

Uso de los puertos GPIB y Ethernet para el procesamiento de variables eléctricas

Rafael Guzmán-Cabrera

Universidad de Guanajuato,
Facultad de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica,
México

guzmanc@salamanca.ugto.mx

Resumen. La adquisición, medición y manipulación de variables eléctricas nos permite tener control sobre el funcionamiento de un sistema. Dada la propagación e impacto que han tenido en prácticamente todos los sectores de la sociedad el uso de las redes de computadoras personales es sin duda importante incorporar estos recursos en la realización de mediciones de variables eléctricas. En este trabajo se presenta una metodología que permite medir variables eléctricas por medio de los puertos GPIB (General Purpose Interface Bus) y ethernet. Por medio de estos puertos se lleva a cabo la adquisición y manipulación de datos a distancia obtenidos de equipos de prueba, medición y control. El control de los equipos se lleva mediante una PC.

Palabras clave: Puertos GPIB, Ethernet, variables eléctricas.

Using GPIB and Ethernet Ports for Processing Electrical Variables

Abstract. The acquisition, measurement, and manipulation of electrical variables allows us to control the operation of a system. Given the spread and impact that the use of personal computer networks has had on virtually all sectors of society, it is undoubtedly important to incorporate these resources into the measurement of electrical variables. This paper presents a methodology that allows measuring electrical variables through GPIB (General Purpose Interface Bus) and Ethernet ports. These ports are used to acquire and manipulate remote data obtained from test, measurement, and control equipment. The equipment is controlled by a PC.

Keywords: GPIB ports, Ethernet, electrical variables.

1. Introducción

Medir significa comparar una magnitud de valor desconocido con una determinada unidad de medida previamente elegida. El proceso de medición generalmente requiere el uso de un instrumento como medio físico para determinar la magnitud de una variable. Los instrumentos constituyen una extensión de las facultades humanas y en

muchos casos permiten a las personas determinar el valor de una cantidad desconocida la cual no podría medirse utilizando únicamente las facultades sensoriales. El instrumento virtual, sensa las señales de voltaje y corriente del sistema, para ser llevadas a la PC a través de un puerto o una tarjeta de adquisición de datos. La importancia de realizar la medición de energía eléctrica, estriba en el hecho de que esta no se puede almacenar, por lo que se hace necesario tener una medición exacta en los consumos de energía.

De acuerdo a las necesidades y cantidad de energía medida, será el tipo y modelo de medidor que se requiere.

Algunas técnicas para minimizar los efectos de los errores:

- 1.- Realizar una serie de ensayos y no confiar en una sola observación.
- 2.- Alternar el uso de diferentes instrumentos de medición en el mismo experimento.

Al utilizar una PC como elemento de medición se pueden llevar a cabo varias lecturas en un periodo muy corto de tiempo con lo cual se tendría una certeza mayor de estar realizando la medición correcta, aunado a que se pueden llevar a cabo la medición de variables eléctricas diferentes, que de otra manera implicaría el uso de instrumentos de medición distintos.

Las comunicaciones inalámbricas (wireless), el acceso a la comunicación vía satélite, junto con el internet y las redes locales actualmente se han fusionado para crear sorprendentes estructuras de trabajo y servicios. La ingeniería eléctrica no se queda atrás en la aplicación y el aprovechamiento de estos recursos, así por ejemplo, actualmente encontramos grandes sistemas de monitoreo y control; en puntos estratégicos de la red de servicio eléctrico en diferentes partes de la Republica son colocados equipos de medición y control que son capaces de almacenar, transmitir y recibir información al instante controlados vía satélite, teniendo el acceso y control desde centrales ubicadas a cientos de kilómetros.

