

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN REGISTRADOR DE POTENCIA Y ENERGÍA DE BAJO COSTO PARA EMPLAZAMIENTOS AISLADOS - AVANCES

N.Cortez , R.Oliva

Area Energías Alternativas, Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA)

Lisandro de la Torre 1070 - 9400 Río Gallegos - Santa Cruz TE 02966 442317/19 int 21, email: micro-en@unpa.edu.ar

RESUMEN: El presente trabajo busca una alternativa práctica y de bajo costo para registro de potencia promedio y energía eléctrica en sistemas aislados que utilizan corriente alterna, usualmente en una combinación diesel con alguna forma de energía renovable (solar o eólica). En muchos casos resulta necesario conocer el perfil de consumos de energía eléctrica de un emplazamiento de difícil acceso, sobre todo para evaluar la línea de base en un proyecto de energía renovable, y el equipo en cuestión, basado en un circuito de alta integración con aislamiento óptico, apunta a resolver esta temática.

Palabras clave: mediciones eléctricas de potencia, energía, registrador, sistemas de energía renovable.

INTRODUCCION

La utilización de energías renovables en sitios aislados requiere frecuentemente de un análisis de los consumos actuales y curva de carga del usuario, a efectos de determinar la “línea de base” y poder prever los consumos a cubrir y las tendencias de crecimiento (Mattio, 1999; Albornoz, 2002)). Asimismo, dicho análisis permite identificar ineficiencias de fácil resolución que se suelen asociar con instalaciones eléctricas que utilizan un motogenerador diesel para provisión de electricidad en corriente alterna en un horario acotado. En general estas ineficiencias comprenden cargas de poca utilidad como lámparas incandescentes a plena luz del día, con el objeto de aumentar el consumo de la potencia disponible en la máquina térmica y reducir su desgaste mecánico. Los medidores convencionales de energía, mecánicos o electrónicos, no cuentan con capacidad de registro (memoria) requerida para determinar potencias a horarios específicos o energía en distintos intervalos. La alternativa de mediciones manuales a lo largo del día (ej. cada 1h) resulta viable pero cara, tediosa y propensa a errores. Existen en el mercado diversas alternativas de instrumentos (Fluke, 2006), (Dent Instruments, 2008) pero son equipos de importación y los costos en general son muy elevados, sobre todo cuando se considera que es equipamiento que puede quedar varios días o semanas en lugares aislados (Oliva et al, 2008). Si bien se han utilizado registradores automáticos basados en instrumentos con conexión a PC, la experiencia del grupo es que resultan adecuados solamente para condiciones de laboratorio. El sistema descrito se basa en un circuito integrado MC3905 para medición de potencia y energía, y un procesador PIC 16F877 / 18F4532 que realiza las funciones de control. El almacenamiento de los datos se realiza en una memoria tipo Flash serial de 32kB, y la descarga de los mismos y la configuración del equipo puede realizarse desde un puerto serie RS232 o USB con el adaptador adecuado.

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Los sistemas de relevamiento basados en instrumentos con salida RS232 resultan de utilidad en el laboratorio pero frecuentemente resultan poco adecuados para el registro de variables en sitios aislados, sean sistemas mono- o polifásicos. Sistemas como el que se muestra en la Figura 1, se basan en una notebook, una UPS, y una conexión serial a un instrumento con registro de potencia activa (a través de medición de tensión y corriente) en una fase. Este tipo de conjunto instrumental, si bien funciona adecuadamente en condiciones controladas, tiene un consumo propio relativamente elevado y resulta poco confiable en sitios aislados y montajes con suministro intermitente de energía, como se da en emplazamientos rurales que utilizan motores diesel y sólo suministran energía durante algunas horas en un día típico.

