



CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



MEDIDOR DIGITAL DE ENERGIA MONOFASICA RESIDENCIAL

Gomez David

Estudiante de 5to año de ingeniería electrónica de la Universidad Nacional de Misiones
davidgomezarg@gmail.com

Sosa Gabriel Matías

Estudiante de 5to año de ingeniería electrónica de la Universidad Nacional de Misiones
sosagabriel79@gmail.com

Korpys Ricardo Andrés

Tutor del proyecto, Ingeniero Electrónico
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 instalada en una residencia, suponiendo una potencia máxima consumida de 2 KW. Éste mostrará los valores a través de 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 claves: Energía. Potencia. Medición.

1. INTRODUCCION

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 construcción de un dispositivo electrónico capaz de realizar la medición de energía eléctrica, potencia activa, tensión y corriente RMS, y

mostrarlo en una pantalla para que el usuario realice las acciones necesarias para limitar o no su consumo. El prototipo brindará al usuario información sobre el consumo de energía diaria, semanal y mensual, con diferentes alertas pre-configurables para un monitoreo más eficiente.

2. METODOLOGIA

Luego de una investigación, se seleccionó un circuito integrado monolítico modelo ADE7753 para que efectúe las mediciones de tensión, corriente, potencia activa y energía mediante un sistema de adecuación analógica, conversión A/D y algoritmos de cálculos internos, que proporciona en ciertos registros internos a un sistema externo al mismo, mediante una interfaz digital serie.

2.1 PARTES DEL PROTOTIPO

El prototipo se puede dividir en cuatro partes, indicadas en la siguiente figura:

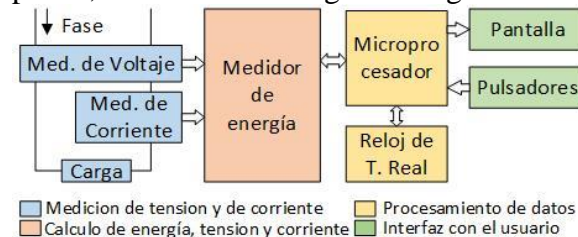


Figura 1. Diagrama de bloques del medidor digital de energía.

A continuación se describirá cada una de ellas:

2.1.1 MEDICIÓN DE TENSION Y DE CORRIENTE

La tensión de red se censa utilizando un arreglo de resistores como divisor de tensión, en donde los picos de de la señal senoidal de la red son atenuados a $\pm 250\text{ mV}$.

La medición de corriente se realiza mediante un shunt de $0,01\Omega$, el cual no modifica la señal en fase, por lo que no es necesario realizar compensaciones adicionales para los cálculos posteriores.

2.1.2 CALCULO DE ENERGÍA, TENSION Y CORRIENTE RMS

El circuito integrado ADE7753 es el encargado de realizar el cálculo de estas cantidades, a partir de las señales que llegan provenientes del Shunt y del divisor de tensión.

El ADE7753 envía los valores digitalizados de energía, tensión RMS y corriente RMS al microprocesador mediante un módulo de comunicación SPI que posee. Mediante este módulo es posible efectuar las configuraciones de funcionamiento del circuito integrado en su totalidad, como así también realizar la calibración del mismo, escribiendo en sus registros o modificando determinados bits.

2.1.3 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

El microprocesador encargado de ejecutar todas las tareas es un PIC18F4520. Este recibirá los valores digitales entregados por el ADE7753 y los convertirá en una cantidad expresada en kWh para que el usuario lo pueda comprender. En la etapa de calibración, ejecuta rutinas especiales de configuración y de escritura/lectura de registros, dependiendo de qué constante de compensación se esté calculando. Estas constantes deberán ser guardadas en la

memoria no volátil del microprocesador, y cargadas al ADE7753 luego de cada corte de energía.

El microprocesador está conectado mediante un bus I2C a un reloj de tiempo real (DS3231) el cual mantiene actualizado la fecha y la hora del sistema gracias a una batería de respaldo.

2.1.4 INTERFAZ DE USUARIO

El usuario podrá visualizar las variables a través de una pantalla de cristal líquido de 2 filas de 16 caracteres cada una.

