

SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS BASADO EN UN MICROCONTROLADOR COMO SERVIDOR WEB

Víctor Sánchez Huerta, Javier Vázquez Castillo

vsanchez@uqroo.mx, jvazquez@uqroo.mx

División de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Quintana Roo
Boulevard Bahía s/n, esq. Ignacio Comonfort, Col. del Bosque,
Chetumal, Quintana Roo, C.P. 77019

Alejandro Castillo Atoche

acastill@tunku.uady.mx

Facultad de Ingeniería, Ing. Mecatrónica
Universidad Autónoma de Yucatán
Mérida, Yucatán, México

RESUMEN

Este trabajo presenta el desarrollo y realización de un sistema de adquisición de datos con conexión a Internet. La característica principal de este sistema es que no utiliza una computadora personal para la conexión, sino que ha sido desarrollado sobre la plataforma de un microprocesador de 8 bits que realiza la función de un servidor web.

Palabras clave: Firmware–hardware–sensores–TCP/IP.

INTRODUCCIÓN

El registro de datos de variables físicas es una de las actividades más importante en el análisis del funcionamiento de un proceso. Para realizar esta actividad, usualmente se adquiere en el mercado un sistema de adquisición de datos o se desarrolla si se cuenta con la experiencia necesaria. En ambos casos tradicionalmente la conectividad del sistema de adquisición de datos es hacia una PC y la información sólo está disponible en forma local o si se desea

mayor conectividad es necesario comprar equipo adicional o desarrollarlo, lo cual representa un costo significativo si consideramos que en todo momento es necesaria una PC dedicada a esta función. La Figura 1 muestra el esquema tradicional de un sistema de adquisición de datos.

Además, un sistema de adquisición de datos tradicional no es conveniente para el registro de datos que deba realizarse en lugares remotos, ya que sería necesario proveer al sistema de la energía necesaria para su funciona-

Sistema de adquisición de datos

miento, así como de proveerle un ambiente adecuado de operación principalmente a la PC.

Una solución a esta problemática lo representan los sistemas electrónicos basados en microprocesadores o microcontroladores, ya que estos sistemas tienen la capacidad de cómputo para el registro de datos, con las ventajas de un menor costo y de consumo de energía.

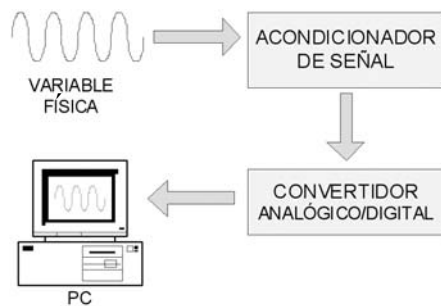


Figura 1. Diagrama a bloques de un sistema de adquisición de datos tradicional.

Actualmente las empresas líderes en el desarrollo de microcontroladores y microprocesadores están lanzando al mercado aplicaciones de estos dispositivos con los protocolos de internet incorporados los cuales permiten que puedan funcionar como servidores Web. Este tipo de sistemas de desarrollo se pueden configurar para la aplicación particular del usuario final, además, también pueden ser configurados mediante *software* para proporcionar servicio de correo electrónico, transferencia de archivos mediante el protocolo FTP (File Transfer Protocol – Protocolo de transferencia de archi-

vos) y Telnet (Hyder & Perrin 2005).

En este artículo se presenta la implementación de un sistema de adquisición de datos basado en un microprocesador de 8 bits. El microprocesador realiza la función de un servidor web que puede ser visualizado desde cualquier navegador web como lo son Internet Explorer o Netscape. Este proyecto se enfoca principalmente en la medición de las variables: irradiancia solar, temperatura y humedad; así como el almacenamiento de sus valores en un sistema de base de datos centralizada, la cual pueda ser consultada de manera remota a través de internet. La importancia de medir y registrar estas variables radica en el hecho de que esta información es útil en proyectos de generación de energía a partir de la energía solar, ya que con la medición de estos parámetros es posible determinar la factibilidad de implementar estos sistemas de generación de energía o también emplear esta información en la caracterización de nuevos materiales de construcción, por mencionar las aplicaciones directamente relacionadas con este proyecto y que son áreas de interés en la Licenciatura de Sistemas de Energía de la Universidad de Quintana Roo.

