



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de Setiembre de 2012

Estimación de Curvas de Demandas de Transformadores de Distribución

Miriam Elizabeth Medina Insfrán

Oficina de Estudios y Proyectos de Expansión de Distribución

Administración Nacional de Electricidad / ANDE

España 1268 c/ Padre Cardozo

2496142 / 0961785022, miriam.medina.insfran@gmail.com

(Resumen/Abstract) — La propuesta del trabajo es presentar una metodología para la estimación de curvas de demanda de potencia diaria de los transformadores de distribución. Las curvas de carga de los usuarios residencial, comercial, general, industrial, gubernamental, alumbrado público utilizadas son las curvas caracterizadas propuestas por la empresa Consultora Consulting Group, contratada por la ANDE para presentar un diagnóstico general de la carga, la base de datos de los mismos consistían en mediciones aleatorias y encuestas por muestreo. Periodo de estudio Enero/ Febrero 2.001.

Utilizando las curvas de demandas estimadas y actualizadas, se realiza agregaciones para obtener las curvas estimadas de los transformadores de distribución. Para la validación del proceso propuesto, las curvas estimadas resultantes del transformador son comparadas con las curvas resultantes de la medición de demanda realizada a los alimentadores de distribución, en las respectivas salidas de la Estaciones o Subestaciones. Esta metodología no requiere de software sofisticado ni de robustos equipos de cómputo, siendo aplicable en empresas distribuidoras de bajos recursos.

Palabras Claves: Agregación de curvas, Curva de carga, Estimación de cargas, Transformadores de distribución,

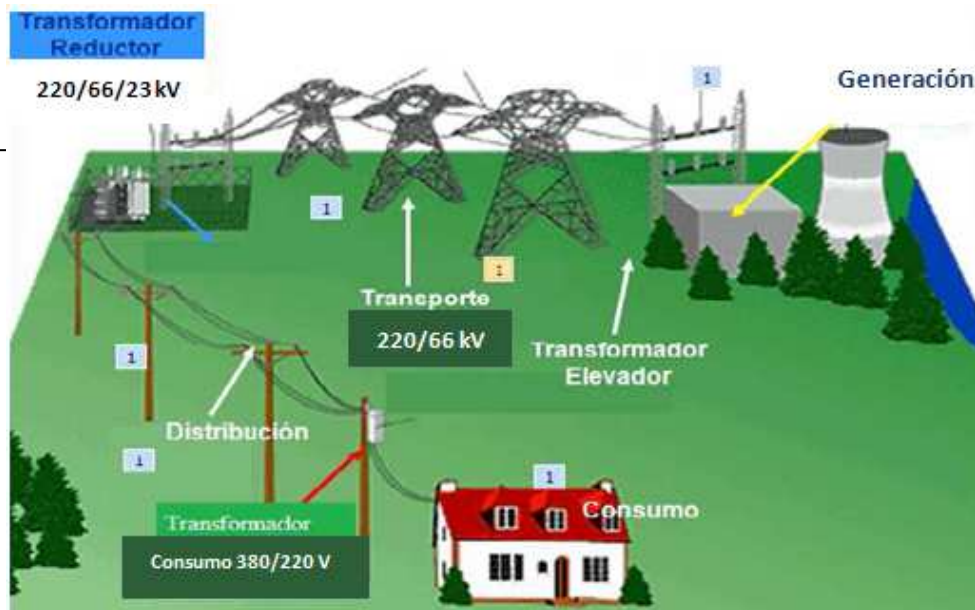
I. INTRODUCCIÓN

El transformador de distribución TD, es un equipo estático, que por medio de la cual la inducción electromagnética suscitado entre las bobinas internas del mismo, este transfiere energía eléctrica, de un circuito primario en media tensión (23/13,2 kV) a un circuito secundario en baja tensión (380/ 220 V).

Es el equipo más importante e indispensable para la red de distribución, por ser el responsable del suministro de la energía a los consumidores en baja tensión. Para garantizar el desempeño óptimo de los TDs, es necesario cumplir con las capacidades porcentuales de cargas, recomendadas por los fabricantes de los equipos, avalados por las normas internacionales pertinentes.