Mediante tres pulsadores el usuario podrá realizar las configuraciones de visualización, como así también, programar alguna alerta.

2.2 CONEXIONES Y CALIBRACIÓN

En la Figura 2 se muestra la conexión de la parte analógica del integrado ADE7753.

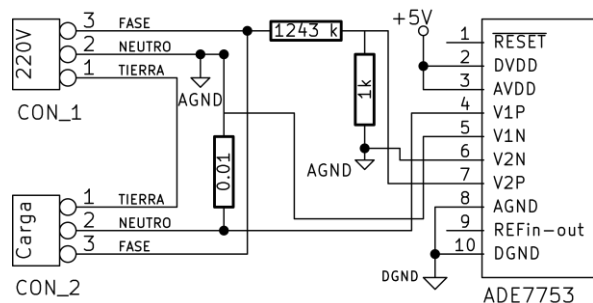


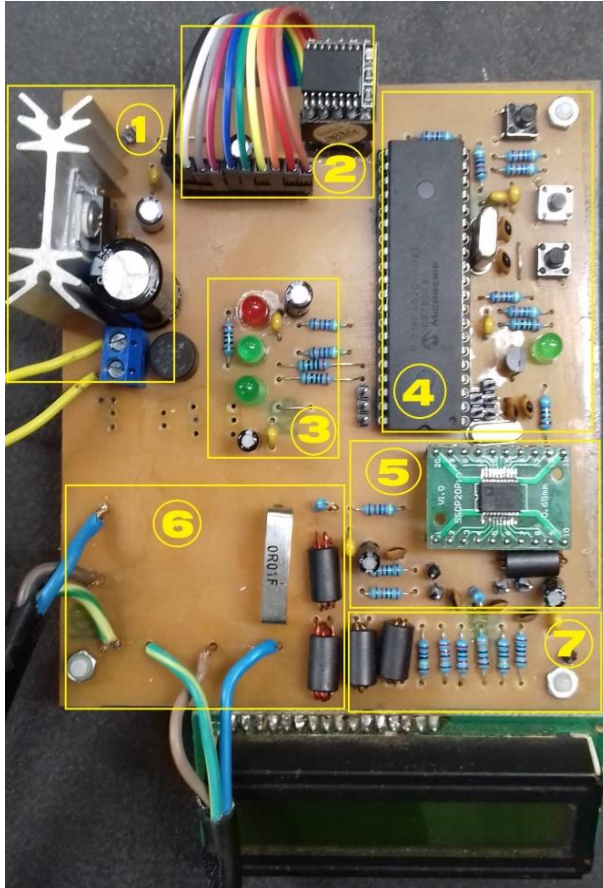
Figura 2. Parte de la conexión del circuito integrado ADE7753.

La bornera superior ('CON_1') se conecta la línea monofásica de 220 V, mientras que en la bornera inferior ('CON_2') se destina para la carga. El Shunt debe localizarse sobre la línea NEUTRO para no someter al canal de corriente del ADE7753 a la tensión de línea.

El ADE7753 posee una salida denominada CF que proporciona un tren de pulsos cuadrados cuya frecuencia es directamente proporcional a la potencia activa que se esté midiendo. Para no sobrecargar esta salida, ya que posee un límite de 5 mA como corriente de salida máxima en estado alto, se utiliza un

transistor NPN para polarizar un indicador LED.

El prototipo de prueba se lo realizó en una placa de 11x11 cm, indicada en la Fotografía 1.



Fotografía 1. Prototipo del medidor digital de energía monofásico.

Los elementos del prototipo son:

- 1) Fuente de alimentación basado en el regulador de tensión 7805.
- 2) Conector para pantalla LCD y circuito integrado DS3231.
- 3) Indicadores leds.
- 4) Microprocesador PIC18F4520.
- 5) ADE7753 y filtros de su alimentación y canales de entrada.
- 6) Shunt y cables de conexión para la red y la carga.
- 7) Arreglo de resistores/divisor de tensión.

Para calibrar el ADE7753 se puede utilizar un medidor de referencia o una carga que

disipe una potencia bien conocida. Para el desarrollo del proyecto, se utilizó la segunda opción, ya que no se contó con un medidor de referencia.

