



CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presenta el desarrollo de cada fase de la metodología seleccionada, incluyendo su resultado y los medios utilizados para lograr el mismo.

Se darán a conocer cada una de las fases de la metodología para dar cumplimiento a los objetivos planteados y por último se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

1.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A continuación se darán a conocer cada uno de los resultados obtenidos en la presente investigación desarrollando un análisis de cada una de las fases correspondientes. Dichas deben corresponder con los objetivos planteados al inicio de la investigación.

1.1.- DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

Para dar consecución a el objetivo general propuesto al inicio del proyecto: Desarrollo de un sistema de monitoreo y registro de la calidad de energía en instalaciones de baja tensión; se presenta en seguida el desarrollo de la metodología.

FASE I: DEFINIR EL PROBLEMA

Para lograr el desarrollo de esta fase titulada definir el problema, se alcanzó el primer objetivo de la investigación que es analizar los sistemas de monitoreo y registro de la calidad de energía en instalaciones de baja tensión, tomando en cuenta la descripción general de este objetivo se realizaron una serie de visitas aleatorias a distintas empresas, de esta forma a través de diversos recorridos por las instalaciones, se aplicó la técnica de observación directa plasmando lo observado en un guión de observación y luego complementando el conocimiento previo del mismo con el obtenido, se logró un análisis detallado de su situación actual.

Por otra parte, se aplicó la técnica de entrevista no estructurada que fue dirigida al Ing. Tony González, haciendo referencia al comportamiento de la calidad de energía en las instalaciones de la Universidad Rafael Beloso Chacin ubicada en Maracaibo Edo. Zulia entre la avenida Guajira con prolongación circunvalación 2, quien es el encargado de la manipulación directa de los equipos, que se encargan de llevar el monitoreo y registro del comportamiento de la energía eléctrica, además de manejar las normas y estándares que lo rigen.

En este sentido, se visualizó de forma directa las instalaciones de la planta autoabastecedora de la Universidad Rafael Beloso Chacin donde poseen una tecnología de vanguardia para el control de la energía que reciben de la red eléctrica (Anexo C) y de la forma como abastecen de energía a toda la universidad (Anexo B).

Una vez realizada la inspección se procede a analizar los parámetros

que se observan en la obtención de las variables que se estén midiendo, para así tomar las previsiones necesarias para el buen suministro de la energía en las instalaciones.

Por tal motivo, el principal problema que se presenta en esta instalación (URBE), es que el suministro de energía que les provee CORPOELEC, dicho por el entrevistado “es sucia”, ya que presenta muchas anomalías (picos de voltajes elevados, fluctuaciones en su fase, etc.) a la hora de ser provista a la comunidad.

Dicho problema viene dado ya sea por; la falta de mantenimiento en CORPOELEC, en los sistemas de distribución trifásicos, o porque se realizan conexiones indebidas provocando un desbalance en las líneas de distribución.

Se mostró cómo la energía de las redes eléctricas pueden llegar a afectar equipos que estén siendo utilizados por un usuario final determinado si no se toman ciertas previsiones como protectores de equipos eléctricos.

De forma tangible, se estableció que es necesario monitorear la energía suministradas de la red eléctrica ya que se puede hacer un estudio detallado de la forma cómo mejorar este servicio se conoce cuáles son los problemas que presentan y cómo afecta al usuario final de éste servicio.

FASE II: DEFINICIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES

Una vez culminado el análisis de la situación actual del objeto de

estudio, se procedió a la siguiente fase de la investigación, denominada definición de las especificaciones, la cual se lleva a cabo en el segundo objetivo de la presente investigación, determinar las variables para un sistema de monitoreo y registro de la calidad de energía en instalaciones de baja tensión.

Se tomó como punto de partida las de mejoras necesarias para las existentes instalaciones, para lo cual se dio uso una vez más de la técnica de entrevista no estructurada. Para este propósito, algunas de las preguntas plasmadas en el guión de observación como instrumento de recolección de datos, se tomó del experto su opinión sobre la necesidad de mejorar las posibles imperfecciones existentes en las instalaciones de red eléctrica, y los beneficios que ésta pudiera brindar, obteniendo los siguientes resultados.