En la figura 1 se muestra en sistema propuesto para el desarrollo del presente trabajo. Podemos observar en esta figura que con el osciloscopio existen principalmente dos maneras de realizar la medición a distancia, la que mostraremos primero es la que utiliza el puerto GPIB y la segunda manera es utilizando la tarjeta de red, si bien es cierto que estos dos puertos de comunicación son completamente diferentes, se pueden realizar tareas similares con ellos, por lo que la comparativa que se pudiera hacer entre sus ventajas y desventajas solo se enfocara en la aplicación en uso, esto es, por ejemplo el puerto GPIB esta diseñado para ser usado a la vez junto con otros equipos de prueba y medición, pero los cables de medición no deben de exceder de veinte metros, mientras que si utilizamos la tarjeta de red, no se tiene limitede distancia. En el caso del uso de la tarjeta de red se tiene la limitante de no poder interactuar entre varios equipos de medición de manera simultanea.

El resto del artículo esta organizado de la siguiente manera: en las secciones II y III se muestran las generalidades y descripción de los sistemas GPIB y ETHERNET respectivamente. En la sección IV se habla acerca del comportamiento del sistema, en la sección V de los resultados obtenidos y terminamos con la sección VI referente a las conclusiones y trabajos futuros.

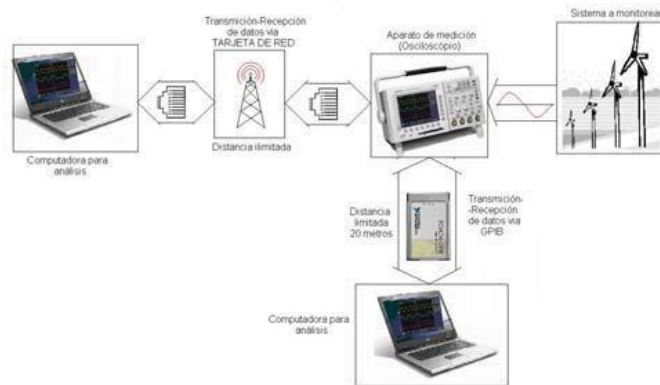


Fig. 1. Diagrama de medición a distancia.

2. Generalidades y descripción del sistema GPIB

Los fabricantes de equipos de prueba y medición buscan cumplir al cien por ciento con los estándares de calidad y ofrecer siempre algo nuevo al usuario, uno de los estándares incluidos en dichos equipos es el estándar IEEE 488 o GPIB. El osciloscopio Tektronix TDS3034B entre sus múltiples accesorios cuenta con un puerto de expansión, el cual permite que se le puedan conectar diversos accesorios, uno de ellos es el puerto IEEE 488.

GPIB es un estándar de conexión que permite la comunicación de una computadora con instrumentos electrónicos de medida, como pueden ser generadores de funciones, osciloscopios, etc. A pesar de este nombre, fue diseñado específicamente para la conexión de instrumentos de medida. Fue creado en 1965 por la compañía Hewlett-Packard, y se popularizó con rapidez, debido a sus altas tasas de transferencia de datos (8 Mbytes/s). Para evitar la dispersión de características, los principales fabricantes acordaron la estandarización del GPIB en 1975 (IEEE 488.1), centrándose en las características eléctricas y mecánicas del bus. Una segunda estandarización (IEEE 488.2 de 1987) delimitó de forma más concreta la programación del GPIB, definiendo comandos de aparatos, formato de mensajes y estado de los instrumentos. El siguiente paso de importancia fue la adopción del formato de comandos SCPI (Comandos Estándar para Instrumentos Programables), que estructura las órdenes a los aparatos de forma coherente, permitiendo (hasta cierto punto), la sustitución de instrumentos de distintos fabricantes con mínimos cambios.

Un sistema GPIB consiste en una serie de instrumentos de medida conectados a un bus, y controlados, normalmente, por una PC dotada de una tarjeta GPIB. Existe bastante libertad en la configuración topológica del bus, que, en general, es una combinación de disposiciones lineales y en estrella, como se muestra en la figura 2.

