línea de lectura, que como mencionamos son X0, X1, X2 y X3. Bajo experimentación se dio lectura mediante un equipo de laboratorio dedicado a prueba, el cual proporciona varias funciones como proporcionar voltajes, corrientes, hacer pruebas de factor de potencia, hacer un desbalance de cargas y otras funciones que tiene este equipo. El software que este equipo tiene como comunicación es Doble F6150 (Figura 3), el cual se crea una interfaz entre el software y el equipo de pruebas. Este equipo lleva como nombre "doble power system simulator".

Funcionando como fuente de corriente se observaron los valores de salida para dar ajustes a lectura y mediante razones proporcionales pasar la lectura en bits de arduino a una lectura equivalente en amperes, aprovechando las ventajas de arduino en la programación se agregó un sistema de alerta con indicadores verde, amarillo y rojo los cuales aportan a la interfaz una practicidad en la lectura, los criterios de cada valor fueron para verde menor a 40%, entre 40% y 75% la lectura para amarillo y las lecturas mayores a 75% en rojo.

## Resultados

Recordemos que la máxima lectura será de 4 Amperes tomando la proporción del TC 400:5 para lectura de 300 A como máxima en situaciones reales, así que para la prueba se implementó nuevamente el equipo de pruebas arrojando la siguiente tabla.

| Amperaje de lectura. | Sensor 1 | Sensor 2 | Sensor 3 | Sensor 4 | real | bit promedio |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|------|--------------|
| 0                    | 0        | 0        | 0        | 0        | 0    | 0            |
| 0.2                  | 6        | 6        | 6        | 6        | 0.2  | 6            |
| 0.4                  | 13       | 13       | 13       | 13       | 0.4  | 13           |
| 0.6                  | 20       | 20       | 20       | 19       | 0.6  | 19.75        |
| 0.8                  | 27       | 26       | 26       | 26       | 0.8  | 26.25        |
| 1                    | 33       | 33       | 33       | 33       | 1    | 33           |
| 1.2                  | 40       | 40       | 40       | 39       | 1.2  | 39.75        |
| 1.4                  | 47       | 46       | 46       | 46       | 1.4  | 46.25        |
| 1.6                  | 54       | 53       | 53       | 53       | 1.6  | 53.25        |
| 1.8                  | 60       | 60       | 60       | 60       | 1.8  | 60           |
| 2                    | 67       | 67       | 67       | 66       | 2    | 66.75        |
| 2.2                  | 74       | 73       | 73       | 73       | 2.2  | 73.25        |
| 2.4                  | 81       | 80       | 80       | 79       | 2.4  | 80           |
| 2.6                  | 88       | 87       | 87       | 86       | 2.6  | 87           |
| 2.8                  | 94       | 93       | 94       | 93       | 2.8  | 93.5         |
| 3                    | 101      | 100      | 99       | 99       | 3    | 99.75        |
| 3.2                  | 108      | 107      | 105      | 104      | 3.2  | 106          |
| 3.4                  | 114      | 114      | 110      | 109      | 3.4  | 111.75       |
| 3.6                  | 121      | 120      | 114      | 113      | 3.6  | 117          |
| 3.8                  | 128      | 127      | 119      | 118      | 3.8  | 123          |
| 4                    | 135      | 134      | 122      | 123      | 4    | 128.5        |

Tabla 3



Figura 4



**Figura 5**

### Discusión

Los programas de pérdidas son de interés general para todo el personal que labora en CFE, por lo que se recibirá apoyo de las áreas involucradas además se puede implementar el prototipo para cualquier tipo de transformador. Con este identificador visual será posible identificar rápidamente que línea está sobre carga, ya que este dispositivo estará tomando lectura de la corriente que circula en cada una de las líneas. Sin embargo las ubicaciones geográficas de este identificador visual es de gran riesgo debido al vandalismo que existe, ya que este dispositivo estará al público y expuesto a amenazas ambientales por lo cual este dispositivo deberá ser muy bien protegido para evitar el riesgo de alguna falla en el equipo ya que trabajaremos con dispositivos que son muy sensibles a cualquier tipo de sobre corriente o campo magnético que se forme sobre ellos, pero las metas establecidas para este primer prototipo se satisfecha dada la asertividad de los valores de lectura del equipo comparados con los reales tiene una grata eficacia solo basta proponer para la segunda fase la creación de la coraza correspondiente.

### Referencias

Benitez, H., Arizmendi, C., Marquez, L. (1999). Base de datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA. Mexico. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx>.

Steel, R. G. D; Torrie, J. H. 1992. Bioestadística. Principios y procedimientos. Editorial GRAF America. México. pp. 622.

De la Rosa-García S.C., Muñoz-García A.A., Barahona-Pérez L.F. and Gamboa-Angulo M.M. (2007) Antimicrobial properties of moderately halo tolerant bacteria from cenotes of the Yucatan peninsula. Journal compilation., The Society for Applied Microbiology, Letters in Applied Microbiology 45, 289–294