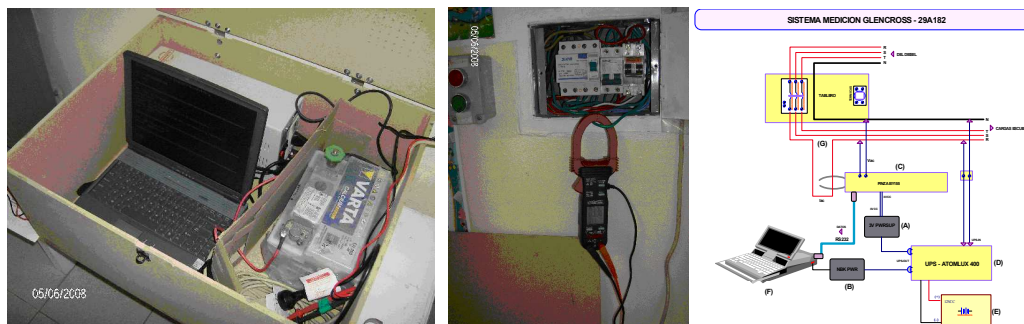


Figura 1 – Implementación de sistemas basados en PC para registro de datos

Dadas estas limitaciones y la dificultad de obtener sistemas de medición autónomos, robustos y a un costo adecuado al medio local, se ha trabajado sobre el desarrollo del sistema EM/220, cuyo diagrama se muestra en la Figura 2. El trabajo se basa en la utilización de un circuito integrado MCP3905 de relativamente reciente difusión, de la empresa Microchip, que se suma a las ofertas de otras marcas (Analog Devices, Cirrus Logic, Maxim) para proveer subsistemas para medidores de energía

domiciliarios íntegramente electrónicos, que van reemplazando a los mecánicos casi completamente para nuevas instalaciones.

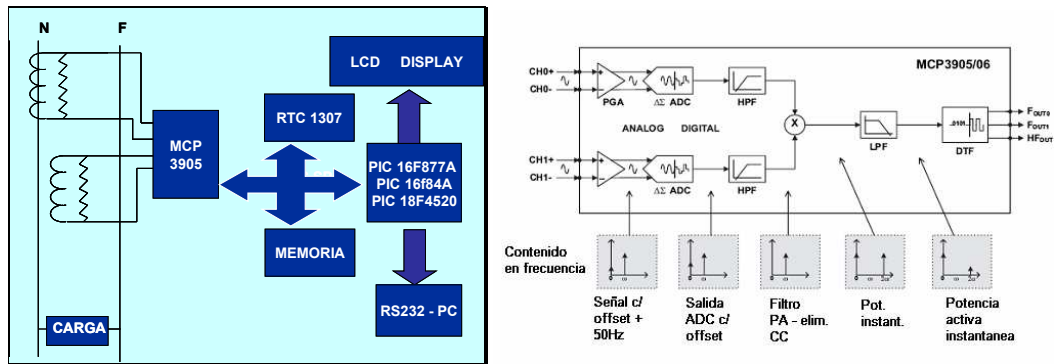


Figura 2 – (a) Diagrama del Equipo EM/220 en desarrollo y (b) etapas del MCP3905

Dado un circuito conectado como en la Figura 2 para medición de potencia en corriente alterna entregada a una carga, el MCP3905 resuelve la tarea de realizar en tiempos muy cortos el producto $p(t)$ de dos señales alternas provenientes de un sensor de tensión $v(t)$ y un sensor de corriente $i(t)$, que habitualmente tienen un desfase ϕ entre sí. Se demuestra que dicho producto, filtrado de sus componentes alternas produce un valor proporcional a $V_{rms}\phi$, es decir a la potencia activa entregada a la carga. La integración en el tiempo de dicha potencia proporciona la energía producida. Este proceso, realizado hasta no hace mucho tiempo por multiplicadores mecánicos o analógicos (de mayor costo) se realiza digitalmente dentro del MCP3905 a través de los elementos funcionales que se exhiben en las Figuras 2(b). Los dos convertidores A/D (tipo Sigma-Delta) de 16bits convierten a gran velocidad las señales $v(t)$ e $i(t)$ en dígitos, filtrados luego de sus componentes continuas y llevados a un multiplicador digital. La salida de este producto (potencia instantánea) se pasa por un filtro final de paso bajo, que produce la señal proporcional a la potencia activa instantánea. Esta señal se convierte en una señal de frecuencia F_{out} que es legible para un microprocesador y a la vez fácilmente “aislable” de la tensión de red utilizando un optoacoplador de bajo costo.