El dispositivo controlador gestiona el flujo de datos y comandos a los diferentes elementos del sistema. Puede haber un máximo de 15 dispositivos conectados al bus, y al menos dos tercios de ellos deben estar encendidos. La separación máxima entre dos dispositivos es 4 m, y la separación promedio en toda la red debe ser menor de 2 m. La



Fig. 2. Ejemplo de conexión de un sistema GPIB.



Fig. 3. Diagrama del sistema implementado usando la interfaz GPIB

longitud total de la red no debe exceder los 20 m. El control de los instrumentos puede realizarse bajo cualquier lenguaje de programación tal como: C, C++, Visual Basic, LabView y Matlab entre otros. Cada instrumento GPIB posee un manual de programación en el que se explican los diferentes comandos que puede utilizar el aparato. Aparte de poder usar los lenguajes de programación antes mencionados para el control de las tarjetas GPIB, cada fabricante de los equipos que tiene integrado este puerto, pone a la venta software que es completamente de ambiente gráfico y con una interfaz bastante entendible por cualquier usuario aparte de poder controlar completamente el instrumento facilitando la comunicación entre los instrumentos interconectados.

Utilizar solo un instrumento de medida para mostrar los alcances del puerto GPIB sería poco ilustrativo, es por eso que se decide utilizar un generador de onda para generar una señal aleatoria, esta señal estaría simulando la lectura de el voltaje o la corriente de un sistema real, mostrarla en el osciloscopio y adquirir y almacenar los datos en una computadora personal. Para realizar el control de los instrumentos y poder hacer un análisis de los datos obtenidos. Para la programación y el control de este puerto

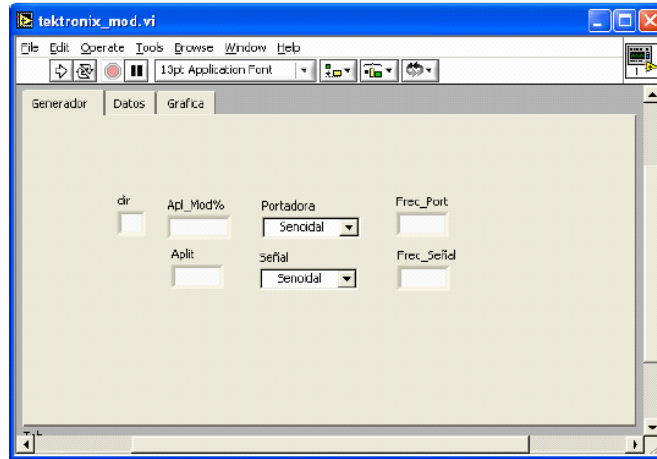


Fig. 4. Ventana para la configuración del generador de onda.

se utilizó LabVIEW, este software es una potente herramienta en cuanto a instrumentación virtual, con la ventaja de usar programación gráfica, en lugar de programar código.

En la figura 3 podemos observar el sistema utilizando la interfaz por medio del GPIB. El generador de señales se programa para generar una señal tipo seno, la cual será la portadora, a 60 Hz y otras desde 0.1 hasta 30 Hz, esto se hace para mostrar solo algunas de las funciones que se pueden controlar con el GPIB automáticamente utilizando el LabVIEW.

Obsérvese en la figura 4 se muestra la configuración del generador, en el primer cuadro de texto se pone la dirección GPIB del generador, en el segundo se introduce el porcentaje en amplitud de la amplitud de la señal (ej. 35 % de 1 V es 350 mV de amplitud de la portadora), se selecciona el tipo de señal de la portadora (Senoidal, Cuadrada, Triangular y Rampa) y la frecuencia de la portadora. En el segundo renglón se introduce la amplitud de la señal moduladora, el tipo de la señal y su frecuencia.