En primer lugar, se consultó al experto sobre si se mejoraría la calidad de energía obtenida a través de un sistema de monitoreo y registro de la misma en las instalaciones de baja tensión, si es determinante como el posible aumento de la productividad en un establecimiento bien sea una empresa, comercios o residencias, el desarrollo de un sistema que monitoree y registre el comportamiento de la energía suministrada para la necesidad que se presente, el cual expresó que serviría para futuras investigaciones y tener como base el progreso de observar el comportamiento de la energía en una instalación.

Por otra parte, el experto consideró que un sistema de monitoreo y registro, proporcionaba suficiente información en el cual se podría tomar

en cuenta algunas de las variables que se miden para el mantenimiento de las instalaciones o equipos, que están causando por medio de la transferencia a las redes eléctricas anomalías que distorsionen la calidad de energía.

Una vez atestiguada la necesidad y beneficios que pudiesen obtenerse por medio de un sistema de monitoreo y registro de la calidad de energía para el proceso antes mencionado, se procedió a determinar las especificaciones necesarias para su desarrollo, para lo cual fue preciso detallar de forma teórica el comportamiento correcto de los parámetros que se van a monitorear y registrar en este sistema.

En pos a lo planteado como definición de las especificaciones, para llevar a cabo el desarrollo de un sistema que monitoree y registre el comportamiento de la energía, se toman en cuenta las variables como el voltaje, los picos de voltaje, interrupciones, la corriente y potencia a través del voltaje. Dando así como ejemplo del comportamiento de cada una de ellas a través de gráficos que, por medio de rangos que se establezcan, se tendrán como consecuencia los parámetros y comportamientos de la energía eléctrica.

FASE III: DESARROLLO DEL SOFTWARE

Luego de realizar las especificaciones técnicas del sistema de monitoreo y el registro de la calidad de energía, es necesario el desarrollo de la tercera fase de la investigación, titulada desarrollo del software, con el fin de lograr el objetivo que se encuentra orientado a desarrollar las

secuencias lógicas del sistema de monitoreo y registro de la calidad de energía en instalaciones de baja tensión.

Como herramienta gráfica para el desarrollo y diseño de este sistema es utilizado el software LabView, el cual presta innumerables ventajas para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

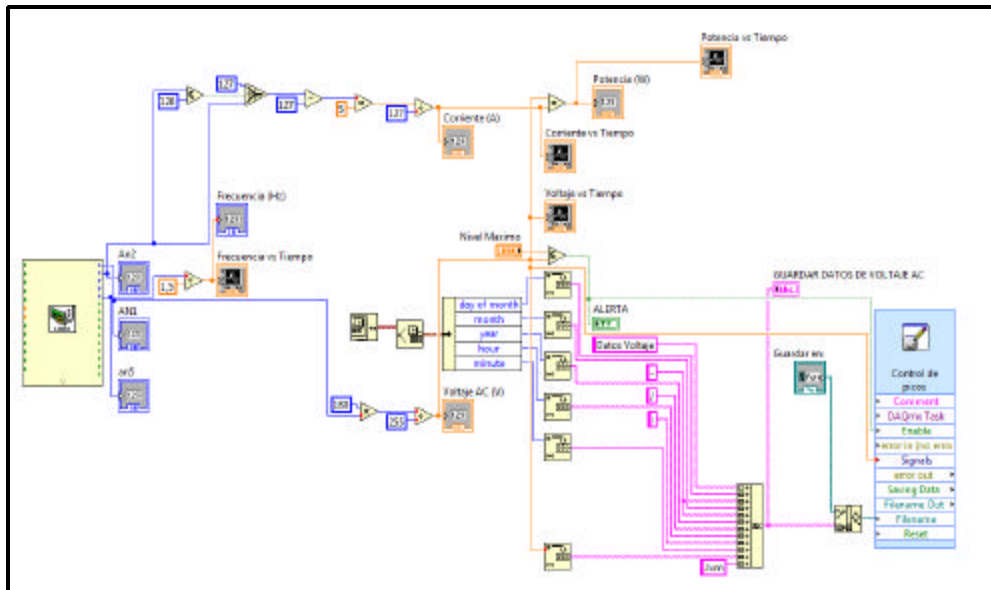


Figura 9. Diagrama de bloques del programa programa en LabView
Fuente:LabView(2012)