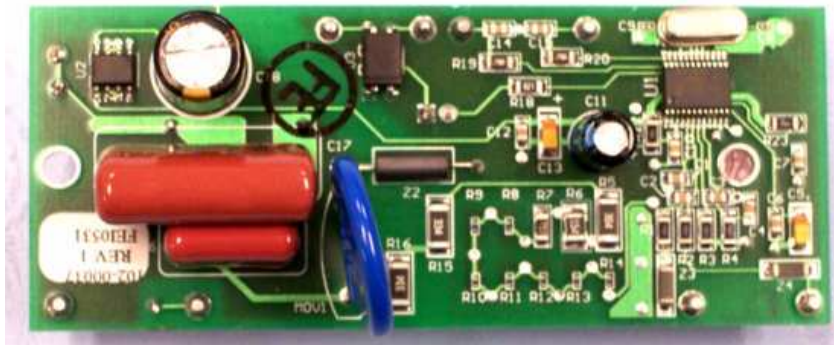


Figura 3 – Kit Energy Meter MCP3905 de Microchip, adquirido via Digkey.com

Se adquirió para las pruebas un kit de desarrollo del tipo E-Meter MCP3905RD-PM1 (MCP,2007) basado en el MCP3905 (Figura 3) para trabajar con sistemas de 220V/50Hz, y se realizó la conexión con el microprocesador PIC (16F877 o 18F4520). Para esto se adquirió el compilador C para la familia 16F y para la familia 18F (PCH), a través de un proveedor internacional. Posteriormente se empleó una tarjeta de desarrollo de origen nacional para microcontroladores PIC, STARTER KIT V2.00, para reducir los problemas de confiabilidad de conexiones con el Protoboard (Figura 4)

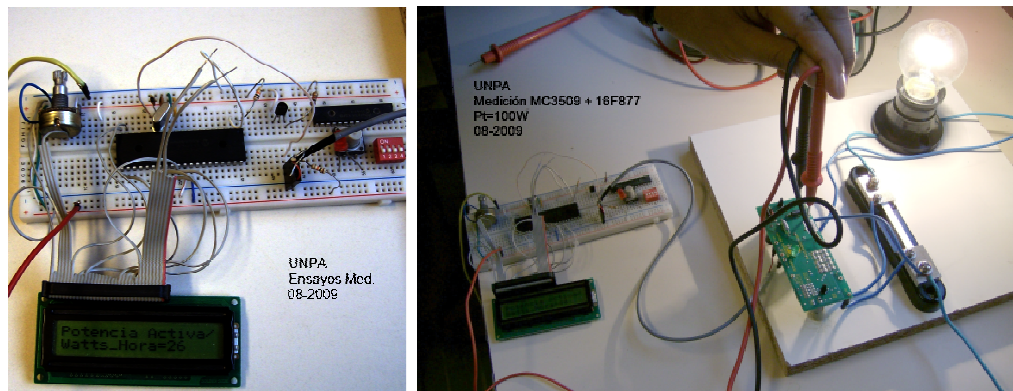


Figura 4 – Ensayos con el controlador 16F877 (18F4520) y conexión al MCP3905, utilizando un shunt y carga de 100W

El circuito genera a través de sensores de tensión (divisor resistivo) y corriente (shunt), señales de amplitud adecuada que se procesan con el MCP3905 para generar un tren de pulsos proporcional a la potencia activa de interés. Dicha salida pulsante se aísla galvánicamente con un optoacoplador (por razones de seguridad) del circuito del microcontrolador (Figura 4). Las variables a medir se presentan en un display LCD y se almacenarán a intervalos configurables en una memoria EEPROM serial (24LC256/512) teniendo en cuenta la hora y fecha actualizada a través de un circuito integrado del tipo DS1307 (Real Time Clock) con batería. Ambos dispositivos trabajan sobre un bus I²C, y su utilización permitirá recuperar los datos para llevar un historial, analizar el comportamiento de potencia y energía en el tiempo y procesar esas variables mediante software específicos. Los elementos con los que viene trabajando son:

MEDIDOR - UNPA

- Microcontrolador 16F877A ó 18F4520
- Display LCD 2x16
- Placa MCP3905RD-PM1
- Memorias 24LC256
- Reloj de tiempo real RTC 1307 formato DIP-SMD
- Batería de respaldo del RTC
- Placas experimentales
- Compilador CCS – PCW y PCH
- MPLAB 8.10

En la Figura 5 se muestra un diagrama de flujo de la primera etapa del software interno, desarrollado con el compilador C de la firma CCS. Este diagrama no incluye las rutinas de almacenamiento en la memoria serial ni el registro de eventos.

