
CALIDAD DE POTENCIA ENERGÉTICA DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN ESCUINTLA – GUATE SUR CIRCUITO I DE 230 KILOVOLTIOS

Erwin Armando Girón Girón

Mtro. en Energía y Ambiente
eaggiron@yahoo.com

Isabel López Tohom

Asesora
Mtra. en Ingeniería Mecánica
isalopezgt@gmail.com

Resumen

Para el presente trabajo, la calidad de potencia es cualquier manifestación de desviación de voltaje, corriente y frecuencia que resulte fuera de valores normados o impliquen pérdidas relevantes entre los extremos de una línea de transmisión, considerando una de ellas punto inicial del flujo eléctrico y la otra su punto final. Para alcanzar el objetivo principal del estudio se establece que la línea sí tiene aún buena calidad de transmisión de energía eléctrica, con una eficiencia del 99.90 %, a pesar de 50 años de servicio, del medio ambiente por donde se transporta su energía y las interconexiones que en ella interfieren. La fase C tiene diferencias marcadas respecto a las otras fases, por el tipo de configuración existente en la línea de transmisión, afectando principalmente a los valores de voltaje. Las gráficas de diferencia de corriente máxima rms, son semejantes entre sí, en lo que respecta a su comportamiento en las 24 hrs, además tienen un seguimiento de comportamiento, igual a la potencia reactiva de las fases A, B y C, debido a que se conserva el comportamiento de la carga horaria del sistema eléctrico interconectado.

Palabras clave

Fases A, fase B, fase C, calidad de potencia, eficiencia energética.

Abstract

For this work, the quality of power is any manifestation of deviation of voltage, current and frequency that is out of normed values or imply significant losses between the ends of a transmission line, considering one starting point of the electrical flow and the other one its end point, and to respond to the main objective of the study the line must have good quality of power transmission, with an efficiency of 99.90 %, despite 50 years of service, the environment by where its energy and interconnections are transported. Therefore, phase C has voltage behavior different from the other phases due to configuration on the transmission line. The graphs of difference maximum rms are similar to each other in regard to their behavior in 24 hours, also they have tracked behavior equal to the reactive power of the phases A, B and C, because the behavior of the hourly load electricity grid is preserved.

Keywords

Power quality, energy efficiency.

Introducción

El presente trabajo se desarrolla sobre el tema de eficiencia energética, en lo que respecta a una línea de transmisión eléctrica de 230 kilovoltios, específicamente sobre el circuito I de la línea de transmisión “Escuintla – Guate Sur”. Se instalan equipos en los extremos de la línea, para recabar datos de los parámetros eléctricos necesarios y hacer la evaluación de pérdidas del transporte de energía, los cuales se evalúan en un período de 7 días de grabación de datos, cada diez minutos, simultáneamente en los extremos de la línea y empleando el método descriptivo y correlacional, se determina la eficiencia de la línea.

Desarrollo del estudio

El primer paso consiste en programar los equipos empleados, los cuales son dos analizadores grabadores de datos eléctricos, de marca DRANETZ 4400, para realizar la toma de información en las subestaciones de Escuintla y Guate Sur, específicamente en la línea de Escuintla a Guate Sur, Circuito I. Se toman datos simultáneos del 15 de marzo de 2013 a las 18:30 horas, hasta el 21 de marzo de 2013 a las 15:30 horas para capturar cambios dentro de este rango.

Resultados obtenidos

Para fines de este trabajo se muestra a continuación los siguientes parámetros eléctricos que se obtienen del circuito I de cada día, así como su diferencia, que sirven para analizar la calidad de potencia de la línea en mención: promedios de los voltajes RMS, corriente máxima RMS, potencia máxima por cada fase y potencia máxima total, potencia reactiva fundamental total, factor de potencia mínimo, frecuencia mínima, desbalance de voltaje de secuencia negativa máxima, desbalance de voltaje de secuencia cero máxima, demanda total, corriente total de desbalance secuencia negativa máxima y corriente total de desbalance secuencia cero máxima.

En las gráficas se puede observar durante las 24 horas del día, que el voltaje varía en 4,500 valor

máximo de voltios de fase a neutro, entre las subestaciones.

Las curvas del voltaje promedio de las fases A y B, se mantienen muy semejantes en su comportamiento en las 24 horas, siendo el voltaje en Escuintla mayor que en Guate Sur, pero para la fase C, el voltaje en Guate Sur es mayor que en Escuintla. Sin embargo, en las gráficas de corriente máxima RMS, existe una variación en las fases A y B de 6 y 5 amperios entre las 19:00 y 20:00 hrs. y únicamente en la fase C, la corriente es mayor en Escuintla con un valor máximo de 4 amperios, entre las 00:00 y 06:00 hrs, estas observaciones se pueden interpretar en que la fase C tiene diferencias marcadas respecto a las otras fases, debido al tipo de configuración existente en la línea de transmisión, afectando principalmente a los valores de voltaje.

