



Datalogger e interfaz web de usuario final para medidor de energía monofásico

Héctor A. Barrale ^a, Lucas E. Lede ^b, Ricardo A. Korpys ^c

^a Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.

^b Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.

^c Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.

e-mails: barralealejandro@gmail.com, lucasledee@gmail.com, korpys@fio.unam.edu.ar

Resumen

Se presenta la construcción de un prototipo digital capaz de medir energía, potencia activa, tensión y corriente RMS de una red monofásica, suponiendo una potencia máxima consumida de 2 kVA. Éste mostrará los valores a través de una interfaz web, y también, mediante una pantalla de cristal líquido. Se indican los procedimientos llevados a cabo en el proyecto, detallando cada una de las partes del prototipo, como así también los resultados obtenidos hasta el momento.

Palabras Clave – Energía. Potencia. Medición. Interfaz WEB. Registro de datos.

1. Introducción

Debido al aumento de las tarifas de energía eléctrica, es de suma importancia para la economía familiar de clase media y baja poder monitorear su consumo, previniendo gastos excesivos. Esta tarea se vuelve dificultosa, ya que la mayoría de las instalaciones eléctricas residenciales en Misiones poseen un medidor analógico, el cual brinda la energía consumida desde que la conexión fue realizada, seguramente muchos años atrás.

Este proyecto propone la adaptación de un dispositivo electrónico capaz de realizar la medición de energía eléctrica, potencia activa, tensión y corriente RMS, incorporando una interfaz de acceso WEB para que el usuario pueda llevar un registro de su consumo. El prototipo brindará al usuario información de las mediciones realizadas en tiempo real y en gráficos limitados a una ventana de tiempo configurable (una semana, un mes, un año, etc.).

Como objetivo final se persigue la incorporación del prototipo al sistema de generación de energía eléctrica renovable, conformado por paneles solares y sistemas accesorios, que se encuentra en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería de la UNaM. Lográndose, de esta forma, poseer un registro del aporte conseguido por esta fuente a la red eléctrica, en forma de una colección de datos registrados cada cierto intervalo de tiempo, determinado.

2. Proyecto y diseño

2.1. Medidor de energía

El medidor de energía que se emplea como base para el desarrollo de este proyecto tiene la capacidad de realizar mediciones de energía, potencia activa, tensión eficaz y corriente eficaz de una instalación monofásica de hasta 2 kVA. El error de precisión de este prototipo se encuentra por debajo del 1%, excepto en la medición de potencia activa, donde presenta un error promedio del 2%. Cuenta con una interfaz de usuario local, implementada por medio de una pantalla LCD con 2 líneas de 16 caracteres y tres pulsadores multifunción. La interacción con estos elementos permite la visualización

de todos los parámetros medidos, además de un registro de energía total consumida desde la instalación, fecha y hora actuales. Un esquema básico de las partes se presenta en la Fig. 1.

