ESTUDIO Y DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE ENERGÍA EN EL TABLERO REGULADO DEL LABORATORIO DE CORRIENTE

CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA

CAPITAL NETWORKS
BOGOTÁ 14 DE DICIEMBRE DE 2020

Contenido

1. Introducción 3
2. Analizador de redes 3
3. Diagrama y punto de conexión 3
4. Periodo de monitoreo 4
5. Potencia Activa, reactiva y factor de potencia 4
6. Tensión y corriente 6
   a. **Tensión y corriente RMS durante el periodo de monitoreo** 6
   b. **Formas de onda** 8
7. Distorsión armónica 8
8. Conclusiones y recomendaciones 10

1. Introducción

El monitoreo de calidad de potencia es esencial para evaluar la confiabilidad y el desempeño de un sistema de distribución de energía eléctrica. Esto con el objetivo de conocer el contenido de armónicos en corriente y voltaje y verificar que se encuentre dentro de los límites recomendados y admisibles. Además, permite el diagnóstico de condiciones donde el desempeño del equipo es inadmisible financieramente para el usuario.

2. Analizador de redes

Para el análisis de calidad de potencia se utilizó el analizador de redes PQube 3 de Power Standards Lab. Este analizador es clase 0.2 lo que traduce que el máximo error en la medición introducido por en analizador es de 0.2%. Este analizador además cuenta con certificación Clase A de acuerdo a la norma IEC 61000-4-30 Ed3.



Figura 1. Analizador de redes PQube 3 de Power Standards Lab. Fuente: altoo.dk

3. Diagrama y punto de conexión

El punto de conexión seleccionado para el análisis fue el tablero de distribución trifásico que alimenta la red regulada del laboratorio de Tiempo. Ese tablero, de 208 V, alimenta 8 circuitos bifásicos y 8 monofásicos.

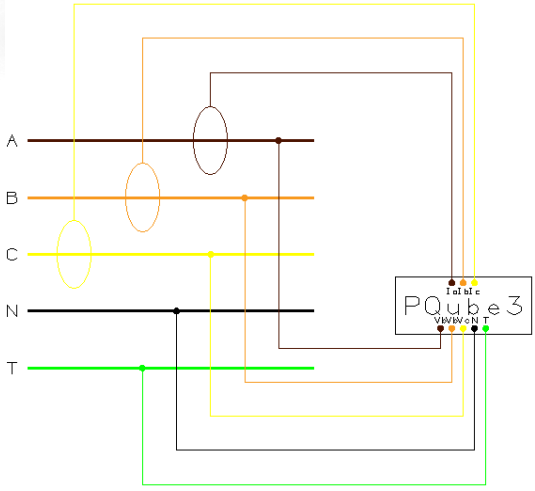


Figura 2. Diagrama de conexión del analizador.

En la figura 2 se puede observar el diagrama de conexión del equipo. Se utilizaron transformadores de

corriente flexibles y la conexión de tensión se realizó directamente ya que se trata de un tablero de baja tensión.

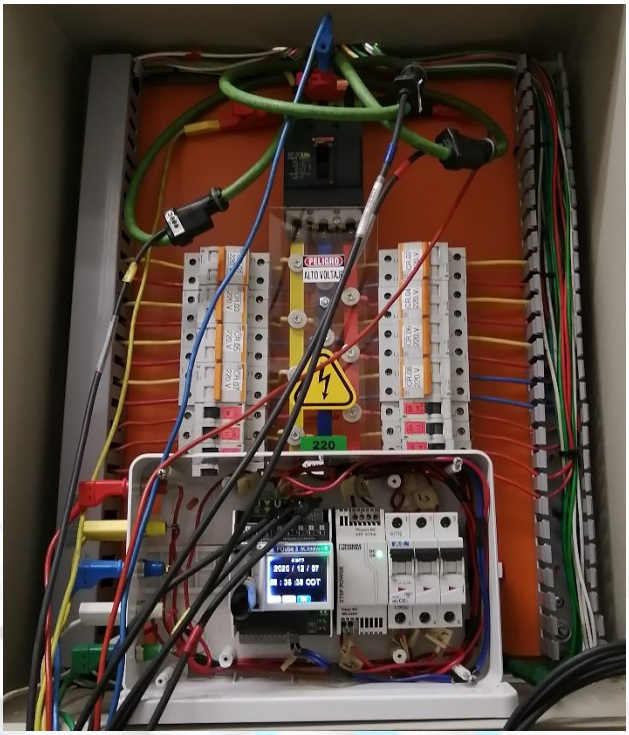


Figura 3. Conexión del analizador en el punto tablero de distribución.

