

Dispositivo para el monitoreo y gestión de calidad de la energía eléctrica

Rafael E. García Espinosa

Tecnoparque SENA nodo Rionegro Centro de la Innovación la Agroindustria y el turismo, rafael.garcia@misena.edu.co

Esteban Ocampo Ordoñez

Tecnoparque SENA nodo Rionegro Centro de la Innovación la Agroindustria y el turismo, eocampoo@sena.edu.co

Resumen

El conocimiento de los niveles de calidad de la potencia eléctrica es una herramienta fundamental para hacer uso eficiente de la energía, tomar decisiones de inversiones en infraestructura, en medidas de seguridad para el personal operativo y protección de los equipos, además de contar con elementos para hacer las exigencias y reclamaciones a las empresas prestadoras del servicio. En este trabajo se presenta el desarrollo de un prototipo funcional de bajo costo que permite medir indicadores de calidad de la potencia y facilitar la gestión de la energía eléctrica para su uso eficiente. Inicialmente se describen los indicadores escogidos, y posteriormente se describe la parte técnica, el desarrollo de software y los resultados de las pruebas realizadas.

Palabras clave: Bajo Costo, Calidad de la Potencia, Eficiencia Energética, Equipo de Medición, Uso Eficiente Energía.

1. Introducción

El ministerio de minas y energía a través del programa de uso racional y eficiente de energía y fuentes no convencionales – PROURE [Prias O. (2010)] – establece como un subprograma estratégico la educación, el desarrollo tecnológico, el fortalecimiento de las capacidades investigativas y la gestión del conocimiento, ya que ha visto necesaria la incorporación de la cultura de la eficiencia energética en todos los ámbitos y niveles del conocimiento.

Cuando en la industria se emprenden proyectos de certificación (Norma ISO 50001 (2011)) y de uso racional de la energía (programas URE), se obtienen importantes beneficios, siendo la medición y caracterización de la calidad de la potencia uno de los puntos de partida para determinar cuáles aspectos se debe mejorar.

De acuerdo con un informe sobre Calidad de la Energía de la Unidad de Planeación Minero Energética –UPME– se dice que existe un problema de calidad de la energía eléctrica cuando ocurre cualquier desviación de la tensión, la corriente o la frecuencia que provoque la mala operación de los equipos de uso final y deteriore la economía o el bienestar de los usuarios; asimismo cuando ocurre alguna interrupción del flujo de energía eléctrica.

Los efectos asociados a problemas de calidad de la energía son:

- Incremento en las pérdidas de energía.
- Daños a la producción, a la economía y la competitividad empresarial.
- Incremento del costo, deterioro de la confiabilidad, de la disponibilidad y del confort.

Cuando los niveles de la potencia no son aceptables el sector productivo sufre grandes pérdidas, como lo han manifestado varias empresas del oriente antioqueño, es de resaltar que las mayores pérdidas registradas en torno a la calidad de la potencia se han dado por los cortes en el suministro.

De acuerdo con la normatividad para el sector eléctrico, es obligación de los operadores de red suministrar energía con niveles de calidad adecuados y para que los usuarios puedan exigir calidad en el servicio, requieren contar con elementos probatorios como los registros generados por dispositivos capaces de medir los parámetros de calidad establecidos por la norma.

Al tener conocimiento de los niveles de calidad de la potencia eléctrica se pueden corregir los problemas eléctricos internos IEEE 519 [1992] y del comportamiento de los consumos de energía se pueden tomar decisiones para hacer un uso eficiente.

Por lo tanto en este trabajo se presenta el desarrollo de un dispositivo que permite medir indicadores de calidad de la potencia, además, permite realizar un registro permanente para la gestión de la energía, esta información ayuda a soportar la toma de decisiones para resolver problemas del sistema eléctrico y a evaluar las acciones que busquen un uso racional de la energía.

2. Metodología

El desarrollo del dispositivo busca que su costo sea bajo para facilitar su adquisición y uso en los diferentes sectores, en especial el uso residencial y en pequeñas empresas.

En la fase inicial se realizó una búsqueda bibliográfica y comercial para identificar los equipos que tuvieran capacidades similares en la medición de indicadores de calidad de la potencia. Los resultados entregaron que comercialmente se encuentran equipos desde un \$1.500.000 (millón quinientos mil pesos) hasta los \$29.000.000 (veintinueve millones de pesos).

También se encontraron varios prototipos desarrollados como trabajos de investigación que no son comerciales pero que describen su proceso de diseño y construcción [Duarte, C. (2004)] y [Pérez, F. Suarez, D. (2008)], esta búsqueda permitió la orientación de la fase de diseño, en la cual se definió que el equipo debe ser construido con hardware abierto para facilitar su adquisición y mantenimiento logrando así bajar los costos.