3. Generalidades y descripción del sistema ethernet

Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de trama del nivel de enlace de datos del modelo OSI. Aunque se trató originalmente de un diseño propietario de Xerox, esta tecnología fue estandarizada por la especificación IEEE 802.3, que define la forma en que los puestos de la red envían y reciben datos sobre un medio físico compartido que se comporta como un bus lógico, independientemente de su configuración física. Originalmente fue diseñada para enviar datos a 10 Mbps, aunque posteriormente ha sido perfeccionada para trabajar a 100 Mbps, 1 Gbps o 10 Gbps y se habla de versiones futuras de 40 Gbps y 100 Gbps. Actualmente Ethernet es el estándar más utilizado en redes locales/LANs.

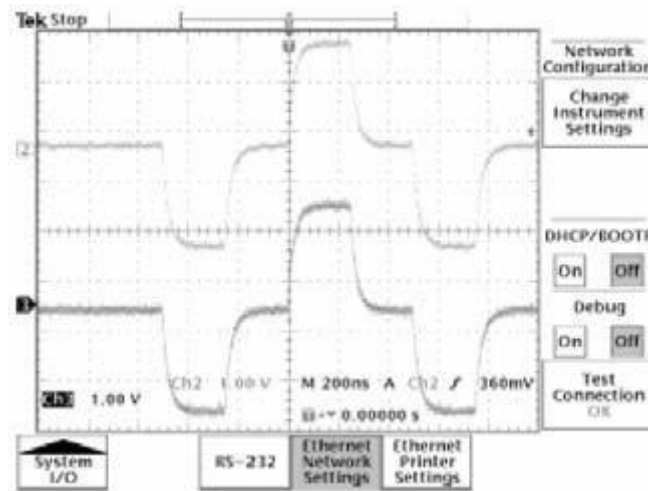


Fig. 5. Menú donde se localiza la pantalla para configurar la red de Ethernet

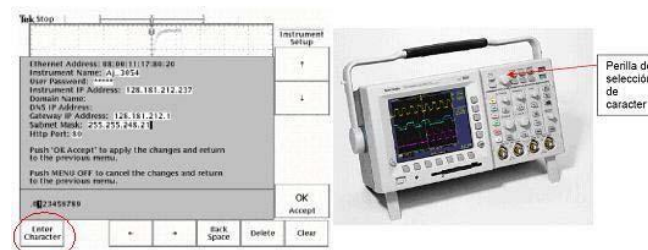


Fig. 6. Parámetros de red y perilla de selección de carácter.

El osciloscopio TEKTRONIX TDS3034B tiene la capacidad de guardar datos en distintas formas los cuales pueden ser obtenidos de manera serial, en un archivo y por la red ethernet. Si se desea obtener los datos por ethernet, antes se tiene que configurar el osciloscopio para que éste funcione como un pequeño servidor web que permita que los usuarios se conecten y adquieran los datos a través de su navegador de internet. Para habilitar la transferencia de datos por ethernet se tiene que acceder al submenú system I/O (entrada, salida) en menú de utilerías. Y seleccionar la configuración de red de ethernet (Ethernet network settings) como se muestra en la figura 6.

Una vez seleccionada la configuración de redes ethernet, se procede a acceder a la configuración de la red, presionando el botón del comando “Change Instruments settings” y una nueva pantalla se desplegará mostrando los parámetros de la red. La mayoría de estos parámetros se pueden modificar, para navegar entre ellos, se utilizan las flechas que aparecen a la derecha de la pantalla. Para cambiar una letra o un número, se utiliza la perilla superior del osciloscopio (figura 6) para navegar entre las letras o números y se presiona “enter carácter”.

En realidad estos comandos se modifican solo en caso de que exista la necesidad de configurar el osciloscopio para una red especial. En la mayoría de los casos, la conexión a ethernet funciona con los valores que por omisión tiene el osciloscopio. Una vez que

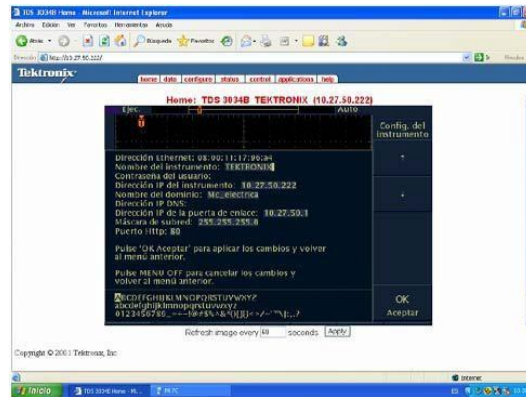


Fig. 7. Ventana principal de e*scope[6].