4. Periodo de monitoreo

El periodo de monitoreo fue de 8 días en intervalos de 1 min, 10 min y 2 horas. Es importante aclarar que el analizador cuenta con la capacidad de registrar contingencias como interrupciones en el suministro, Sags de tensión, entre otros.

5. Potencia Activa, reactiva y factor de potencia.

La potencia es la tasa de trabajo que se hace o la energía gastada con respecto al tiempo. Para este caso se monitorearon la potencia activa, la potencia reactiva y el factor de potencia.

En la figura 4 se puede observar el comportamiento de la potencia activa a lo largo de una semana donde la línea roja representa la potencia trifásica total, la línea azul representa la potencia en la fase B, la verde la potencia en la fase A y la amarilla en la fase C.

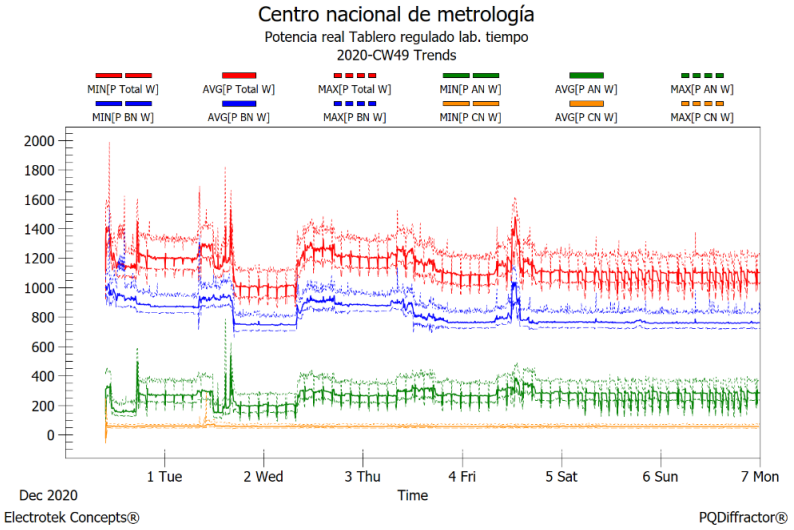


Figura 4. Potencia real laboratorio tiempo

En la figura 4 se puede observar que existe un desequilibrio importante entre las fases ya que gran parte de la carga total es entregada por la fase B (azul) mientras que la fase C (Amarillo) entrega poca potencia.
Como consecuencia de este desequilibrio de carga entre las fases se genera una corriente de neutro, lo que causa desbalances de tensión entre las fases, además, puede causar operaciones inadecuadas del sistema de protecciones.

