

SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS DE BAJO COSTO PARA INSTRUMENTACIÓN EN ENERGIA SOLAR

Daniel Hoyos, Sonia Esteban, Cruz Miguel David, Luque Victor Hugo

INENCO (Instituto de Energías No Convencionales), CIUNSA (Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta) Av Bolivia 5504 Salta Capital, Cp 4400 Teléfono 03874255578 email:hoyosd@unsa.edu.ar

RESUMEN: El presente trabajo presenta una sistema de adquisición de bajo costo diseñado utilizando microcontroladores PIC (). Este sistema permite medir temperaturas, radiación y humedad. La radiación solar media diaria, la temperatura y en algunos casos la humedad son parámetros muy importantes para el diseño de aplicaciones en energía solar. El sistema es autónomo, presenta una memoria de 4Kbytes y la descarga de datos se realiza a través de una conexión serie RS232

Palabras clave: energía solar, tecnología, instrumentación.

INTRODUCCION

Para diseñar un sistema que funcione con energía solar es indispensable disponer de algunos datos meteorológicos del lugar donde se instalará el equipo. Disponer de un equipo de bajo costo y prestaciones medianas permitirá evaluar el recurso solar disponible y realizar un diseño ajustado a las necesidades del lugar. Por ejemplo según el NREL (National Renewable Energy Laboratory) (NREL, 1991), los datos climáticos necesarios para el diseño de un edificio son: temperatura media mensual, t media anual, mínima promedio diaria, máxima promedio diaria, mínima, máxima, humedad relativa promedio, índice de claridad promedio y velocidad de viento promedio. También en (NREL, 1991) se puede observar que los datos necesarios para realizar el calculo de colectores planos incluyen medición de radiación media diaria anual, media mensual, mínimo y máximo media diaria. Para evaluar el comportamiento de un prototipo es indispensable, en cambio, disponer de datos instantáneos del comportamiento del sistema a monitorear.

Para cumplir con cualquiera de estas prestaciones se diseñó este sistema utilizando como base la microcomputadora descrita en (Hoyos, 2003). La microcomputadora consta de una puerta de entrada, tipo serie RS232 (MAX232) , asíncrona, para conectarse a una computadora PC; una memoria de 4 Kbytes (EEPROM 24AA04) , 9 entradas/salidas digitales y un controlador I²C maestro, implementada sobre los puertos del microcontrolador. La misma fue desarrollada utilizando el microcontrolador 16F84 (MICROCHIP, 1998).

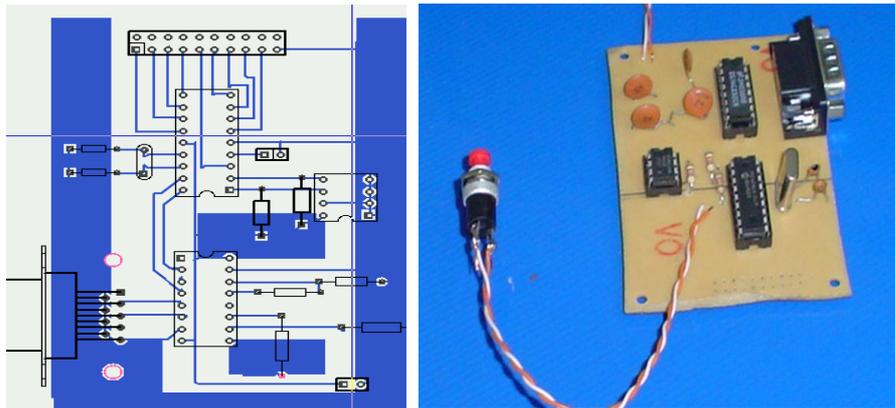


Figura 1: Microcomputador

CONVERSION ANALOGO DIGITAL

La adquisición de datos presenta algunos problemas, entre ellos: El ruido térmico, introducido por el sensor y los cables que transportan la señal medida. La interferencia que provoca la línea de 220V y los generadores electromagnéticos como radios, o teléfonos celulares. Ambos fenómenos se denominan genéricamente ruido. La solución para disminuir este último es blindando correctamente el sistema de medida (Rich,1978). Teniendo en cuenta que los distintos sensores pueden estar ubicados en zonas muy alejadas entre sí el blindaje del sistema es algo muy complejo. Por lo tanto, la longitud de los cables

es una de las principales causas que generan ruido y como las señales transmitidas por ellos son muy pequeñas, del orden de 1 μ V, la relación señal-ruido es muy grande.

Existen diversas estrategias para solucionar este problema:

Seleccionar tipos de sensores con señales de salidas altas, mayores de 1 mV.

Construir lazos de corriente, esto es, convertir la información en corriente y transportarla de esta manera.

Realizar la conversión analógica digital lo más cerca posible del sensor.