Fig. 8. Sistema de monitoreo y control utilizando ethernet.

se conecta el cable de red a la entrada del osciloscopio, se puede presionar “Test Connection” y verificarse el osciloscopio puede acceder a la red. Si el botón muestra la palabra “OK” ya no es necesario hacer otro ajuste. En caso de que el osciloscopio muestre el mensaje “No response” se puede intentar modificar el parámetro DHCP/BOOT y volverlo a intentar. Una vez conectado el cable de red en el osciloscopio, y que la prueba de conexión resulta cierta, sólo es necesario abrir cualquier navegador de internet y escribir en la casilla de dirección, la dirección IP del instrumento. No se debe añadir WWW. El osciloscopio cuenta con un pequeño servidor llamado e*Scope que se encarga de transmitir en html los datos que adquiere del osciloscopio.

Dentro de este trabajo, lo que pretendemos es precisamente adquirir los datos del osciloscopio de una manera remota, con una distancia superior a 20 m que es el límite máximo si se utiliza el GPIB, donde no sea necesario la presencia de alguna persona en el área de medición más que solo en el momento de realizar las conexiones, utilizando el e*scope se tomará lectura del consumo de la corriente y el voltaje de una computadora, se decide esto ya que actualmente casi cualquier instrumento, máquina, controlador, etc., en un sistema de producción o en una industria, utiliza microprocesadores y lógica digital para un mejor funcionamiento, si junto con esta razón consideramos que es fácil conseguir una computadora portátil, queda claro el por qué se decide la implementación del presente Sistema.

Como se puede observar en la figura 8, se tiene una computadora funcionando, esto para simular algún equipo que este en operación dentro de una industria, se realiza la conexión de tal manera que podamos censar con el osciloscopio TDS3034B la corriente

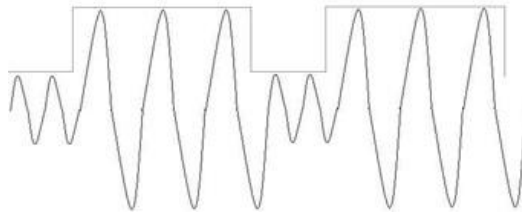


Fig. 9. Señal a montar en el generador de onda

que esta consumiendo la computadora en ese instante, se configura el osciloscopio para que funcione su interfaz de ethernet, una vez configurado se obtiene el numero IP que servirá para acceder al monitoreo y control del osciloscopio desde cualquier nodo que pertenezca a la misma red de ethernet

4. Comportamiento del sistema

Una vez implementado el sistema de la figura 3, hay que realizar varias pruebas para verificar que efectivamente los datos adquiridos mediante el software son realmente los datos que estamos observando en el osciloscopio y que el generador de onda responde correctamente a las instrucciones enviadas desde el software, por lo que es necesario estar presentes en el área donde se encuentran los instrumentos mientras se realizan estas recomendaciones, una vez montado el sistema, lo que prosigue es pues el control del generador de onda y del osciloscopio desde la computadora portátil, esto se logra utilizando el programa desarrollado en LabVIEW® propuesto en la sección II. Para probar nuestro sistema, montaremos en el generador de funciones la señal que se muestra en la figura 9, como se observa es una señal senoidal que tiene como portadora a una señal cuadrada.