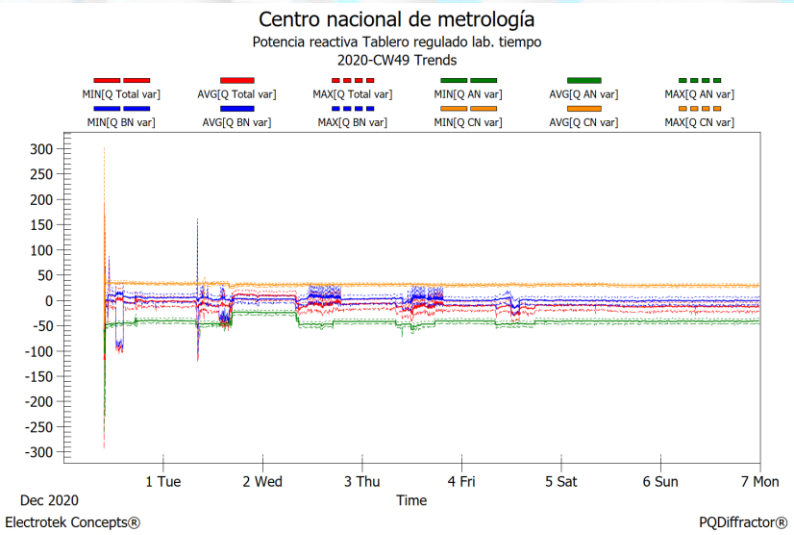


Figura 5. Potencia reactiva laboratorio tiempo

En la figura 5 se puede observar la potencia reactiva. De la misma manera que el caso anterior la línea roja representa la potencia reactiva trifásica, la línea verde representa la potencia reactiva de la fase A, la azul la potencia reactiva de la fase B y la amarilla la potencia reactiva de la fase C.
Ya que la potencia reactiva de la fase C es inductiva y la potencia reactiva de la fase A es capacitiva, estas se anulan produciendo una potencia reactiva trifásica cercana a cero.

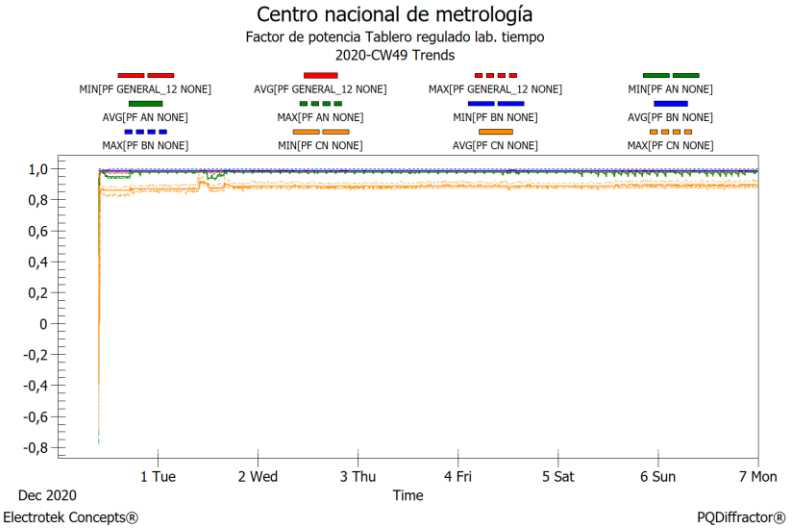


Figura 6. Factor de potencia laboratorio tiempo

En la figura 6 se puede observar el factor de potencia, donde la línea roja es el factor de potencia trifásico, la verde es el factor de potencia de la fase A, la azul es el factor de potencia de la fase B y la amarilla el de la fase C. Aquí se ve reflejado lo concluido con la figura 5, hay bajo nivel de reactivos por lo que la carga tiene un factor de potencia cercano a 1. Esto da cumplimiento a la norma NTC 5001 que estipula que el valor del factor de potencia debe permanecer entre el 0.9 y el 1 al menos el 95% del tiempo.

6. Tensión y corriente

a. Tensión y corriente RMS durante el periodo de monitoreo

De acuerdo a la norma NTC 5001 las tensiones a lo largo del tiempo de monitoreo no deben ser menores y mayores a 10% de la tensión declarada. Como la tensión declarada es 208 V los límites inferior y superior son 188 V y 228 V respectivamente.

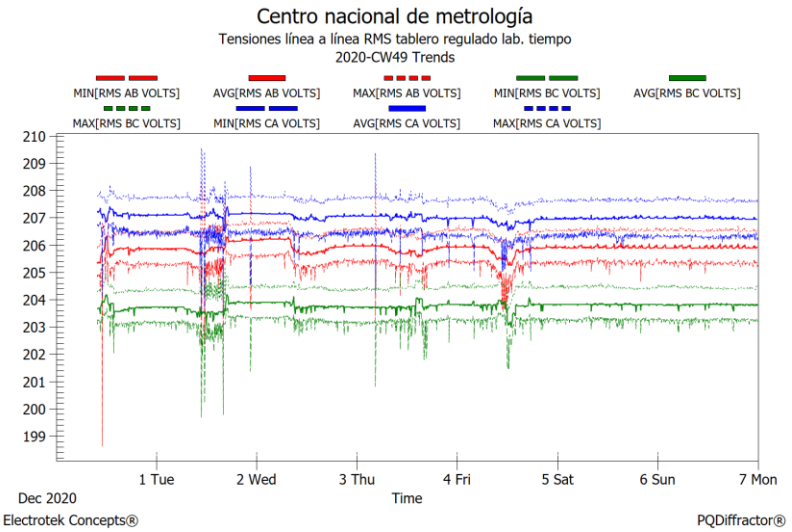


Figura 7. Tensiones RMS a lo largo del tiempo de monitoreo

En la figura 7 se puede observar las tensiones de línea del tablero, donde la línea roja representa la tensión A – B, la línea verde representa la tensión B – C y la línea azul la tensión C – A. Se evidencia en la figura que en ningún momento durante el periodo de monitoreo se excedieron los límites establecidos anteriormente dando así cumplimiento con la norma NTC 5001.