La idea central de este trabajo es proponer una metodología para gerenciar las cargas de los transformadores y llegar a la estimación de curvas de cargas, así contribuir significativamente a una mejor inversión en las redes eléctricas en distribución, que normalmente representan una porción bastante significativa del presupuesto anual de las compañías de distribución de energía eléctrica.

X SEMINARIO DEL SECTOR ELÉCTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de Setiembre de 2012



Sistema Eléctrico de la ANDE

II. PRESENTACIÓN PROBLEMA

Uno de los problemas fundamentales, que las empresas distribuidoras de energía eléctrica deben afrontar, es el gerenciamiento de las cargas de sus transformadores de distribución, por lo que deberían conocer y poder controlar las cargas y variaciones de cargas asociadas a sus TDs, a fin de minimizar su operación o avería por sobre carga.

En la actualidad, en la ANDE (Administración Nacional de Electricidad), existen sobrecarga en los TDs, que acarrea un gran déficit en la calidad y continuidad del servicio, así mismo, destacamos que para el mejoramiento de dicho inconveniente se ha detectado, usos deficientes de las partidas presupuestarias, que normalmente son limitados.

Lo mencionado precedentemente, por un lado, se daría debido a la preexistencia de muchas debilidades en el Gerenciamiento de la Carga, debido a Informalidades en los Sistemas de Medición de carga, en lo referente al desconocimiento de las cantidades requeridas de equipos registradores de carga.

Por otro lado, se refleja la Deficiencia en los Criterios de previsión, a causa de las debilidades en los Sistemas de instalación y fiscalización de puesta en servicio de la carga, en lo referente a un levantamiento georeferenciado de los usuarios asociados a los TDs.

En los últimos tiempos, la simple observación revela que la Restricción en los procesos de análisis de datos para la gestión de la distribución de la carga en TDs, fue debido a la limitada disponibilidad de datos confiables relacionados con la carga real.

De persistir las situaciones mencionadas, los datos disponibles no propiciarán un adecuado proceso de planificación, previsión y optimización de los recursos disponibles en la ANDE.

III. DESCRIPCION DE LA PROPUESTA

La propuesta se desarrolla con el ítem fundamental que es la identificación de la cargabilidad de los transformadores o la identificación de la curva de carga.

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de Setiembre de 2012

A. Cálculo de la cargabilidad de los transformadores del nivel de tensión I

Para la determinación de la cargabilidad de los equipos de transformación se construye una metodología híbrida a partir de la información recopilada en el estudio del estado del arte. Esta metodología está descrita a continuación y se esquematiza según la Fig. 1.

A partir de un conjunto típico de curvas para los diferentes tipos de usuario presentes en el sistema, se realiza el proceso de agregación de curvas de usuario para cada transformador, este proceso se describe mediante la ecuación 1.

$$CT_j = \sum_{i=0}^B C_i * D_{ij} \quad (1)$$

CT_j , es la curva de carga del transformador j .

C_i , es la curva tipo del usuario tipo i .

D_{ij} , es la demanda de los usuarios tipo i conectados al transformador j .

Una vez calculadas todas las curvas de carga de los transformadores, se realiza la agregación de curvas para la construcción de la curva calculada del alimentador, siguiendo la ecuación 2.

$$CAC = \sum_{j=1}^n CT_j \quad (2)$$

Teniendo en cuenta la curva calculada del alimentador y la curva real del alimentador se calcula el vector de factores de corrección FC , a partir de la ecuación 3.

$$FC_{1k} = \frac{P_{real\ k}}{P_{calculada\ k}} \quad (3)$$

FC_{1k} , es el factor de corrección para la hora k .

$P_{real\ k}$, es la potencia tomada de la curva real del alimentador en la hora k .

$P_{calculada\ k}$, es la potencia tomada de la curva calculada del alimentador en la hora k .

FC_1 , es un vector de 24 posiciones donde se encuentran los 24 factores de corrección para las diferentes horas del día.