Asimismo, el equipo deberá incorporar un sistema de administración de energía para poder mantenerse “dormido” pero activo en casos de corte de energía, solucionando las limitaciones encontradas con los sistemas basados en Notebook PC.

CONCLUSIONES

Como posible solución a los problemas que presentan las mediciones manuales y los registradores de tipo PC / Notebook para evaluación de potencia y curvas de carga en aplicaciones energéticas aisladas, se presentan avances en el diseño e implementación de un equipo autónomo de relativamente bajo costo para registro de dichas magnitudes.

REFERENCIAS

- Albornoz, C.(2002) “WIND-DIESEL HYBRID PILOT PROJECT - TRES LAGOS -SANTA CRUZ” Presentación ante NREL (National Renewable Energy Laboratory) EE.UU.– Servicios Públicos Sociedad del Estado.
- Dent Instruments (2008), Three-Phase Power Meter & Energy Logger / ELITEpro™ Recording Three Phase Power Meter to measure, log and analyze electrical loads: http://www.microdaq.com/dent_instruments/poly_phase_power_meter.php
- Fluke, (2006) 1735 Power Logger - Performs electrical load studies, energy consumption, testing, and general power quality logging. <http://www.fluke.com>
- Mattio, H. (1999) “Microemprendimientos de Electrificación Rural, la experiencia chubutense”, Dr. H. Mattio, Lic. A.Franco, Centro Regional de Energía Eólica. Trabajo publicado en Proceedings del Workshop de Microemprendimientos Energéticos (UNPA), 27 al 30 de setiembre 1999, Río Gallegos, Argentina
- MCP, (2007) “MCP3905/6 Evaluation Board Design Guide “ DS51567 Microchip Corp. www.microchip.com
- Oliva,R; Cortez, N.; Jones, R.D. (2008) “Procesamiento de mediciones de potencia eléctrica en pequeños sistemas eólicos domiciliarios” – ASADES 2008 / AVANCES EN E.RENOV.&MEDIO AMB. - AVERMA (ISSN 0329-5184), 11-14 de noviembre 2008. Mendoza, Argentina, Vol. 12 Pps. 6.35-40

ABSTRACT

This work presents a low-cost instrumentation setup to acquire and save AC power and energy magnitudes in isolated systems using diesel or diesel-renewable supply combinations. The system is aimed to keep power consumption very low, to be able to remain dormant in discontinuous supply situations such as found typically in isolated systems. Design issues and steps completed in implementation aspects are shown.

Keywords: Energy and power measurement, electrical power, renewable energy, software

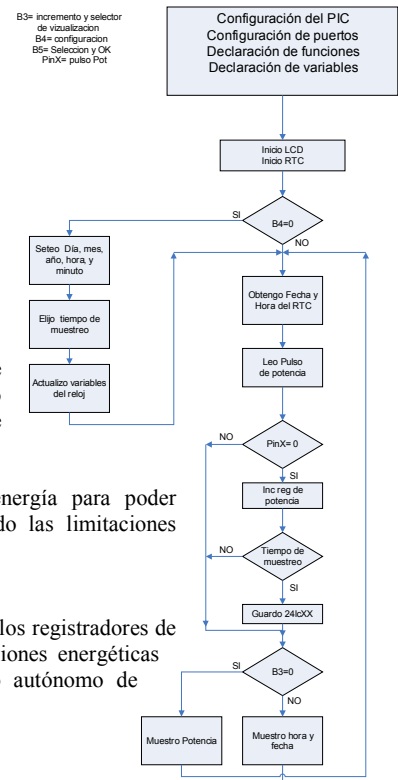


Figura 5 - Software