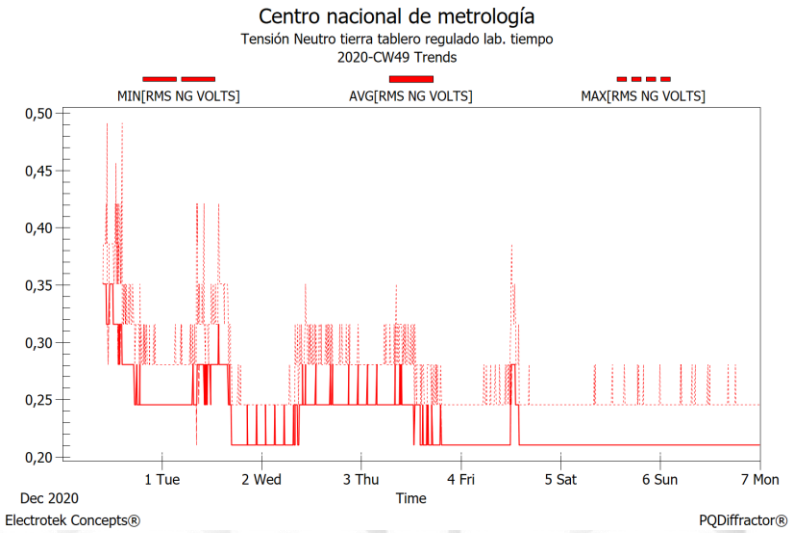


Figura 8. Tensión de neutro – tierra

En la figura 8 se puede observar que la tensión de neutro respecto a la tierra es diferente de cero. Esta es una consecuencia del desbalance de cargas entre las fases.

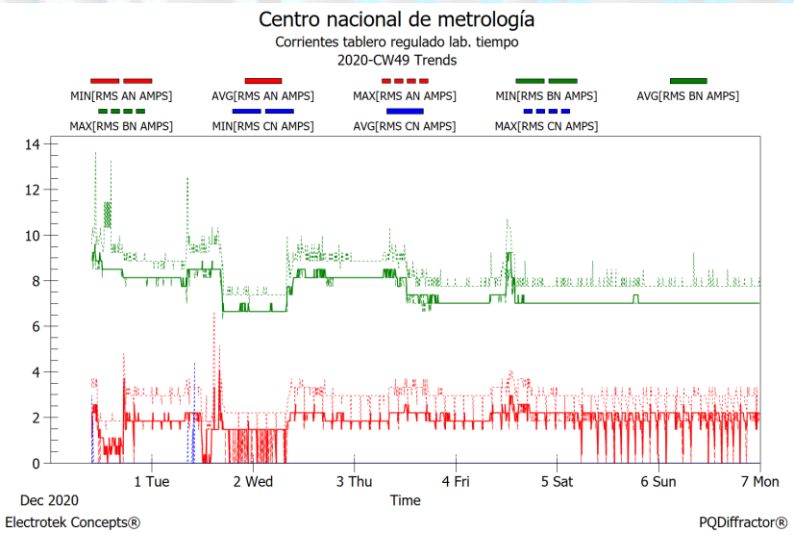


Figura 9. Corrientes por fase

En la figura 9 se puede observar las corrientes por fase. Aquí se hace más evidente como la fase B está más cargada que las demás.