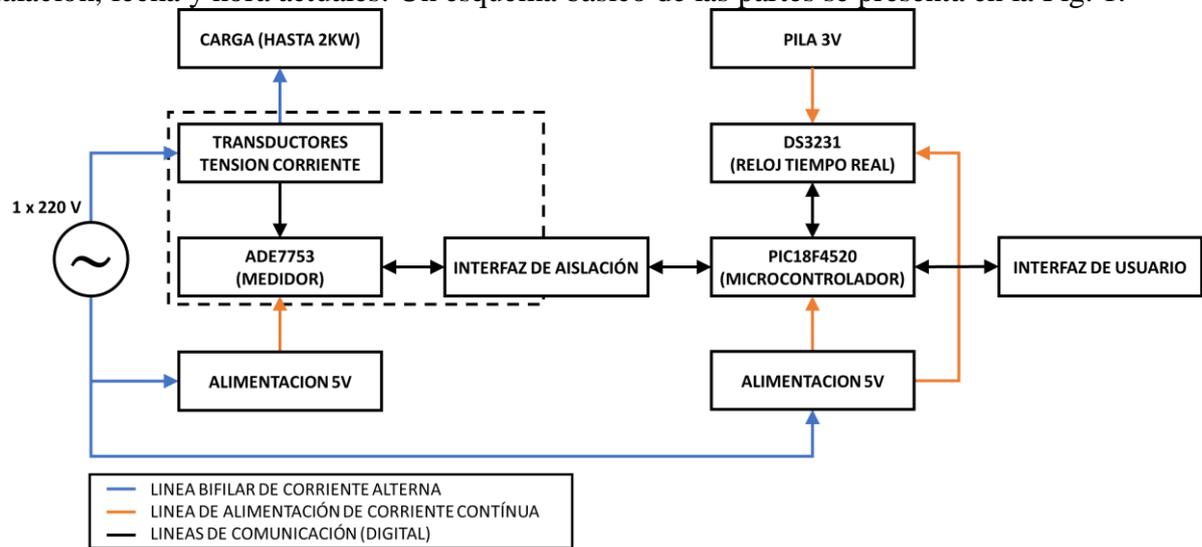


Fig. 1. - Diagrama de bloques del medidor de energía

El proyecto hizo uso del compilador en lenguaje C de CCS para PIC para producir el firmware que ejecuta el microcontrolador. Este compilador presenta ciertas ventajas y facilidades respecto del desarrollado por Microchip. En particular, incorpora el manejo e inicialización de los distintos puertos y protocolos de comunicación de forma nativa. En la Fig. 2. se presenta una imagen del medidor de energía.

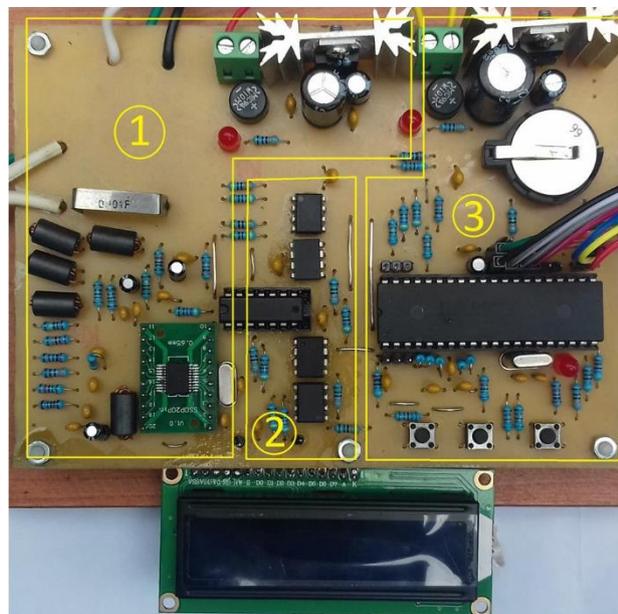


Fig. 2. - Imagen del medidor de energía empleado. (1) Etapa de medición. (2) Interfaz de aislamiento. (3) Etapa digital.

2.2. Partes del prototipo

Se aprovecha la disponibilidad de una conexión serie en el medidor para interactuar con el resto del prototipo, como se presenta en la Fig. 3.

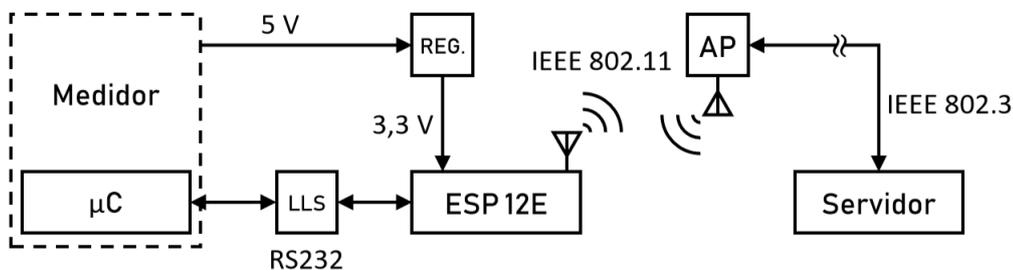


Fig. 3. - Diagrama de bloques del hardware del prototipo.

Se emplea como interfaz con la red de computadoras un microcontrolador Espressif ESP8266EX integrado en un módulo “ESP12E”, como se ve en la Fig. 4. Este proporciona conectividad inalámbrica mediante el estándar IEEE 802.11 a un punto de acceso. Este último se comunica de forma cableada con un servidor por medio del estándar IEEE 802.3.



Fig. 4. - Módulo "ESP 12E" empleado en el prototipo.