Con los factores de corrección calculados, se corrigen las curvas de carga de los transformadores, utilizando la ecuación 4.

$$CT_{jk} = D_{jk} * FC_{1k} \quad (4)$$

CT_{jk} , es el valor de la curva de carga del transformador j en la hora k .

D_{jk} , es la demanda que registra la curva de carga del transformador j en la hora k , antes de la corrección.

Una vez modificadas las curvas de carga de los transformadores, se procede a determinar la desviación de la potencia suministrada de las curvas, respecto a las macro mediciones registradas por los transformadores, o en todo caso los registros de cargas de las que se disponen en los tramos de los alimentadores a través de los RTUs (Unidad terminal remota) que cuentan con equipos de macro medición confiable, para este fin se hace uso de la ecuación

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de Setiembre de 2012

$$FC2j = \frac{Mj}{\sum_{k=1}^{24} Dj_k} \quad (5)$$

$FC2j$, es la desviación porcentual de la potencia suministrada, calculada según la curva de carga del transformador j , respecto a la macro medición del transformador j (con macro medición confiable).

Mj , es la macro medición del transformador j .

Dj_k , es la potencia suministrada por el transformador j en la hora k .

El análisis de las desviaciones porcentuales, a partir de las técnicas estadísticas, permite identificar que los datos describen una distribución normal, teniendo en cuenta las técnicas para identificación y eliminación de datos atípicos y las medidas de tendencia central es posible determinar una desviación porcentual media y la desviación estándar asociada a la misma, a partir de las cuales es posible construir el factor de corrección global para ajustar las curvas de carga de los transformadores. En el caso específico tratado, dada la distribución y las características de apilamiento de los datos, se recurrió a la media aritmética de las desviaciones porcentuales, como factor de corrección global, tal como puede observarse en la ecuación

$$FC2 = \frac{\sum_{j=1}^m FC2j}{m} \quad (6)$$

$$CTj = FC2 * CTj \quad (7)$$

Una vez se han realizado las corrección se procede a verificar, si ambos factores de corrección tienen valores cercanos a 1, es decir si existe convergencia en el método de cálculo; en caso afirmativo, se procede a mostrar las diferentes curvas de carga de los transformadores, en caso negativo se regresa al paso 2 del procedimiento.

La cargabilidad de los transformadores será calculada a partir de las curvas de carga de los transformadores, siguiendo la ecuación (8)