Se establece que existe un mayor desbalance en el extremo de Guate Sur que en Escuintla, pero éste no sobre pasa el 5 %. Sin embargo, en la corriente de desbalance total de secuencia negativa máxima, sí existen picos de incremento que sobrepasan el 5 % de valor, llegando a 6.5 % y los demás valores están próximos al 4 %.

Eficiencia energética

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{\text{Potencia recibida}}{\text{Potencia de entrada}} \times 100 \%$$

Para el caso de este trabajo, la potencia recibida se ubica en la Subestación Guate Sur y la entrada en la Subestación de Escuintla. Por lo tanto:

$$\text{Eficiencia} = \frac{186,812}{186,987} \times 100(\%) = 99.90 \%$$

Cálculos de estadística descriptiva

Los promedios de la potencia total en los extremos de la línea, se presentan a continuación.

Tabla I. Promedios diarios de la potencia total en Kilowatts. (Kw).

Número de días	Guate Sur Kilowatts	Escuintla Kilowatts	Diferencia Kilowatts
1	159,8944	159,698	196
2	177,332	177,352	-20
3	179,756	179,838	-82
4	199,139	199,445	-306
5	199,862	200,244	-382
6	201,684	202,078	-394
7	190,013	190,254	-241
Promedio	186,812	186,987	175

Fuente: elaboración propia.

El coeficiente de variación es:

$$CV_{GS} = 6.506266732 ; CV_E = 6.506961437$$

El coeficiente de variación no representa mucho la diferencia de un punto a otro, por lo que se tiene aproximadamente 175 kilowatts de pérdida total en la línea.

Para conocer la calidad de potencia transmitida por la línea, se promedian los valores de cada día tanto en el extremo de Escuintla como en el extremo de Guate Sur, ver Figura 1.

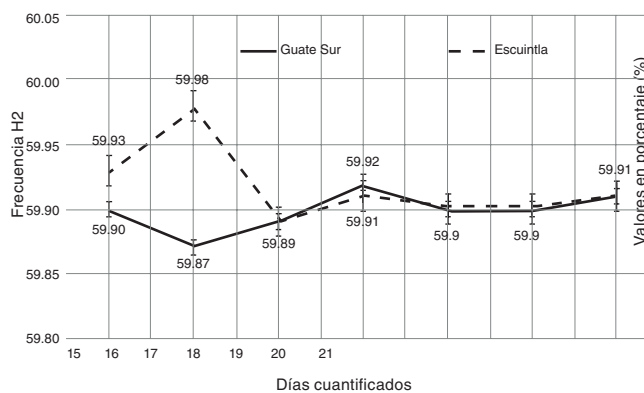


Figura 1. Frecuencias mínimas del 15 al 21 de marzo de 2016.

La diferencia de potencia total máxima activa entre subestaciones de Guate Sur y Escuintla, se muestra en la Figura 2.

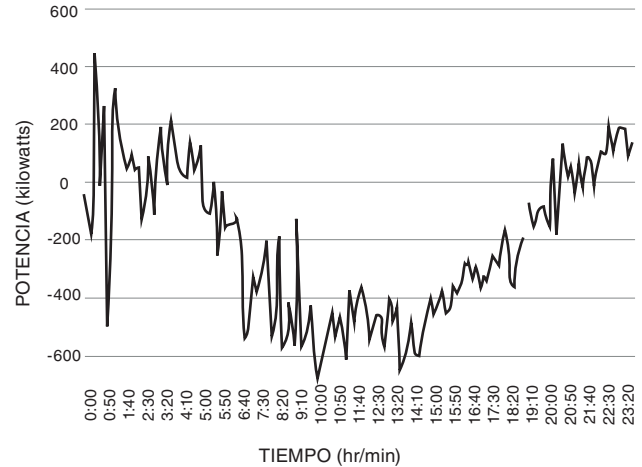


Figura 2. Diferencia de potencia total máxima activa del día 16 de marzo de 2013.

Otro parámetro importante es el desbalance de voltaje máximo de secuencia negativa, el cual se observa que es menor de 1.0 %. cuya gráfica se muestra en la Figura 3.