De acuerdo a la figura 5, lo primero es configurar el generador de onda para que envíe al osciloscopio la señal deseada. En el primer cuadro de texto se pone la dirección GPIB del generador, que se ha designado anteriormente con el número 32. En el segundo campo se introduce el porcentaje en amplitud de la amplitud de la señal (35 % de 1 V es 350 mV de amplitud de la portadora), se selecciona el tipo de señal de la portadora, en este caso “Cuadrada” y la frecuencia de la portadora que fijaremos con 10 Hz. En el segundo renglón se introduce la amplitud de la señal moduladora como ya se dijo será de 1 v, el tipo de la señal es senoidal y su frecuencia será de 60 Hz.

Se eligió realizar esta aplicación para apreciar mejor los alcances que tiene el puerto GPIB, sin embargo se puede realizar la aplicación que se desee, siempre y cuando los instrumentos de control y medida estén equipados para dicho fin. Con la ventaja de estar clasificados de acuerdo a la fecha y número de muestra, capturados ya los datos y una vez almacenados en formato.xls no queda más que darle el uso que más convenga al usuario, en la figura 10 se grafican dichos datos solo para corroborar que realmente los datos coinciden con los resultados esperados.

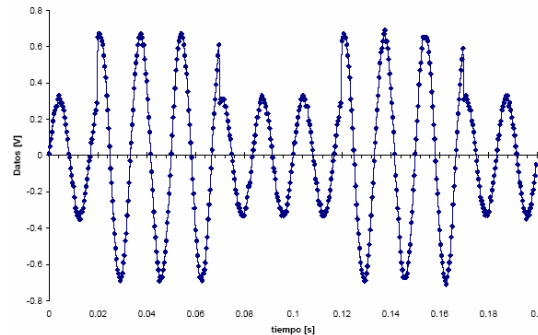


Fig. 10. Señal Modulada con portadora cuadrada a 10 Hz y señal de 60 Hz.



Fig. 11. sistema de medición implementado

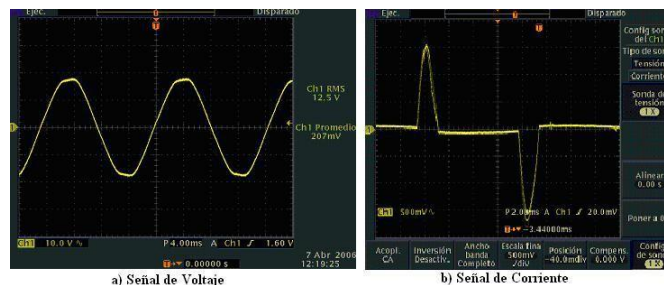


Fig. 12. Formas de onda del voltaje y corriente capturadas desde el e*scope.

Resulta extremadamente notoria la facilidad con que se pueden adquirir los datos del osciloscopio TDS3034B utilizando la tarjeta de red y el servidor e*scope. Una vez teniendo la certeza que tanto la red como el osciloscopio están trabajando correctamente, se implementa el sistema, que consiste en tomar la lectura de la corriente consumida por una computadora portátil que se encuentra en funcionamiento, esto simulara algún equipo cuyo funcionamiento se base en sistemas digitales y se le requiera hacer un estudio eléctrico. La computadora que se va a monitorear se encuentra en el mismo sitio que el osciloscopio, el osciloscopio lo conecta a la red

I _{rms} =	P =	D =	FDist =
0.3191	10.0966	33.2256	0.5801
V _{rms} =	Q1 =	FP =	THDi =
127.3656	21.1269	0.2484	140.4233
S =	D =	FD _{esp} =	THDv =
40.6476	33.2256	0.4433	2.6435

Fig. 13. Resultados arrojados por el programa llamado “estimador de armónicos”.

ethernet y la computadora con la que se controlara al osciloscopio se encuentra a una distancia aproximada de 50 m, conectada a un nodo perteneciente a la misma red ethernet a la que se conectó el osciloscopio, esto lo podemos observar en la figura 11.

Desde la computadora portátil mediante el e*scope se capturaron las formas de onda, con sus respectivos vectores de valores correspondientes a la corriente y al voltaje consumidos por la computadora que se está monitoreando, en la figura 12 se muestra el voltaje y la forma de onda de la corriente.