Debido a que se dispone en la actualidad de integrados de pequeño volumen y relativo bajo costo, esta última opción resulta interesante de analizar. Se analizaron distintos tipos de convertidores analógicos digitales, entre ellos los circuitos integrados ADC0831, ADC0832 (National, 2002), la cual es una familia de convertidores AD de 8 bits cuya salida es una conexión serie síncrona, que disponen de un conjunto de registros que permiten programar la toma de datos. El convertidor ADC0831 tiene un canal de entrada analógica, se presenta en un encapsulado de ocho pines. Una característica importante consiste en que es posible ingresar la tensión de referencia con la cual va a trabajar el convertidor AD. Esto permite variar el rango de funcionamiento del sistema de medida. El convertidor ADC0832 dispone de dos canales de entrada analógica en un encapsulado de ocho pines. Realizando la comparación entre ambos integrados se concluye que el integrado ADC0832 tiene una menor relación señal ruido, debido a que la fuente de referencia es la tensión de alimentación la cual es muy difícil de estabilizar. Tampoco se puede variar el valor de la tensión de referencia para mejorar el rango dinámico de la medida. No obstante la programación de ambos integrados es muy similar.

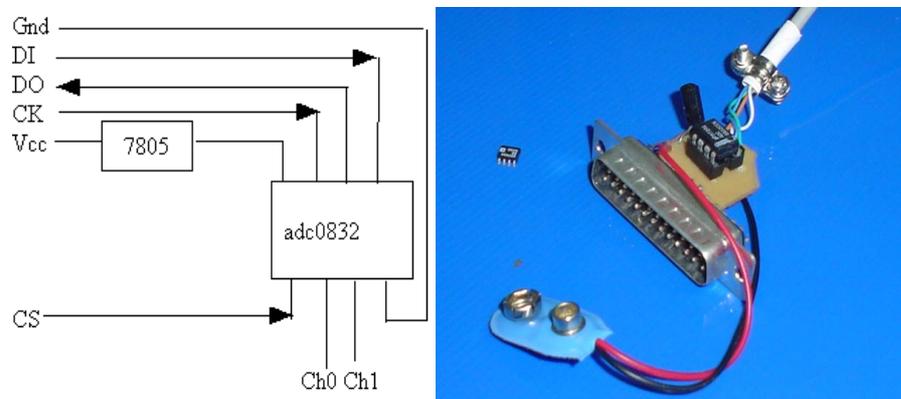


Figura 2: Esquema del circuito del convertidor AD

En la figura se observa el circuito del convertidor analógico-digital ADC0832, junto con una fotografía del montaje realizado, este integrado consta de: un convertidor analógico-digital de 8 bits, registros para su programación, una puerta serie síncrona y dos canales de medición de tensión. Los pines del mismo son los siguientes: una entrada (DI), una salida (DO), un reloj (CK), la alimentación (Vcc y Gnd), una señal de selección (CS) y dos canales (CH0 y CH1). El integrado recibe o envía información solamente si CS está en alto. Si se tiene una transición de 0 a 1 en CK, entonces el ADC lee (recibe datos), por el contrario si la transición es de 1 a 0, el mismo envía datos.

Puesto que la microcomputadora dispone de nueve puertos de entrada/salida y utiliza los puertos PB0, PB1 y PB2, para conectarse con DI, D0 y CK del bloque de conversión AD; quedan disponibles seis puertos para conectarse con CS, lo que permite a su vez conectar seis bloques de conversión AD a la microcomputadora, disponiéndose así de 12 canales de lectura analógica. En la figura 3 se puede observar la conexión de 6 bloques de conversión AD.

El bloque de conversión AD puede funcionar independientemente de la microcomputadora. Por esta razón se implementó el mismo con un conector DB25 para ser conectado directamente a una computadora y de acuerdo a las conexiones dadas en la tabla 1. Con este fin se utilizó el puerto paralelo de la PC, los puertos utilizados son D5, D6, D7 como salidas y ACK como entrada. También se realizó un programa en Visual Basic y otro en TCL-TK para poder operar desde Windows o Linux indistintamente.