El microcontrolador ESP8266EX trabaja con niveles lógicos de 0 – 3.3[V], mientras que el microcontrolador del medidor opera con niveles TTL (0 – 5[V]). Por tanto, se coloca un regulador lineal de tensión AMS1117 para proporcionar la alimentación de 3,3[V] y un convertor lógico de niveles (LLS) para adaptar las señales del bus de comunicación serie entre los circuitos.

Tanto el punto de acceso, como la red cableada y el servidor corresponden a infraestructura ya presente en la Facultad de Ingeniería. El punto de acceso a emplear será el más próximo al lugar de despliegue del prototipo, en el laboratorio de planta alta del departamento de Ingeniería Electrónica. El servidor yacerá en una máquina virtual sobre uno de los equipos de la sala de servidores de la facultad.

En la Fig. 5. se observa el diagrama en bloques del conjunto de software que integrará el prototipo en sus distintas partes.

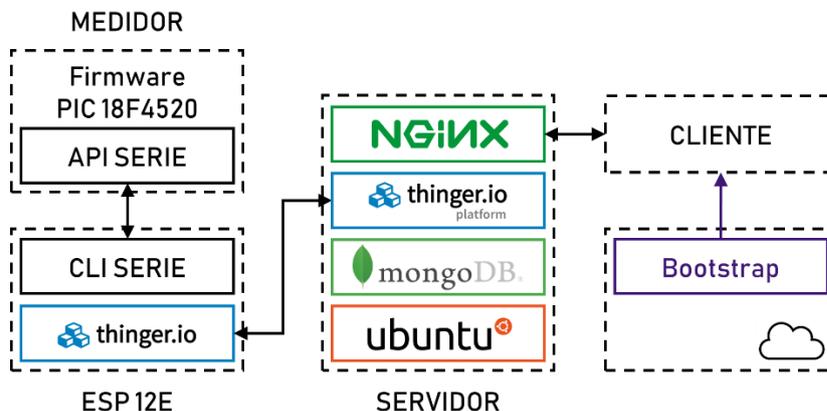


Fig. 5. - Diagrama de bloques del software del prototipo.

El firmware del microcontrolador del medidor se modifica para incluir una interfaz de programación de aplicaciones o API que establezca estándares de comunicación y una lista de comandos, permitiendo una robustez de comunicación y flexibilidad de implementación. En el microcontrolador del módulo “ESP 12E” se integra un cliente (CLI) de la API implementada.

Para el registro y visualización de las mediciones efectuadas, y el control del medidor de energía, se emplea una solución desarrollada de plataforma IOT (internet de las cosas), que se implementa en un servidor ejecutando una variante de Ubuntu Linux. La plataforma de IOT escogida es “thinger.io”, que emplea “mongoDB” como base de datos. El módulo “ESP 12E” se comunica con la plataforma por medio de un estándar propio de la misma. El desarrollador proporciona un paquete de software listo para usar en el servidor y la librería a incorporar en el código del microcontrolador.

Por último, para la gestión y entrega de las páginas web al cliente se emplea el servidor HTTP “nginx”. Este se encarga de manejar las solicitudes del cliente y presentar dos espacios de trabajo: uno de visualización de los datos procesados y otro de administración de la plataforma. Algunas de las paginas presentadas al cliente requieren del uso de librerías externas como “Bootstrap” que son obtenidas de servidores externos en internet. Se evalúa aún la posibilidad de incluirlas en el servidor sobre el que funciona la plataforma de IOT.

2.3. *Medición, cálculo y procesamiento de las variables eléctricas*

El circuito integrado ADE7753 integrado en el medidor de energía realizará las mediciones directas de la tensión y corriente instantáneas por medio de transductores acoplados a sus conversores A/D. Se realizan las compensaciones necesarias de forma digital y se calculan la tensión y corriente eficaces, potencia y energía (tanto aparentes como activas y reactivas). Los valores obtenidos se almacenan en registros internos, accesibles al microcontrolador por medio del bus SPI de comunicaciones.

El microcontrolador PIC18F4520 empleado en el medidor de energía realiza consultas de forma periódicas de las mediciones realizadas, aplica un factor de conversión donde sea necesario y las almacena internamente. Dichos valores los emplea para propio uso en la visualización por medio del display LCD y para ser enviadas cuando se requieran en el puerto serie. El valor de la energía consumida, además, es almacenado en una memoria no volátil del microcontrolador para continuidad ante cortes de energía.