5. Resultados

Es necesario ser un experto en el área de análisis de señales eléctricas para poder determinar un diagnóstico con tan solo observar la señal, es por eso que existen herramientas matemáticas que nos ayudan a realizar un análisis detallado de las señales en este caso eléctricas, y con este análisis poder hacer una correcta interpretación de la señal, en el trabajo de tesis “Estimación y simulación de armónicos utilizando el programa Matlab” se desarrolla un potente programa para realizar la estimación de armónicos presentes en una señal y el cálculo de las principales variables eléctricas presentes en un sistema. El programa solo necesita las funciones discretas de corriente y voltaje junto con el número de muestras para poder calcular[7]: Contenido armónico de ambas señales, forma de onda de las señales, V_{rms}, I_{rms}, S, P, Q1, D, FP, THDv y THDi. Por lo que se ajusta perfectamente para ser utilizado con los datos que se adquieren en el presente trabajo.

Consideremos pues los datos obtenidos en la sección IV-B, figuras 12-a) y 12-b), El programa necesita los valores de las muestras contenidas en un ciclo, esto nos arrojó 834 muestras, se cuenta entonces con los datos necesarios para que el programa haga su trabajo, cargamos los vectores en el programa junto con el número de muestras y obtenemos los resultados mostrados en la figura 13. junto con la información contenida en la figura 13, el programa nos despliega las gráficas de las señales y su contenido armónico, mismas que se muestran en la figura 14. En la figura 12 a) en la forma de onda de voltaje se aprecia una pequeña distorsión de la onda fundamental. Con el estimador de armónicos, en la figura 14 en la gráfica de armónicos de voltaje se observa la componente fundamental y dos aportaciones más de la tercera y quinta armónica.

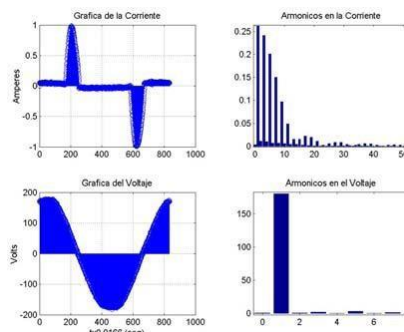


Fig. 14. Formas de onda y armónicos obtenidos del programa “estimador de armónicos”

En la tabla de la figura 13 podemos ver la que la distorsión armónica total de voltaje (THD_v) es del 2.84%.

La forma de onda de la corriente la podemos observar en la figura 37 donde se observa lo distorsionado de esta señal. En la tabla de figura 13 podemos ver la gran cantidad de armónicos que produce esta carga no lineal. Las armónicas pares son despreciables en comparación con las impares. Se hacen notables las armónicas 3^a, 5^a, 7^a, 9^a y la 11^a que son las que aportan la mayor distorsión. La corriente rms que marcaba el amperímetro oscilaba entre 1.1 y 0.5 A y En la tabla de figura 13 vemos que el valor rms de la corriente (I_{rms}) es de 0.32 A, esto debido a una posible falla del amperímetro. El valor de voltaje rms obtenido con el voltímetro fue de 128.5 V. En la tabla de figura 13 podemos ver que la medición del voltaje rms (V_{rms}) es de 127.36 V. La diferencia que hay entre estos valores se puede deber a la resistencia que se colocó en serie con la computadora para hacer la medición de la corriente.

Finalmente, la potencia aparente que consume la computadora (S) es de 40.64 VA, una potencia activa (P) de 10.09 W, una potencia reactiva (Q1) de la onda fundamental considerablemente grande de 21.12 VAR y la distorsión de potencia (D) es de 33.22 VAd. El factor de distorsión (FDist), que indica el porcentaje de distorsión de la forma de onda de corriente con respecto a la fundamental y es de 0.5801. El factor de desplazamiento (FDesp) que es el desfaseamiento que tiene la forma de onda de voltaje contra la forma de onda de corriente fundamental y es de 0.4433. Con ambos factores se calcula el factor de potencia (FP) que para este caso es 0.2484.