$$fcj = \frac{D_{promedio j}}{P_{nominal Transformador j}} \quad (8)$$

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de Setiembre de 2012

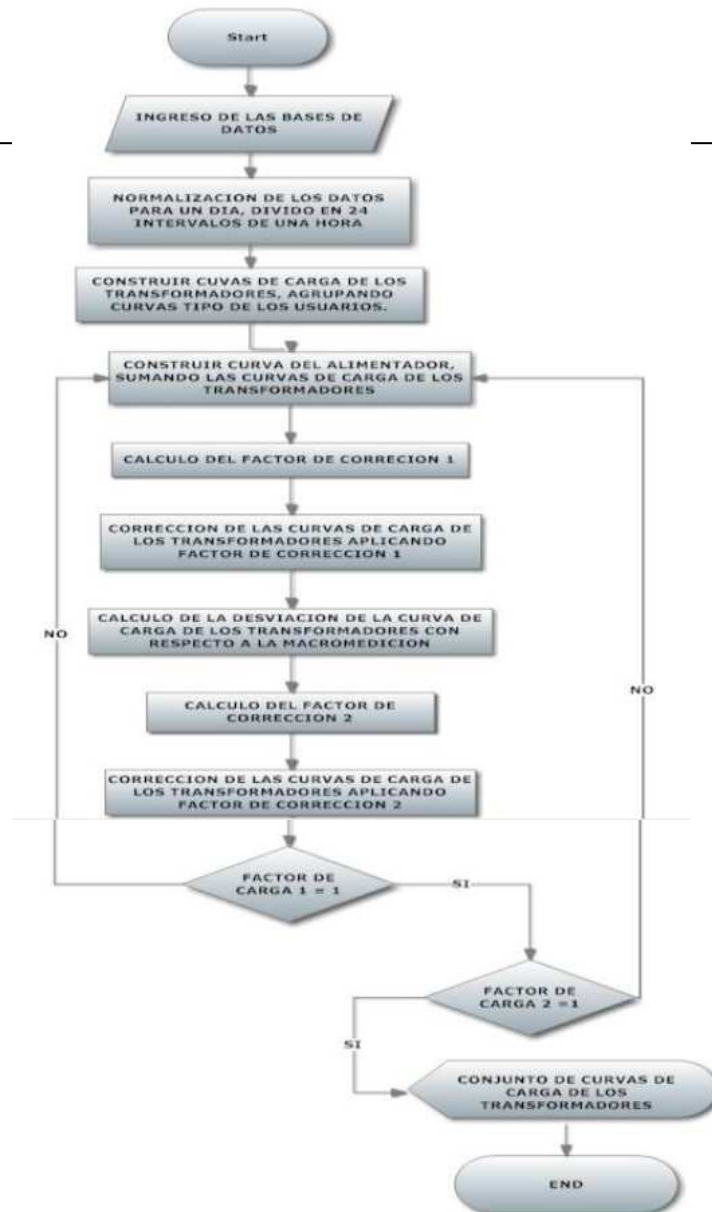


Figura 1. Diagrama de Flujo del proceso de cálculo de la cargabilidad de transformadores.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se presenta una metodología para estimar las curvas demanda de los transformadores de distribución a partir de curvas de demandas de consumidores asociados a los transformadores de distribución.

Con el método de agregaciones, se obtiene las curvas de demanda de los transformadores. Esta metodología no requiere de software sofisticado ni de robustos equipos de cómputo siendo aplicable en empresas distribuidoras de bajos recursos.

Mediante el factor de corrección presentado, es posible realizar buenas estimaciones de las curvas de demanda en cualquier punto del sistema ya que en la mayoría de las estaciones y subestaciones convencionales se realizan mediciones a nivel de circuito primario y es posible comparar la curva estimada del alimentador primario con la curva real.



X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de Setiembre de 2012

La correcta estimación de las curvas de demanda de un sistema de distribución depende de la calidad de la base de datos. Los datos tomados son elementos defectuosos o la escasez de datos puede llevar a estimar curvas de demanda que no coincidan con la realidad.

V. REFERENCIAS

- Lina Constanza Osorio M. Estudio De Cargabilidad En Transformadores De Distribución Monofásicos Y Trifásicos. CHEC, Colombia. 2009.
- Orlando Giraldo. Nueva Visión Sobre Carga Media Real De Transformadores De Distribución En Redes Latinoamericanas. HJ International L.A. 2004.
- NC de Jesus, HRPM de Oliveira, “Gerenciamento da Demanda em Sistemas de Distribuicao”, AES Sul, Sao Leopoldo, RS, RT – GPE-E004, Maio de 2006.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – Aplicação de Cargas em Transformadores de Potencia – Procedimento ABNT Standard NBR 5416, Julho de 1997,
- Gomez Carlos F., Mayo 2003, Proyecto de Grado, Dimensionamiento de Transformadores de Distribución y de Conductores de la Red de Baja Tensión.
- AHN Se Uh, “Metodologia Para Selecao E Gerenciamento De Transformadores De Distribuicao, Aplicando Técnicas De Redes Neurais Artificiais”, Escola Politecnica da Universidade de Sao Paula, Br, 1997, pdf. Pp 131.
- Pérez Pedro Avelino. 2009. Transformadores de distribución: teoría, cálculo, construcción y pruebas. 2da ed. Buenos Aires: Reverté S.A. p. 137-216
- Serrano, Ariadne; Marcano, Moisés; Portillo, Jairo. 2008. Experiencias de la Gerencia de Activos en una Empresa Distribuidora. Documento presentado (V Congreso Latinoamericano de Distribución Eléctrica - CLADE 2008, 22 - 24 Sept.) Mar del Plata, Argentina.
- Eng. Bichelli Arley, 2007. Operação e administração eficaz de taxas de sobrecarga de trafos de distribuicao. Copel (Companhia Paranaense de Eletricidade). www.copel.gov.br.