2.4. *Envío de los datos procesados al servidor*

La plataforma de IOT “thinger.io” permite la configuración de las variables que se desean recuperar del medidor y la frecuencia a la que se desea recibir las mismas. La selección de las variables corresponderá al repertorio de opciones programadas en el módulo “ESP 12E”. Es posible, además, establecer variables a controlar en el medidor de energía o el módulo “ESP 12E” por este mismo medio.

Realizada la configuración, y a la frecuencia establecida, la plataforma solicitará al módulo el envío de los datos. Este, a su vez, a través de la API establecida en el puerto serie se los pedirá al microcontrolador del medidor de energía. Los datos serán enviados por el puerto serie al módulo, el cual los reenviará al servidor, completándose así el proceso.

2.5. *Registro y visualización*

La plataforma de IOT almacena en la base de datos los valores recibidos, junto con una etiqueta de la fecha y hora a la cual fueron recibidos los mismos. Al momento de ser solicitada la visualización de los mismos, elabora gráficas e indicadores, tanto de los valores en tiempo real como de su progreso en una ventana de tiempo configurable.

3. Pruebas de funcionamiento y resultados

Se realizaron pruebas aisladas del sistema, faltando aún la integración de las partes por inconvenientes presentados en la adaptación del medidor de energía. Inicialmente se realizaron pruebas de establecimiento de la conexión inalámbrica entre el módulo “ESP 12E” y un punto de acceso. Fueron analizados una variedad de algoritmos, cada uno con opciones de configuración y accesibilidad distintos, siendo el que mejores resultados otorgó el que emplea una comunicación inalámbrica secundaria, generada por el módulo, con un dispositivo cliente, en el cual se configuran los parámetros de la red a la que se debe conectar. Este procedimiento permite la flexibilidad de implementación ante cambios en las configuraciones de la red inalámbrica principal sin reprogramación del dispositivo.

En segunda instancia se ensayó la comunicación entre el módulo “ESP 12E” y el servidor, para ello implementando una instancia de prueba de este último en una computadora portátil, que además actuaba como punto de acceso. Se logró formar una comunicación estable y el registro de variables enviadas por el módulo al servidor.

Seguido de esto, durante la adaptación del firmware del medidor de energía, se fueron realizando pruebas de funcionamiento general del mismo y de la API implementada en el puerto serie a través de adaptadores USB-TTL en una computadora. La modificación del programa ejecutado por el microcontrolador presento grandes inconvenientes en diversas partes lo cual demoró su finalización. Quedan por realizar pruebas finales para asegurar que no se presentaron pérdidas en la calibración del medidor.

4. Conclusiones

Se ha comprobado que el desempeño que presenta el integrado medidor de energía ADE7753 utilizado cumple con las solicitudes del proyecto, brindando un error de precisión del 1 %. El prototipo medidor de energía se ha comprobado que funciona correctamente.

Por otra parte, en cuanto a la implementación de la interfaz con la red de computadoras se encuentra en desarrollo. Se ha establecido que el módulo ESP12E se adecua a la solución de la problemática, dados los ensayos realizados entre dos computadoras mediante el modulo mencionado y la red de conectividad inalámbrica.

Referencias

- [1] D. Gomez, G. M. Sosa, “Diseño de un medidor digital de energía monofásica para uso residencial”, Oberá, Universidad Nacional de Misiones – Facultad de Ingeniería, 2017.
- [2] Microchip Technology Inc., “PIC18F2455/2550/4455/4550 Data Sheet”, 2009, (Accedido en junio de 2018) Disponible en: www.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39632e.pdf
- [3] Espressif Inc., “ESP8266EX Data Sheet” , 2018, (Accedido en junio de 2018) Disponible en: www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf
- [4] Canonical Ltd., “Install Ubuntu Server | Ubuntu tutorials”, (Accedido en junio de 2018) Disponible en: <https://tutorials.ubuntu.com/tutorial/tutorial-install-ubuntu-server>
- [5] Thinger.io, “Server Deployment Documentation - Open Source Internet of Things”, (Accedido en junio de 2018) Disponible en: <http://docs.thinger.io/deployment/>
- [6] Custom Computer Services, Inc., “CCS C Compiler Manual”, Octubre 2016.