La figura9 muestra la estructura completa del desarrollo del software para el entorno gráfico donde se mostrarán los datos obtenidos y que representan las variables más importantes de esta investigación.

Toda la información es provista por el microcontrolador (pic 18F4550) la cual llega al computador de forma cableada a través de una conexión USB.

LabView posee unas librerías pre-establecidas y diseñadas para la captura y el procesamiento de esa información.

Labview a través del canal analógico (AN1) del micro controlador toma la

información referente al voltaje de la red eléctrica a evaluar, la cual es mostrada de forma gráfica en una ventana establecida en función del tiempo y otra ventana que muestra de forma numérica su valor al momento de la toma de la información. De igual forma a través del canal analógico (AN2) del microcontrolador se toma la información referente a la corriente de dicha red eléctrica, donde LabView muestra la información simultáneamente en dos ventanas, una gráfica en función del tiempo y otra de forma numérica.

Por otro lado, el canal analógico (AN5) del microcontrolador LabView toma la información con respecto a la fase de la red eléctrica a evaluar, que es mostrada de forma simultánea en dos ventanas, una de forma gráfica en función del tiempo y en otra de forma numérica.

Con la información obtenida del voltaje y la corriente se procede al cálculo de la potencia ($P=V \cdot I$), cuya fórmula enuncia que la potencia viene dada por el producto del voltaje y la corriente, así de esta misma forma se procedió hacer el cálculo de esta variable en el entorno del LabView.

Obtenido el cálculo de la potencia se muestra su valor en dos ventanas, una de forma gráfica en función del tiempo y otra de forma numérica.

De forma simultánea a la toma de datos de las variables a evaluar en la red eléctrica se monitorean y se programan las alarmas con respecto a los sobre picos del voltaje, y las interrupciones del suministro de energía (que representarían la suspensión o interrupción del suministro de energía en la red eléctrica). En este monitoreo se establecen los parámetros a

evaluar por el usuario, de forma que sea más dinámica su evaluación de acuerdo a los requerimientos de cada evaluación.

Para esto se establecieron dos ventanas, una de forma numérica, donde se establecerá un límite numérico del voltaje a evaluar, ya que si esta variable supera este valor límite se producirá un sobrepico de voltaje, y de inmediato quedara un registro en los datos que almacena LabView. La otra ventana es para establecer el límite inferior del voltaje, que en este caso de evaluación será un valor de cero (0), debido a que si en la red es cero (0) voltios representa una suspensión o interrupción del servicio.

El registro de estas informaciones, tanto de los sobrepicos del voltaje o de las interrupciones, serán guardados en un archivo tipo lvm, nativo del LabView, que puede ser leído y tratado en una hoja de cálculo de uso comercial. Este archivo puede ser guardado en cualquier preferencia del usuario.

El desarrollo de este software se despliega de forma paralela a la circuitería eléctrica del prototipo ya que se realizan pruebas de toma de información en diferentes etapas de su desarrollo, para llevar una acorde secuencia de comunicación acorde.

La figura 10 muestra el resultado de la programación antes detallada, esta ventana gráfica es la que visualizará el usuario para el control y monitoreo de las variables de interés, las cuales son Voltaje, Potencia, Frecuencia y Corriente, de igual forma esta ventana le proporcionará de forma automática al usuario las alarmas correspondientes a los sobrepicos de voltajes y las interrupciones. Aquí también se proporcionan

al sistema a través de las ventanas numéricas los límites establecidos por el usuario para el control de estos sobrepicos, y se establece la ubicación del directorio donde será almacenado el archivo de registro de fallas.