6. Conclusiones

Con la realización de este trabajo se abre un campo poco difundido a nivel industrial, muy poco explorado a nivel laboratorio e inimaginable a nivel educativo, al menos en nuestro país. Sería grandioso poder contar en nuestra escuela con un laboratorio que aprovechara al máximo el equipo con que cuenta, en éste trabajo quedan plasmadas las bases para la construcción de una interconexión de instrumentos tan grande como se desee y para las aplicaciones que la imaginación y las necesidades limiten. Día con día la tecnología avanza y dicha tecnología no tiene razón de existir si no la aprovechamos al máximo, fabricantes de instrumentos de medición y control compiten

en mercados globalizados, lo que hace que nos ofrezcan productos con características sorprendentes, del total las características que estos equipos nos ofrecen en promedio solo se utilizan el 20 %, lamentablemente mientras no se realicen y difundan trabajos como el aquí realizado esto seguirá siendo un misterio.

En éste trabajo se mostraron dos maneras de interconectar, comunicar equipos y adquirir datos, a continuación se enlistan las ventajas y desventajas de cada una para que el usuario decida cual de las dos se ajusta a sus necesidades y posibilidades.

6.1. Ventajas y Desventajas del GPIB

Ventajas:

- Esta completamente estandarizado, la mayoría de los instrumentos cuenta con éste puerto.
- Al estar estandarizado, los comandos para su control y programación difieren muy poco entre diferentes marcas de fabricantes.
- Se tiene un control “casi” total del instrumento.
- Casi cualquier lenguaje de programación contiene librerías para el control de estos instrumentos.
- Cada fabricante ofrece un software para la manipulación de estos equipos con un ambiente agradable.

Desventajas:

- Tiene una limitante en distancia, pues por norma, la distancia máxima total de una red de instrumentos no debe de sobrepasar los 20 m y la separación entre instrumentos no debe ser mayor a 4 m.
- Si se deseara aumentar la distancia de la red, existen extensiones que resultan extremadamente caras y que aún no están estandarizadas todavía.
- La programación si no se está familiarizado con el equipo, puede resultar demasiado rebuscada y hasta compleja.
- Conectar, configurar y programar el equipo requiere demasiado tiempo aun cuando la aplicación es sencilla.
- La velocidad de transmisión de datos es baja en comparación con las velocidades manejadas actualmente (8Mbps).

6.2. Ventajas y Desventajas de Ethernet

Ventajas:

- El software para manejar el equipo resulta demasiado amigable para el usuario.
- No requiere del conocimiento de algún lenguaje de programación para su control.
- Se manejan velocidades de transmisión de datos sorprendentes, 1000 Mbps y hasta más.
- Lograr la comunicación entre los equipos es relativamente fácil y requiere poco tiempo.
- Contando con los aditamentos necesarios, se habla de distancias ilimitadas.

Desventajas:

- Solo se pueden controlar algunas funciones del equipo.
- La velocidad de transferencia de datos depende de la velocidad y del tráfico de la red ethernet.
- Es necesario contar con una red ethernet.
- No todos los equipos cuentan con tarjeta de red integrada.

Referencias

1. Comisión Federal de Electricidad. Centro Nacional Control de Energía “sistema de interconexión de la red nacional”.
2. Standar digital interface for programmable instrumentation. IEEE. (1987)
3. Fernando S. G.:.. Conexión de Instrumentos de Medida con GPIB” (2005)
4. Matlab: Instrument Control Toolbox: User’s Guide. The Math Works Inc. (2002)
5. National Instrument. NI developer zone
6. Tektronix : “Programmer’s Guide”: Oscilloscopes TDS3000 series
7. Guzmán-C. R.: :Medición a Distancia de Variables Eléctricas A través de los puertos GPIB y Ethernet . Electro (2006)