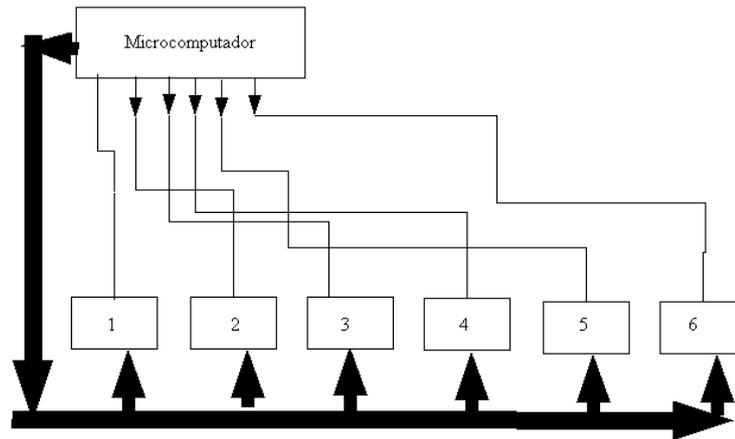


Figura 3: Esquema de conexión de los bloques de conversión AD

Pines del Conversor	Pines del puerto paralelo
CS	D5
DI	D6
CK	D7
DO	ACK

Tabla 1: Conexión del bloque de conversión AD al conector DB25

Realizando la calibración de un bloque de conversión AD del equipo se obtuvo la gráfica que se muestra en la Figura 4. Se utilizó una fuente calibrada marca Kenwood con una apreciación de 1 mV y un voltímetro Marca Hewitt Packat con una precisión de 1 micro volt.

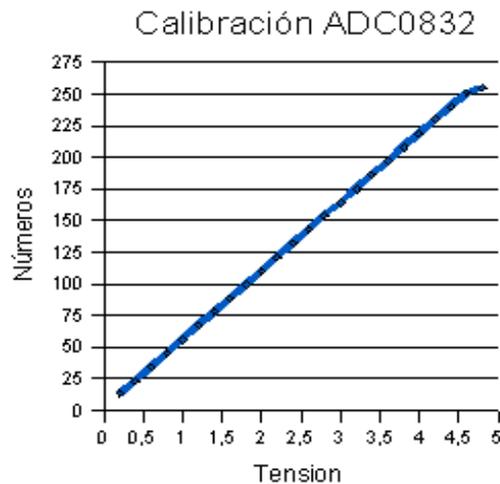


Figura 4: Gráfica del número de salida del conversor versus la tensión medida

MEDICIÓN DE TEMPERATURA

La temperatura es una de las principales variables a medir y analizar en un sistema que funcione con energía solar. Existen diversas tecnologías para medir temperatura, entre ellas la tecnología basada en la comparación de las frecuencias de dos osciladores: uno sensible a la variación de la temperatura y el otro estable. En los últimos años surgieron integrados especiales encargados de realizar estas funciones entre ellos el DS1624 y el AD7416; ambos disponen de un conversor AD de 10 bits y una interfaz serie I²C. El AD7416 presenta una ventaja sobre el primero, dado que posee un encapsulado del tipo montaje superficial, permitiendo así una respuesta térmica más rápida. Ambos integrados tienen una conexión serie I²C esclavo. En la figura 5 se muestra la implementación de un circuito de medición de temperatura utilizando un AD7416. Se observa las conexiones a la red I²C (SDA y SCL), y la selección de la dirección en la red del integrado.

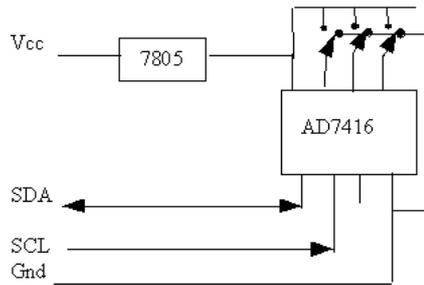


Figura 5: Bloque de medición de temperatura.

Una red I²C se caracteriza por ser una red maestro-esclavo que permite conectar hasta 127 dispositivos entre sí y por utilizar solamente dos puertos para comunicarse entre los dispositivos. La longitud de los cables de conexión entre estos puede ser mayor que 150 m y se caracteriza por ser inmune a las interferencias. Los dos puertos de la red son SDA y SCL. Este último es un reloj controlado por la microcomputadora, mientras que el primero es el encargado de enviar o recibir los datos. El sistema funciona de la siguiente manera: el maestro se comunica con todos los esclavos conectados a la red y envía primero la dirección del esclavo con el cual desea comunicarse y luego la orden pertinente de leer o escribir, el esclavo seleccionado toma el control de SDA, si hace falta, y cumple con lo que le ordena, luego devuelve una señal de fin de mensaje a partir del cual el maestro retoma el control de SDA.

La microcomputadora tiene implementado un controlador I²C maestro que permite controlar la red de medición de temperatura. El integrado AD7416 se conecta a la misma entre las direcciones 72 a 80, o sea que se pueden conectar hasta ocho sensores de temperatura a la red. Este integrado dispone de registros internos que permiten su programación a través de la red, la conexión con el resto de los esclavos se muestra en la figura 6

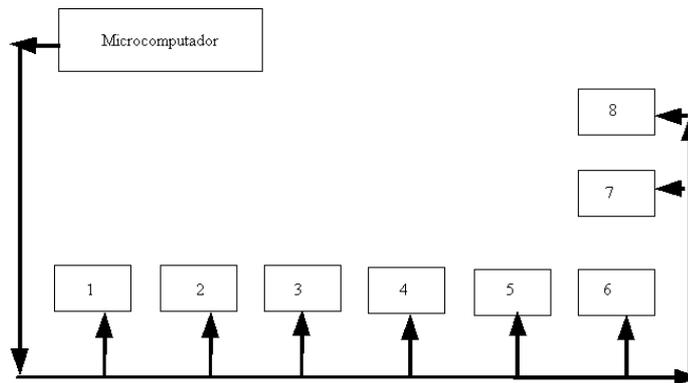


Figura 6: Red de sensores de temperatura.