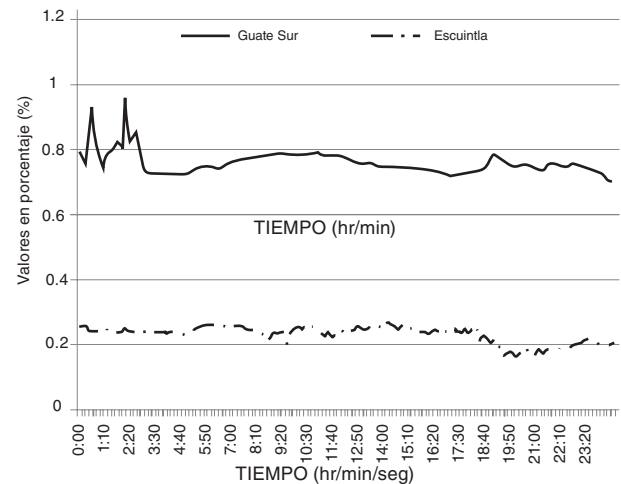


Figura 3. Desbalance de voltaje máximo de secuencia negativa.

Discusión de resultados

La configuración de las 3 fases en las estructuras que las sostienen, tiene un efecto importante, siendo que: la fase C, que está más próxima a la tierra, produce un efecto capacitivo que incrementa el voltaje sobre las otras dos fases. A y B, por lo que se observa que los voltajes en las fases A y B en Escuintla, son mayores que en la Subestación de Guate Sur; en la fase C el incremento entre los extremos es de 3 kilovoltios, siendo mayor en Guate Sur.

Lo anterior provoca un desbalance de voltajes entre fases, ya que el voltaje entre fases A-B, produce valores más altos en el extremo de Escuintla que en Guate Sur y los valores entre fase B-C y C-A, que involucran la fase C, incrementan el voltaje en el extremo de la subestación Guate Sur, a lo cual el voltaje de 230 kv. no llega a 253 Kv. ni baja a 207 kilovoltios. Por lo que, se encuentra en un rango estable de variaciones, comparado con la tensión nominal, pues se encuentran dentro del rango $\pm 20\%$.

Respecto a las corrientes de las fases A, B y C, llegan a un valor máximo de 450 amperios, con una diferencia máxima de 4 amperios entre Escuintla y Guate sur, observando que en la fase C el valor de la corriente es mayor en Guate Sur que en Escuintla, o sea que si la corriente máxima admisible es de 878 amperios los 450 son el 51 % de capacidad de transporte que emplea la línea de transmisión en relación a su amperaje.

Conclusiones

1. La calidad de potencia energética desarrollada se encuentra dentro del rango de “muy buena calidad”, ya que se analizan las tres fases A, B y C, durante 7 días, cada 10 minutos, con base en la variación de voltaje.
2. Se identifican disturbios eléctricos, tanto en parámetros de potencia como en valores de corriente, pero estos no fueron periódicos en los 7 días evaluados y corresponden a efectos producidos por agentes interconectados en las subestaciones de Escuintla y Guatemala Sur.
3. Los valores obtenidos de parámetros eléctricos, como voltaje y frecuencia, están dentro de los parámetros que rigen en Guatemala, por ejemplo, la frecuencia mínima es de 59.90 Hz y la eficiencia energética encontrada es de 99.90 %.

Recomendaciones

1. Dar mayor atención a las líneas y subestaciones que se interconectan con la Subestación de Escuintla, así como a las cargas de usuarios

y plantas cogeneradoras importantes del área, ya que su interconexión tiende a modificar la calidad de potencia que se transfiere en la línea de transmisión de Escuintla – Guate Sur en 230 kilovoltios.

2. Es importante mejorar la potencia reactiva en la subestación de Guate Sur y emplear un programa adecuado para la operación de la línea.
3. Realizar cálculos de sobre-potenciación, tanto del circuito 1 como el circuito 2 de dicha línea de transmisión, previendo que el crecimiento de la demanda provoque problemas en la calidad de potencia energética a unos 10 años, a partir de la fecha de este trabajo.
4. Realizar estudios de calidad de potencia en los distintos puntos del sistema de interconexión eléctrica, así como en puntos de conexión con plantas generadoras y cargas importantes de usuarios, para el mejoramiento de la calidad de potencia y eficiencia eléctrica del sistema interconectado.

Referencias bibliográficas

- Barnett, R. (2012). Power Quality Measurement and Analysis Basics. NTT.Workforce development Institute.
- Enrique Santana, T.Z.(2007) Energía para la eficiencia. Redes eficientes energéticamente. (1, 15, 16) Smalling, A.J. (1998) Basic Electric PowerTransmission. Tulsa, ok: Penn Well Publishing Company.
- Tyler G. Hicks, P. (2012), Handbook of energy Engineering Calculation. United Station o America. The McGraw-Hill Companies Inc.

Información del autor

Ingeniero Electricista, Graduado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, 1990.

Maestro en Artes en Energía y Ambiente, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería, (USAC), 2016.