b. Formas de onda

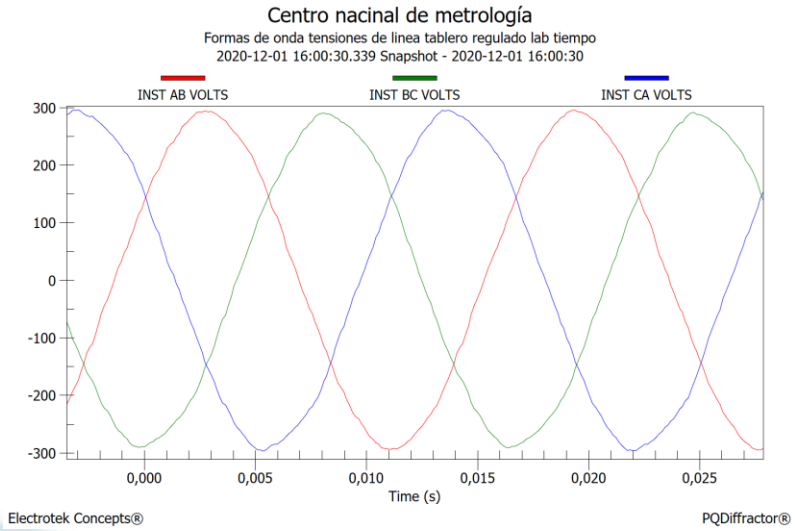


Figura 10. Formas de onda tensiones de línea

En la figura 10 se puede observar la forma de onda de las tensiones de línea. Se evidencia que son bastante cercanas a lo ideal.

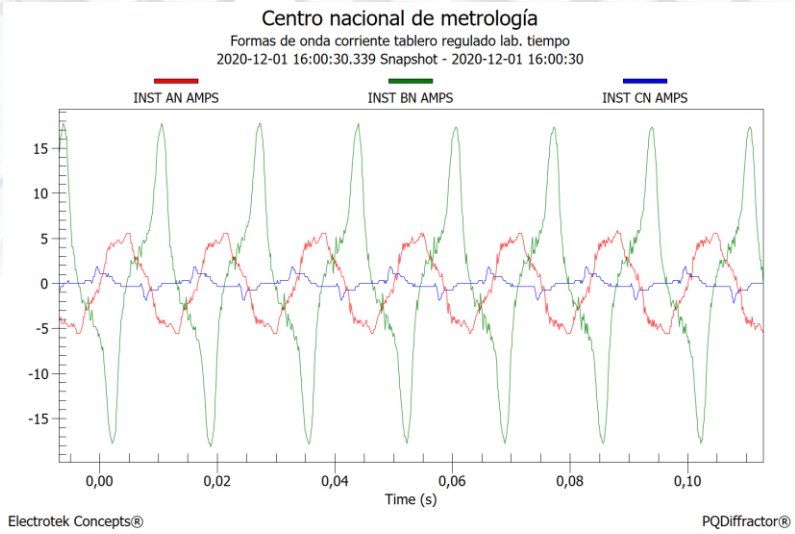


Figura 11. Formas de onda corrientes

Por otro lado, en la figura 11 se pueden observar las formas de onda de la corriente en el tablero. Aunque se trata de formas de onda periódicas, éstas se encuentran muy distorsionadas, sin embargo, su impacto real sobre el sistema es más fácil de cuantificar con la ayuda de la distorsión armónica.

7. Distorsión armónica

Las perturbaciones en las formas de onda de tensión y corriente pueden ser representadas por las

componentes armónicas que son tensiones o corrientes múltiplos enteros de la frecuencia fundamental. La contribución de todas las componentes armónicas es conocida como la distorsión armónica total (THD). Las componentes armónicas, especialmente las de corriente, pueden tener un impacto negativo sobre el sistema, por lo cual se debe mantener el valor de THD por debajo de los valores establecidos por normas nacionales e internacionales.