El circuito integrado tiene una apreciación de un cuarto de grado.

En caso que no se usen todos los módulos de medición de temperaturas, los puertos restantes pueden ser configurados como alarmas o entradas de datos digitales. Los mismos pueden ser utilizados, por ejemplo, para medir velocidad de viento, en una veleta o realizar acciones de control tales como mantener la temperatura en un recinto.

PROGRAMA DEL MICROCOMPUTADOR

La microcomputadora esta diseñada sobre un microcontrolador PIC16F84 y su sistema operativo está escrito en lenguaje de máquina. Tiene dos formas de operación:

Modo de programación, en el cual el sistema puede ser preparado para la toma de datos o control

Modo ejecución, en el cual el sistema realiza las acciones para la cual fue programado.

En el modo programación el sistema espera que el usuario se comunique a través de una puerta serie RS232 y configure el sistema. Con este fin la computadora dispone de una serie de registros encargados de configurarla los cuales se muestran en la tabla 2.

Registros	Función
0	Integración
1,2,3	Tiempos

5,6	Medición
7	Número de medidas
8	Configuración canales digitales

Tabla 2: Registros del microcomputador

El registro 0 configura el sistema para tomar datos integrados o no. En el caso de datos integrados el sistema toma un dato por segundo de cada uno de los canales seleccionados y los promedia durante el tiempo que se indica en los registros de tiempo y los guarda transcurrido ese tiempo en la memoria. En el modo no integral toma los datos separados el tiempo que indique los registro de tiempo y los guarda en memoria.

El control de tiempo los realizan los registros 1,2,3 y permite variar el intervalo de medición desde un milsegundo hasta casi cuatro horas entre medidas.

Existen dos tipos de medida básicos: tensión con los integrados ADC0832 y temperatura con los integrados AD7416. Dentro de la memoria existen dos registros de un byte, donde se configura la toma de datos. El usuario debe poner a 1 el bit correspondiente al bloque que se encuentre conectado y desee utilizar. El registro 1 se encarga de configurar los bloques medidores de tensión y el registro dos se encarga de configurar los bloques medidores de temperatura.

Registro 1

		ADC 5	ADC4	ADC3	ADC2	ADC 1	ADC 0
--	--	-------	------	------	------	-------	-------

Registro 2

Temp7	Temp6	Temp5	Temp4	Temp 3	Temp 2	Temp 1	Temp 0
-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------

Finalmente el registro siete se encarga de registrar el número de medida que está realizando. El modo de configuración permite realizar medidas en todos los canales tanto de temperatura como de tensión. Permitiendo controlar el sistema directamente de la PC.

CONCLUSIONES.

Se construyó un sistema de toma de datos de bajo precio y medianas prestaciones que puede disponer de hasta doce canales de medición de tensión y ocho canales de medición de temperatura. El mismo puede ser configurado para trabajar aislado o conectado a una computadora; todos los canales de tensión o temperatura pueden no estar presentes, lo que permite abaratar su costo al utilizar sólo los necesarios. Las interferencias debidas a los cables casi desaparecen. La distancia a la que pueden ser colocados los sensores aumenta sensiblemente ya que la red I²C de los medidores de temperatura permite cables de hasta 150 m y el largo de los cables de la red síncrona también permite una distancia similar. La medición de temperatura tiene una precisión de medio grado y la de tensión es de 2mV. El bloque de medición de tensión puede ser conectado directamente a la PC como un sistema de toma de datos autónomo.

REFERENCIAS

- Alan Rich (1978). Shielding And Guarding Analog Device Application notes
 NREL National Renewable Energy Laboratory. (1991). Solar Radiation Data for Building.
 NREL National Renewable Energy Laboratory. (1991). Solar Radiation Data Manual for Flat-Plate and concentrating collector
 MICROCHIP (1998). Datasheet microcontrollers
 NATIONAL(2002) Datasheet analog converter
 Hoyos. D (2003) SISTEMA MODULAR DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y CONTROL BASADO EN MICROCONTROLADORES ASADES 2003 Comunicación

ABSTRACT

In this paper we made a datalogger using a microcontroller PIC for data acquisition in solar energy reserch. The system has twelve channel to measure voltage and eigh channel to measure temperature. The system has a memory EEPROM with 4KBytes.

keywords: solar energy, instrumentation.