

Prototipo para monitorear la calidad de la energía de la red eléctrica utilizando un dispositivo móvil.

Trabajo Terminal No. _____ - _____

*Alumnos: Arriaga Anastacio Miguel Antonio, *Díaz Gutiérrez Oscar*

Director: Carranza Castillo Oscar

**e-mail: odiazg1400@alumno.ipn.mx*

Resumen - En este trabajo se pretende desarrollar un prototipo que permite evaluar la calidad de la energía en algún punto de la red eléctrica, con el objetivo de verificar que se encuentre dentro de los parámetros establecidos por las autoridades de la región o país; el prototipo constará de cuatro módulos, el primer módulo permite medir las señales de la red eléctrica a analizar; el segundo módulo se encarga del procesamiento de las señales sensadas a través de un microcontrolador, para obtener las magnitudes de voltaje, corriente, frecuencia, fase, factor de potencia y la Distorsión Armónica Total (DAT); el tercer módulo es el que permite comunicar el microcontrolador con el dispositivo móvil; y el último módulo es el que permite desplegar los resultados obtenidos en el dispositivo móvil.

Palabras clave - Aplicación Móvil, Calidad de la energía eléctrica, Microcontroladores, Sensores.

1. Introducción

La energía eléctrica es un recurso imprescindible en la sociedad actual, debido a que se vive en un mundo tecnológico, por lo que la capacidad de proporcionar energía eléctrica de manera constante es muy importante para un país con la finalidad de llevar a cabo sus actividades diarias; de acuerdo con la Secretaría de Energía en 2020, la cobertura de la energía eléctrica es del 98.7 % en el territorio nacional [1].

En la actualidad se utiliza la energía eléctrica para alimentar equipos eléctricos y electrónicos en distintos ámbitos, por ejemplo, se ocupan luminarias en las calles, herramientas como taladros o destornilladores eléctricos en algunos trabajos, equipo médico en hospitales, se utilizan múltiples electrodomésticos en los hogares y se usan computadoras para muchas actividades; por norma, la energía eléctrica está estandarizada en México a 127 V a 60 Hz [2], de ahí cada aparato la convierte de acuerdo a su funcionamiento y necesidad.

Cuando la red eléctrica no proporciona la energía con las características establecidas por la norma, esto puede provocar que los aparatos se descompongan, no funcionen adecuadamente o consuman más energía de la adecuada, estas fallas son provocadas por los problemas de la energía eléctrica, las cuales han concientizado recientemente a tomar en cuenta la calidad de la energía eléctrica. Una perturbación de la calidad de la energía es generalmente definida como cualquier cambio en las características de la energía (voltaje, corriente o frecuencia) que afectan la operación normal del equipo eléctrico.

Hoy en día, el estudio de la calidad de la energía es una preocupación para compañías industriales, negocios e incluso para los hogares. El estudio se ha intensificado debido a que el equipo electrónico se ha vuelto más sensible a cambios mínimos en el suministro de voltaje, corriente y frecuencia. Por esto mismo, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, por sus siglas en inglés) ha definido las perturbaciones de la calidad de la energía en siete categorías de acuerdo con la forma de onda [3].

Una de las categorías contempla la distorsión de la forma de onda y uno de los tipos de distorsión son los armónicos. Estos son componentes no deseados que son múltiplos de la frecuencia fundamental y son causados por cargas no lineales. La importancia de evitar estos armónicos es porque pueden provocar sobrecarga en el cableado y en los transformadores, generando calor lo cual puede ser perjudicial para la integridad de los dispositivos electrónicos y el entorno que los rodea, ya que en casos extremos pueden provocar incendios [4].

Actualmente existen dispositivos dedicados a medir la calidad de la energía eléctrica y que cuentan con la capacidad de medir la distorsión armónica, sin embargo, estos dispositivos tienen un costo muy elevado (por arriba de los veinticinco mil pesos mexicanos). A continuación, en la Tabla 1 se muestra un cuadro comparativo de la características de los dispositivos ya existentes y la solución propuesta por este trabajo terminal.