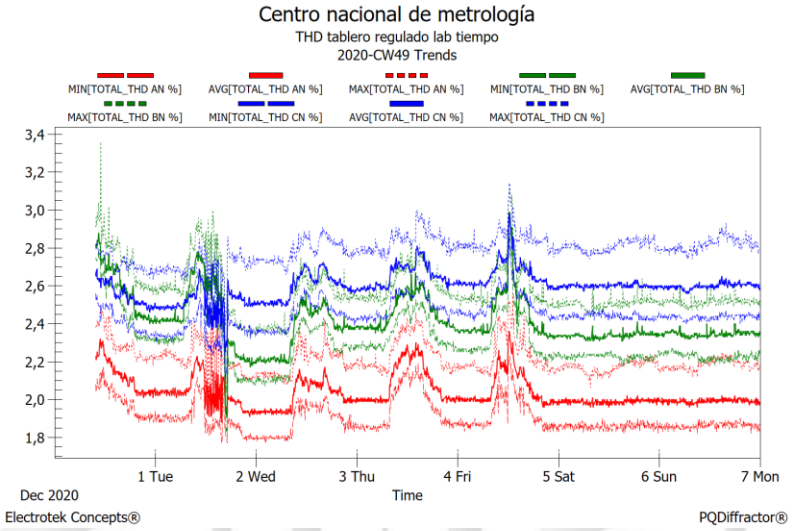


Figura 12. Distorsión armónica total en tensión (THD)

Para la tensión, la norma NTC 5001 establece que no debe sobrepasar un valor de 5%. En la figura 12 se puede observar que durante el periodo de monitoreo no se sobrepasó el valor establecido lo que da cumplimiento a la norma.

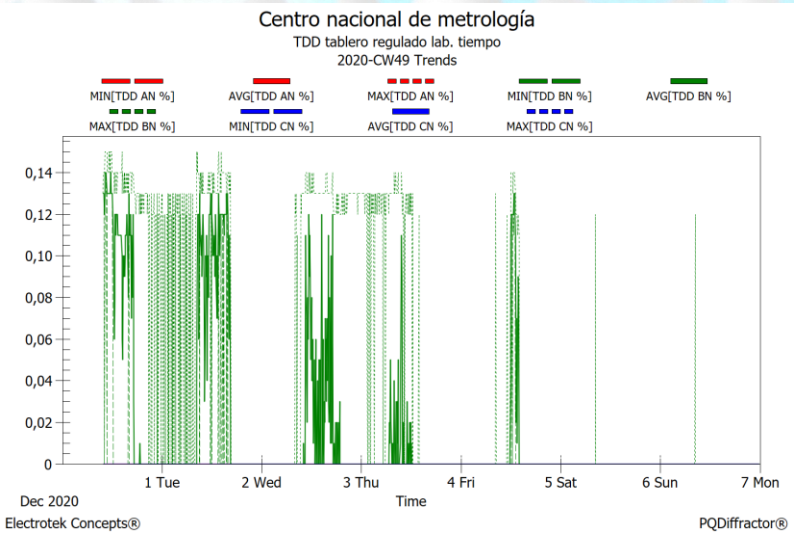


Figura 13. Distorsión armónica total en corriente (TDD)

Para el caso de tablero de distribución del laboratorio de tiempo, que tiene una relación entre su corriente de

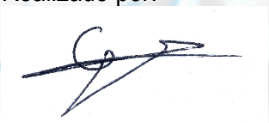
operación y su corriente máxima demandada menor a 20 y una tensión entre 120 V y 69 kV la norma establece que su distorsión armónica total en corriente o TDD debe permanecer por debajo del 5%. En la figura 13 se puede observar el TDD de la línea B que durante el periodo de monitoreo se mantuvo por debajo del valor establecido dando así cumplimiento a la norma. El TDD de las líneas A y C se mantuvo muy cercano a cero por lo cual no se puede observar en esta escala.

8. Conclusiones y recomendaciones.

Ninguno de los parámetros de monitoreo analizados, excedió los valores establecidos en la Norma NTC 5001. A partir de esto se puede concluir que el sistema de distribución tiene un buen desempeño, no hay factores de este que puedan generar deterioro acelerado de los componentes eléctricos ni sobrecostos en la facturación.

Considerando lo anterior, se recomienda realizar otro tipo de actividades en el tablero de distribución, por ejemplo, un balanceo de cargas; adicionalmente, de seguirse presentando la caída de tensión manifestada, se debe repotenciar el circuito del tomacorriente donde se presenta la caída o en su defecto crear un circuito dedicado a dicho tomacorriente. Adicionalmente con el cambio realizado en las tomas eléctricas pudo haber generado una mejora en el funcionamiento lo cual nos impide evidenciar las caídas manifestadas ante la solicitud de dicho estudio.

Realizado por:



Edwin Giovani Santa
Ingeniero eléctrico
M.P.: CN205-149444

Revisado y Aprobado por:



Luis Gabriel Osorio
Ingeniero Electricista
M.P.: VL205-64161