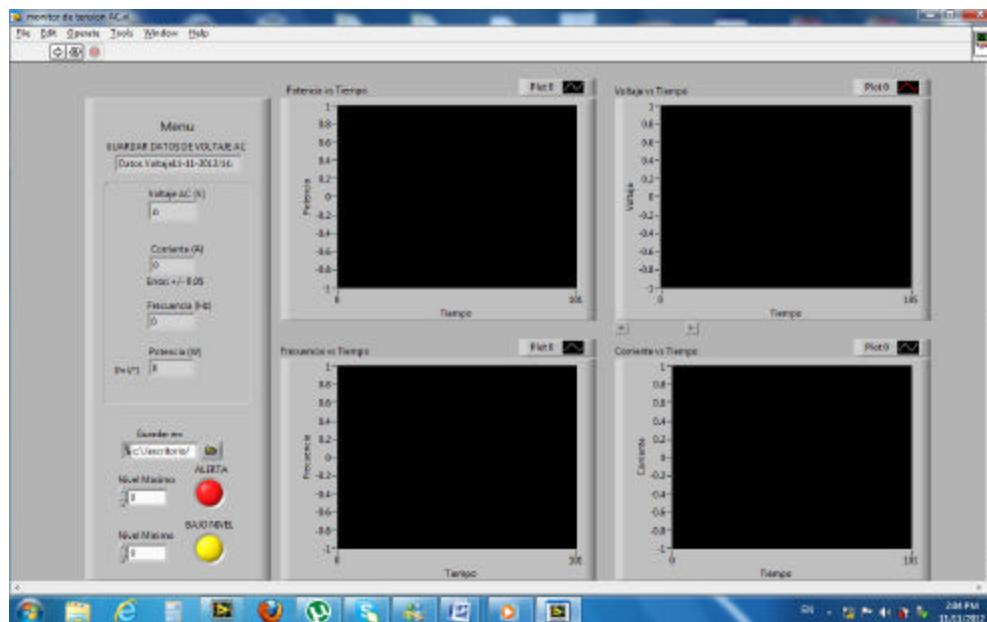


Figura 10. Pantalla principal de Monitoreo y Registro de las Variables en el programa de LabView.

Fuente: LabView(2012)

. Este software una vez desarrollado y evaluado se procede a crear un ejecutable para que sea de forma más cómoda y práctica su uso en diferentes ordenadores, esto facilita el uso de esta aplicación que no necesitará la aplicación LabView previamente instalada.

Lista de Materiales empleados en este Proyecto de investigación:

- Pic18f4550
- Cristal de 48 Mhz
- Transformador 100/6-0-6v
- Puente rectificador
- Resistencia de 206k+185k+31.5k+1.8k+350ohm
- Potenciómetro 15k ohm
- Led rojo y verde

- Capacitores: 100uf,47uf
- Opam lm741
- Base para pic
- Conector USB
- Placa PCB
- Sensor de corriente ASC714
- Pushbotton

FASE IV: CONSTRUIR EL PROTOTIPO

Esta fase compete al diseño (figura 11) y construcción del prototipo del sistema de monitoreo y registro de la calidad de energía. Esta construcción involucra la elaboración de una placa (figura 12) donde se encontrarán los diferentes elementos que se necesitan para tomar de forma directa los datos de la red eléctrica a evaluar.