2.1. Diseño del hardware

Los componentes electrónicos del equipo se describen en la figura están separados por bloques de acuerdo a la función que poseen:

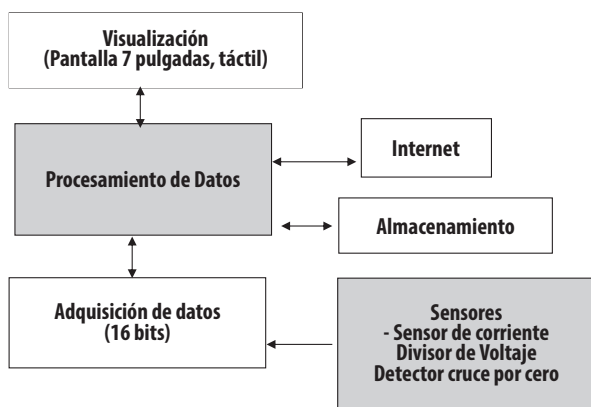


Figura 1. Diagrama de bloques de los componentes del equipo.

Sensores, miden las variables eléctricas de corriente, voltaje y cruce por cero, y tiempo en el que se realiza cada toma de dato. Se usa un sensor de corriente de efecto hall ACS712 de 25 A de rango, divisor de voltaje resistivo para obtener un nivel de tensión de dos voltios pico – pico, sensor de cruce por cero para medir la frecuencia y un reloj de tiempo real DS1307 para determinar el momento exacto en que se realizan las mediciones.

Procesamiento de datos, como la finalidad del equipo es que sea portátil, se selecciono una tarjeta Raspberry pi para procesar los datos y mantenerlos disponibles para las consultas remotas por medio de una interfaz de usuario. Este dispositivo cuenta con puerto HDMI, procesador de 1 GHz, 512 de memoria RAM, conexión a internet, cuatro puertos USB y memoria SD de 8Gb.

A continuación se presenta el Diagrama Esquemático de los sensores y la tarjeta de adquisición de datos.



El software se ha desarrollado en Matlab, sin embargo se exploran otras opciones de software libre como java o python que permitan

disminuir los costos. Las funcionalidades de este se describen a continuación:

Configuración, permite definir el puerto de conexión al dispositivo de adquisición de datos y el tiempo de captura de la señal en minutos, o de forma permanente.

Visualización:

- Parámetros eléctricos, cada segundo se realiza el cálculo del Voltaje Rms, Corriente Rms, Potencia Activa, Reactiva y Aparente.
- Indicadores de calidad de la potencia, como son la frecuencia de la señal de voltaje, el factor de potencia, el THDV (Total Harmonic Distortion of Voltage), y el PST (Percibility Short Time).
- Comportamiento de la onda de voltaje, corriente, y sus armónicos, en el tiempo.

Reporte, se puede generar un reporte con los resultados de la captura de datos, y las graficas.

2.3. Definiciones

Factor de potencia es la relación entre la potencia activa, P , y la potencia aparente, S . Esto entrega una medida de la capacidad de una carga de absorber potencia activa.

THDV (Total Harmonic Distortion of Voltage). Es un indicador de la Distorsión Armónica Total del Voltaje, respecto de la onda estándar, expresada en porcentaje. La forma de calcularlo se define en el Estándar IEEE 519 [1992].

PST (Percibility Short Time). Es un indicador de la perceptibilidad de un equipo o sistema, ante fluctuaciones de tensión durante un periodo de tiempo corto (10 minutos), obtenido de forma estadística a partir del tratamiento de la señal de tensión. La forma de calcularlo se define en el Estándar IEC-61000-4-15 (2003-02).

3. Resultados parciales

Se presenta la interface con una medición realizada con el fin de probar el equipo en un ambiente residencial, como trabajo futuros se propone una comparación y validación de los resultados tomando como referencia el equipo fluke 435, en un ambiente industrial.