El procedimiento para realizar la calibración de energía es el siguiente:



Figura 3. Proceso de la calibración de energía.

De manera independiente, se calibró la tensión y la corriente RMS, lo cual consiste en determinar una constante de compensación para cada uno.

Dependiendo de lo que se esté calibrando, el microprocesador ejecuta rutinas de escritura y lectura en registros específicos del ADE7753 para activar y desactivar los diferentes modos de funcionamiento que posee. Las rutinas son seleccionadas a través de un menú, que se despliega en la pantalla LCD, mediante el uso de los pulsadores.

La calibración debe efectuarse con una fuente senoidal regulada, para evitar las variaciones de la tensión de línea. Para este caso, se utilizó la tensión de línea, con el cuidado de que durante el proceso de calibración no se produzcan cambios mayores a 2 voltios. En los casos contrarios, se desecharon las mediciones.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron pruebas para corroborar los resultados de la calibración. En todos los casos, se utilizó para medir tensión y corriente un multímetro digital UNIT-T UT60E.

La prueba de medición de energía consiste en conectar al medidor una carga durante un intervalo de tiempo, y tomar lectura de la tensión y la corriente sobre la misma, para calcular la energía teórica consumida. Las cargas utilizadas son focos

incandescentes de 100W de un banco de cargas. En la Tabla 1 se comparan las mediciones de energía del ADE7753 con la energía teórica calculada.

Tabla 1. Valores del ensayo de medición de energía.

V [V]	I [A]	T. de acum [s]	Energía teórica [Wh]	Energía ADE [Wh]	Error %
234.1	0.462	45	1.351	1.328	-1.743
235	1.427	45	4.191	4.185	-0.144
232.5	2.814	60	10.904	11.052	1.376
232.7	4.1	45	11.925	11.959	0.283
228	8.15	60	30.97	31.247	0.897

Los valores medidos de potencia se indican en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores del ensayo de medición de potencia.

Potencia nominal [W]	Potencia ADE7753 [W]	Error [%]
109.275	107.4	-1.715854496
334.386	332.5	-0.564018829
652.0661	656.2	0.63396947
939.624	952.7	1.391620478
1841.13	1871.1	1.627804663

Las mediciones de corriente arrojaron los siguientes valores:

Tabla 3. Valores del ensayo de medición de corriente.

Corriente nominal [A]	Corriente ADE7753 [A]	Error [%]
0.15	0.151	0.666666667
0.462	0.461	-0.216450216
2.814	2.805	-0.319829424
4.1	4.098	-0.048780488
8.15	8.111	-0.478527607

Para las mediciones de tensión, se utilizó un Variac Autotransformador de voltaje, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 4. Valores del ensayo de medición de tensión.

Tensión nominal [V]	Tensión ADE7753 [V]	Error [%]
11.04	11.09	0.452898551
50.5	50.33	-0.336633663
149.9	149.53	-0.246831221
219.9	223.4	1.59163256
240.5	247.45	2.88981289

4. CONCLUSIONES

El integrado ADE7753 posee todo el hardware necesario para procesar las señales de tensión y de corriente, obteniendo los resultados en forma digital. Las funcionalidades que ofrece son muchas a pesar de su reducido tamaño, y se utilizan para este proyecto solamente algunas de ellas, demostrando el gran potencial que posee.

Los avances realizados hasta el momento se encuentran dentro de los tiempos previstos para el desarrollo del proyecto.

5. REFERENCIAS

- [1] Microchip Technology Inc., Data sheet PI-C18F2455/2550/4455/4550, Año: 2009, Disponible en: <http://www.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39632e.pdf> (Accedido en junio de 2017).
- [2] Analog Devices, Data sheet ADE7753, Disponible en: <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADE7753.pdf> (Accedido en junio de 2017).
- [3] Analog Devices, AN-599 Application note, Disponible en: <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/applicationnotes/AN599.pdf> (Accedido en junio de 2017).
- [4] Kicad Developers Team, Kicad 2013-07-07 BZR 4022-stable, Año: 2013, Disponible en: <http://kicad-pcb.org/download/windows> (Accedido en junio de 2017).