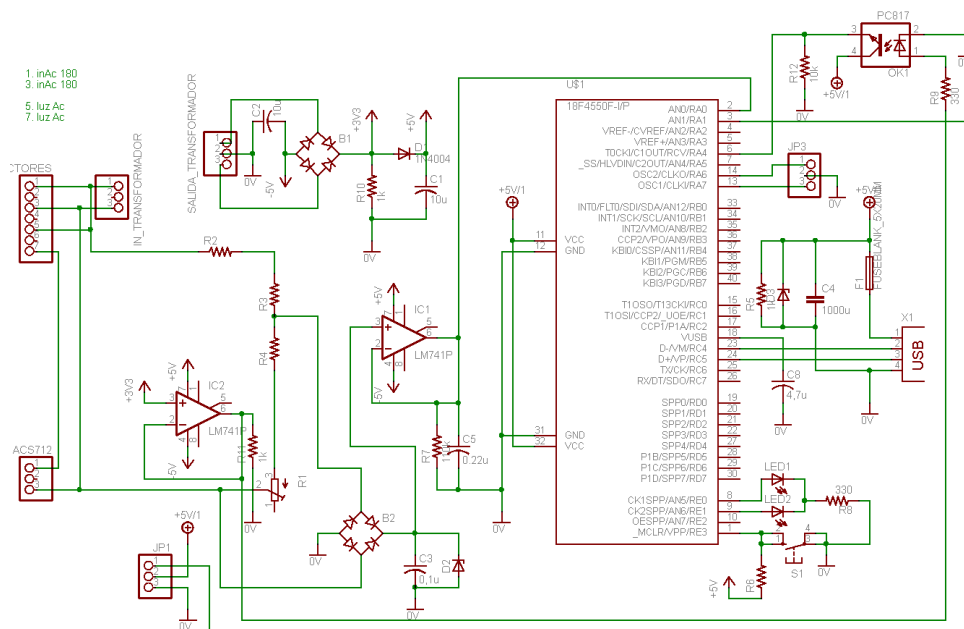


Figura 11. Pantalla principal de Monitoreo y Registro de las Variables en el programa de LabView.
Fuente: Limewire(2012)

Etapa de voltaje. Esta etapa se estableció, como límite físico de trabajo 180 VAC, ya que de forma experimental se tomará como referencia de trabajo 110 VAC.

Debido que el microcontrolador recibe un voltaje de 0 a 5 voltios DC en su canal analógico digital, no se puede llevar de forma directa a este el voltaje de la red, ya que esto producirá grandes daños en su estructura física. Para llevar al microcontrolador de forma adecuada el voltaje de la red a evaluar, se realiza previamente un arreglo de circuitos para acondicionar esta señal al microcontrolador.

El voltaje de la red es tomado en un punto de entrada de la placa, que pasa a un divisor de voltaje, esto se emplea para escalar el voltaje de la red, de forma que con el máximo establecido (180 VAC) representen 5 VAC, este voltaje pasa a través de un puente rectificador que convierte el voltaje AC en voltaje DC, siendo 5 VDC el valor máximo para que trabaje adecuadamente el canal analógico digital del microcontrolador, para este caso se tomó el canal AN1 del microcontrolador 18F4550.

Una vez filtrado y estabilizado el voltaje que pasa a través del puente rectificador y con el rango adecuado para que trabaje el microcontrolador se procede a llevarlo a este a través de un acoplador de voltaje con un OPAM que de igual forma lleva una etapa de filtrado y estabilización.

Para la calibración del voltaje y tener un mínimo rango de error con la información que llega al computador a través del microcontrolador, se implementó un potenciómetro para dar un ajuste a este valor.

Etapa de frecuencia. Para la etapa de la lectura de frecuencia de la

red se toma del divisor de tensión el voltaje que este proporciona, que como valor máximo representaría 5 VAC para 180 VAC.

Este voltaje se lleva a un acoplador de voltaje para llevarlo al microcontrolador, este acoplador de voltaje lleva una etapa de filtrado y estabilización. Como la frecuencia es el número de eventos hechos en un segundo, el microcontrolador tendrá una interrupción cada vez que se presente un ciclo positivo de voltaje, los cuales contara en el tiempo de un segundo.

Etapa de corriente. El sensor ACS714 determina la corriente que está pasando a través de la carga conectada en un punto de entrada en la placa eléctrica, punto que está consecutivo a la entrada de alimentación de la red eléctrica a evaluar, este sensor entrega un voltaje de 0 a 5 VDC, siendo 5 VDC, para una corriente de 30A.