Dispositivo	Características	Precio en el mercado
PCE-GPA 62	<ul style="list-style-type: none"> ● Armónicos medidos: 50. ● Mide voltaje, corriente, factor de potencia, ángulo de fase, frecuencia, energía y potencia activa, reactiva y aparente (monofásica o trifásica en redes simétricas). ● Memoria para 50,000 lecturas. ● Interfaz USB para conexión con equipos de computo. 	957.60£
FLUKE NORMA 5000	<ul style="list-style-type: none"> ● Armónicos medidos: 40. ● Mide voltaje, corriente, ángulo de fase, potencia activa, reactiva y aparente. ● Memoria de 4 MB ampliable a 128 MB. ● Software para PC NormaView de Fluke para descarga de datos, análisis y generación de informes. 	Entre \$21,313.99 USD y \$53,572.99 USD
HIOKI PQ3198	<ul style="list-style-type: none"> ● Armónicos medidos: 50. ● Mide voltaje, corriente, potencia y energía activa, reactiva y aparente, factor de potencia, factor de potencia de desplazamiento, factor de desequilibrio de voltaje y corriente. ● Interfaces de memoria SD/SDH, LAN (Funciones HTTP/FTP) y USB 2.0 para comunicaciones. ● Software PQ ONE para creación de reportes. 	\$7,370 USD
TT 2019-B061 [5]	<ul style="list-style-type: none"> ● Armónicos medidos: 25. ● Módulos de sensado, acoplamiento y procesamiento de la señal. ● Interfaz bluetooth para comunicación. ● Aplicación móvil de despliegue de información. 	
Solución propuesta	<ul style="list-style-type: none"> ● Armónicos medidos: 25. ● Optimización de todos los módulos. ● Limitaciones de potencia, voltaje y corriente ● Interfaz para la comunicación. ● Aplicación móvil. ● Pantallas con mejor visualización de los datos. ● Historial de mediciones. 	

Tabla 1. Cuadro comparativo de productos similares.

2. Objetivo

Objetivo General

Desarrollar un prototipo para la medición de la red eléctrica, con la finalidad de monitorear la calidad de la energía eléctrica, utilizando microcontroladores y una aplicación móvil.

Objetivos específicos

- Investigar acerca de la regulación de la energía eléctrica en México.
- Implementar un módulo de sensado que permita medir las señales de la red eléctrica
- Implementar un módulo de procesamiento de las señales eléctricas para obtener los parámetros de la calidad de la energía eléctrica.
- Desarrollar una aplicación móvil para desplegar la información de la calidad de la energía eléctrica.

3. Justificación

El uso de aparatos electrónicos como computadoras, servidores, impresoras, monitores y otros equipos similares que necesitan rectificar la corriente alterna a corriente directa son cargas no lineales que causan ondas armónicas en la línea eléctrica, cuando estas ondas armónicas sobrepasan un nivel determinado pueden tener varios efectos, entre los que destaca, que pueden afectar el funcionamiento de algún dispositivo que se encuentre conectado a la red eléctrica, pueden estropear aparatos electrónicos, también pueden sobrecalentar el cableado y los transformadores eléctricos. El problema de mal funcionamiento tiene un costo económico, ya que propicia el desaprovechamiento de la energía consumida y el problema del calentamiento puede suponer un problema de seguridad, ya que en los casos más severos pueden ser causa de incendio.

Hoy en día se encuentran disponibles en el mercado dispositivos que se utilizan para monitorear la calidad de la energía y realizar la medición de la Distorsión Armónica Total, pero cabe mencionar que sus precios son muy elevados, lo que dificulta su adquisición personas y a pequeñas empresas. Por esto, la implementación del prototipo podría contar con los siguientes beneficios:

- Accesibilidad del producto.
- Interfaz en dispositivo móvil.
- Compatibilidad con distintos dispositivos Android.
- Facilidad de uso.

La propuesta de desarrollo implica el empleo de conocimientos de microcontroladores e instrumentación, así como el desarrollo de una aplicación móvil para Android que despliega la información recabada por el dispositivo que se acopla a la toma de corriente y se comunica de manera inalámbrica.

4. Productos o Resultados esperados

Los productos esperados al finalizar el trabajo son los siguientes:

- Dispositivo de medición de la red eléctrica.
- Aplicación móvil de Android.
- Manual de usuario.
- Manual Técnico

La arquitectura del prototipo propuesto es la mostrada en la Figura 1:

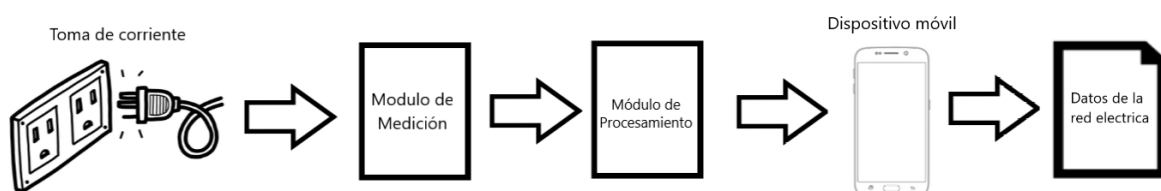


Figura 1. Arquitectura del sistema.

5. Metodología

Para el desarrollo se propone la metodología por prototipos también llamada modelo evolutivo, ya que es un modelo de desarrollo iterativo que permite hacer un análisis rápido y tener una vista preliminar del producto final desde el principio del desarrollo. Esta metodología permite construir un prototipo estructurado que puede ser mejorado tras recibir retroalimentación al final de cada ciclo. La Figura 2 muestra el diagrama de la metodología por prototipos.