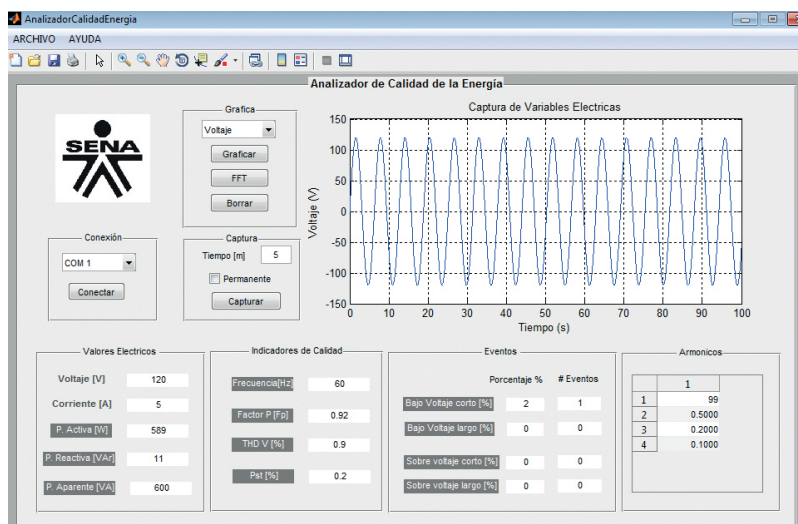


Figura 3. Interface de usuario.

Medidas tomada con los sensores de voltaje y corriente, en la figura 4a se prueba con cargas resistivas, en la figura 4b se prueba con carga inductiva.

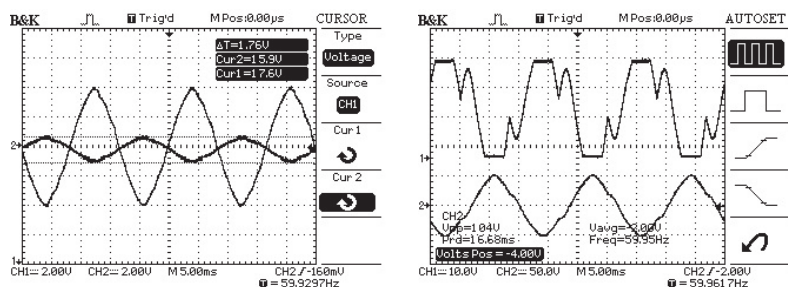


Figura 4. Medición de voltaje y corriente

A continuación se presentan un presupuesto del costo de los elementos para tener un total de 720 mil pesos por el equipo.

Tabla 1. Costo del equipo

Márgenes	Costo miles de Pesos colombianos
Sensores	100
Tarjeta ADQ	50
Raspberry pi	150
Pantalla y comunicación	170
Software	150
Carcasa y mano de obra	100
Total	720

4. Conclusiones preliminares

El prototipo desarrollado proporciona información sobre los parámetros de calidad de la potencia eléctrica y por su bajo costo podría potenciarse como un producto para ser usado en de manera más extendida que los analizadores de red convencionales.

El acompañamiento de los usuarios finales de los dispositivos electrónicos es fundamental para el desarrollo de la interfaz de usuario.

El uso del equipo permite contribuir al uso eficiente de la energía eléctrica a través de la información que sirve como herramienta para conocer más a fondo la calidad de la energía suministrada por los operadores de red, detectar anomalías eléctricas que ocasionen pérdidas de energía y establecer acciones de mejora por parte de los usuarios finales.

Las mediciones sistemáticas y objetivas sobre el uso de la energía, permiten identificar los comportamientos de consumo de los usuarios, y con esto tomar acciones para optimizar buscando con esto hacer más competitivo el sector productivo.

Referencias bibliográficas

EN-50160. (1996). Características de la Tensión Suministrada Por Las Redes Generales de Distribución, UNE.

IEEE Std 519-1992. (1992). Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power System. IEEE.

IEC61000-4-15 (2003). Compatibilidad electromagnética (CEM) –Parte 4 Técnicas de ensayo y medida. Sección 15. Medidor de Flicker.

CREG (024-2005). Norma de calidad de potencia eléctrica aplicables a los servicios de Distribución de Energía Eléctrica.

CREG (056-2004). Calidad de la Potencia.

Perez, F. Suarez, D. (2008). Prototipo analizador de calidad de parámetros de potencia eléctrica. Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia.

Rodríguez, W. Useche, G. (2010). Diseño e implementación de un equipo analizador de calidad de Energía Eléctrica. Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia.

Duarte, C. (2004). Técnicas de procesamiento de señales para la monitorización de la calidad de la energía eléctrica. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

Norma ISO 50001. (2011). Gestión de la energía.
www.iso.org/iso/iso_50001_energy-es.pdf

Prias O. (2010) Programa de uso racional y eficiente de energía y fuentes no convencionales – Proure, Bogotá, Colombia.

https://www.minminas.gov.co/documents/10180/558752/Informe_Final_Consultoria_Plan_de_accion_Proure.pdf/e8cdf796-d7b1-4bb1-90b9-e756c7f48347