Este voltaje es llevado al microcontrolador y este a su vez lo transmite a la PC, ahí el software de acuerdo a la programación establecida mostrara la corriente registrada. Este sensor se instaló en serie con respecto a la carga.

En el circuito se construyó una fuente dual necesaria para suplir el voltaje adecuado ± 5 VDC, que son necesarios para la alimentación de los OPAM que trabajan como acopladores con el microcontrolador.

El microcontrolador PIC 18F4550 empleado en este proyecto trabaja con un clock de 48Mhz. En la siguiente figura se puede observar una imagen tomada del Microcontrolador en el montaje elaborada y utilizado para este proyecto .



Figura 12. Microcontrolador PIC 18F4550
Fuente: Elaboración propia (2012)

FASE V: FINALIZAR EL DISEÑO

Para lograr la culminación del último objetivo planteado definido como **la comprobación de la operatividad correcta del sistema en las condiciones donde será utilizado para determinar la calidad de respuesta**, se procedió a desarrollar la última fase metodológica, denominada **finalizar el diseño**. En fases anteriores se alcanzó la depuración efectiva del software hasta su integración con el hardware; sin embargo, en esta fase se culminaron las evaluaciones del sistema implementado en su totalidad, asegurando su funcionamiento efectivo y final.

Principalmente se comenzó con la evaluación de la interfaz gráfica, la cual una vez conectada la PC con el hardware diseñado y comprobar el correcto enlace del microcontrolador con el software, se procede a conectar a la red eléctrica y a la carga a evaluar. Se mostró de forma satisfactoria y de una respuesta rápida el registro de las interrupciones del servicio. La lectura gráfica de los valores del voltaje, corriente, potencia y frecuencia se presentan con una ligera lentitud, pero sus lecturas son correctas.

Los reportes generados por el sistema se presentan adecuadamente a cada evento.

2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Para continuar, luego de estar desarrolladas todas las fases que complementan la investigación y fueron realizadas bajo la metodología de Angulo (1997) y Savant (2000) junto con los aportes de los autores que sustentan la investigación se discutirá el desarrollo de un sistema de monitoreo y registro de la calidad de energía en instalaciones de baja tensión.

Al inicio, se realizaron investigaciones con respecto al monitoreo y registro de la calidad de energía analizando las variables que tomaban en cuenta para el desarrollo del proyecto, también se realizó una visita a la planta autoabastecedora de energía de URBE y se aplicó la observación directa, para analizar cuáles eran las principales fallas en la instalación eléctrica. Por otra parte se logró observar que la planta posee una alta tecnología en cuanto al control de la energía recibida y la suministrada. Esto fue de gran ayuda para el análisis de las fallas provenientes de la red eléctrica que la surte, ya que se pudo observar de forma directa un total control sobre ella.

A partir de los datos recolectados dentro de la planta, se levantó información para la elaboración del software y el prototipo, para ser aplicados en instalaciones de baja tensión.

Culminada la observación se llevó a cabo el desarrollo de la primera fase referente al análisis de la situación actual de la calidad de energía. Prosiguiendo, se realizó la entrevista no estructurada para así desarrollar la segunda fase; definición de la especificaciones, por tanto, se determinaron las especificaciones que requiere el sistema de monitoreo y registro de energía.

Del mismo modo en la siguiente fase, desarrollo del software, se realizó la programación del proceso mediante una codificación estructurada, se realizaron las simulaciones correspondientes paso a paso para el cumplimiento de la cuarta fase, construir el prototipo. Todo esto con la finalidad de desarrollar el penúltimo objetivo específico, construir un sistema de monitoreo y registro de la calidad de energía en instalaciones de baja tensión.

Para finalizar con el último objetivo específico y fase de la investigación referente a finalizar el diseño, mediante pruebas correspondientes entre el software de LabView y el prototipo se demostró el funcionamiento del sistema de monitoreo y registro, donde se finalizó con la integración del hardware y software.