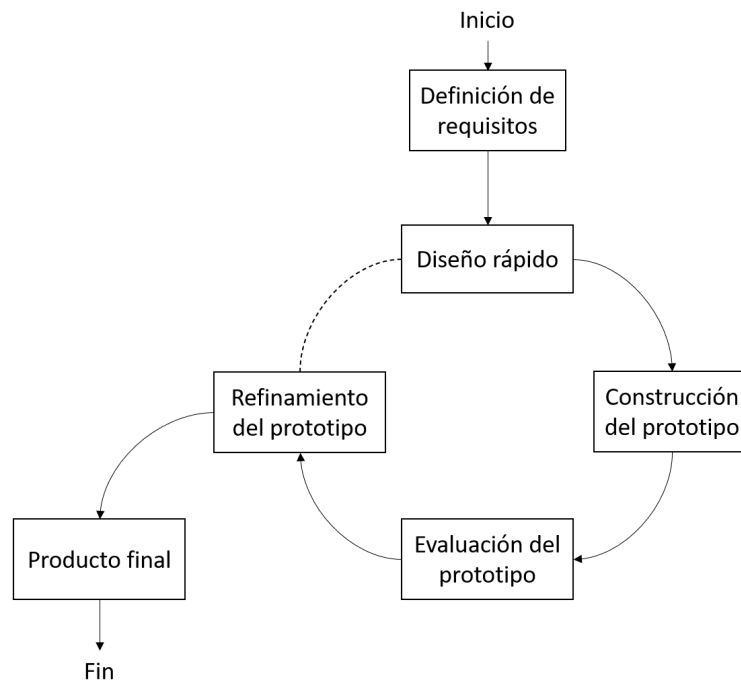


Figura 2. Diagrama de la metodología por prototipos.

A continuación en la Tabla 2, se muestran los prototipos contemplados y sus alcances.

Versión	Alcance
Prototipo 1	-Implementación del módulo de medición de la señal de la red eléctrica.
Prototipo 2	-Implementación del módulo de procesamiento de señales.
Prototipo 3	-Desarrollo de la Aplicación Móvil e implementación del módulo de comunicación.

Tabla 2. Prototipos contemplados.

6.Cronograma

Cronograma de Arriaga Anastacio Miguel Antonio

[illegible]

Cronograma de Diaz Gutierrez Oscar

[illegible]

7. Referencias

- [1] "El Gobierno de México fortalece el Sistema Eléctrico Nacional", Secretaría de Energía, 2020. [Online] Disponible: <https://www.gob.mx/sener/es/articulos/el-gobierno-de-mexico-fortalece-el-sistema-electrico-nacional>
- [2] Diario Oficial de la Federación (Octubre 29, 2012), Secretaría de Gobernación [Online] Disponible: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5280607&fecha=29/11/2012
- [3] J. Seymour, "The Seven Types of Power Problems", Schneider Electric, 2010. [Online] Disponible: https://www.se.com/us/en/download/document/SPD_VAVR-5WKLPK_EN/
- [4] N. Rasmussen, "Hazards of Harmonics and Neutral Overloads", Schneider Electric, 2010. [Online] Disponible: https://www.se.com/us/en/download/document/SPD_VAVR-5WKLPK_EN/
- [5] Prototipo de un Sistema de Monitoreo de la Red Eléctrica, TT B061, 2019, Fonseca Perdomo D., Lima Ramirez C. A., Palacios Rivas P. I.

8. Alumnos y directores

Arriaga Anastacio Miguel Antonio.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2015090043, Tel. 5588138146, email: marriagaa1400@alumno.ipn.mx.

CARÁCTER: Confidencial
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.
PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono.

Firma: _____

Díaz Gutiérrez Oscar.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2015090157, Tel. 5583359945, email: odiazg1400@alumno.ipn.mx.

Firma: _____

Carranza Castillo Oscar.- Dr. en Ingeniería Electrónica por la Universidad Politécnica de Valencia en 2012, Maestría en Ingeniería Electrónica por la Universidad Politécnica de Valencia en 2009. Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica por ESIME, Zacatenco en el 2000, Ing. En Comunicaciones y Electrónica por ESIME, Zacatenco en 1996. Profesor de ESCOM-IPN (Depto. de Ciencias e Ingeniería de la Computación) desde 1999, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores de México Nivel I. Miembro de la Red de Energía del IPN. Senior Member de la IEEE. Áreas de Interés: Electrónica Analógica, Electrónica de Potencia, Instrumentación, Microcontroladores, Ext. 52066, email: ocarranzac@ipn.mx

Firma: _____