DESARROLLO

La arquitectura del proyecto se encuentra dividida en dos partes: *Hardware* y *Firmware*.

Hardware: está conformado por el bloque de sensores, un acondicionador de señal para la variable de

irradiancia solar y la tarjeta electrónica del microprocesador.

Firmware: Es el conjunto de programas implantados en el microcontrolador los cuales controlan el registro y almacenamiento de las mediciones de las variables, así como también realizan la función del servidor Web.

La arquitectura del sistema de adquisición de datos se muestra en la figura 2.

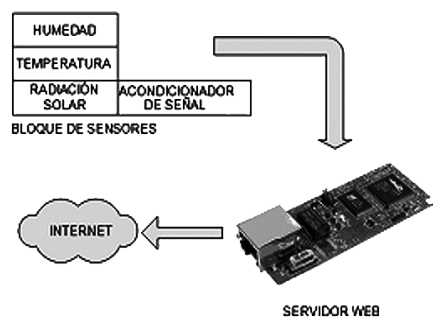


Figura 2. Diagrama a bloques del sistema de adquisición de datos con conexión a internet.

Hardware

A continuación se describen las características y conexión de los sensores de temperatura, humedad e irradiancia solar.

Medición de Humedad Relativa (HR)

En la medición de humedad se utilizó un sensor marca Honeywell de la serie HIH-3610. Este tipo de sensor tiene la ventaja de que se energiza con 5 V_{CD} y proporcionan un voltaje de salida que es proporcional a la humedad relativa en el ambiente, evitando con ello la necesidad de acondicionamiento de señal. La señal del voltaje de sa-

lida está en el rango del voltaje de alimentación del sensor. La Figura 3 muestra la conexión eléctrica del sensor de humedad relativa.

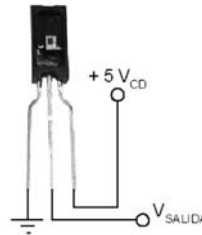


Figura 3. Conexión eléctrica del sensor de humedad relativa.

Con base en la hoja de datos del fabricante, este tipo de sensores tienen un rango de medición de 0 – 100% de Humedad Relativa (HR) con una exactitud de ±2 %. El valor actual de humedad relativa se determina mediante la ecuación (1).

$$\%HR = \frac{V_{salida} * 0.86}{0.0320} \quad (1)$$

Medición de Temperatura

Para la medición de temperatura se utilizó el sensor de circuito integrado LM35 AH. Al igual que en el caso del sensor de humedad, no es necesario un circuito de acondicionamiento de señal para este sensor ya que sólo requiere su voltaje de alimentación y éste genera un voltaje de salida proporcional a la temperatura con una relación de 10 mV/°C. En la Figura 4 se muestra la conexión eléctrica de este sensor. El sensor LM 35AH tiene un rango de medición de -55 °C a +150 °C con una exactitud de ±0.5 °C.

Sistema de adquisición de datos

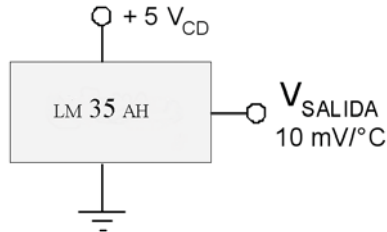


Figura 4. Conexión eléctrica del sensor de temperatura.

Medición de irradiancia solar

En la medición de esta variable se utilizó un piranómetro que proporciona un voltaje de salida proporcional a la irradiancia solar de acuerdo con la ecuación 2.

$$V_{salida} = Irradiancia \times 9.88 \times 10^{-6} \frac{\text{volts}}{W \cdot m^2} \quad (2)$$

Debido a que el voltaje de salida que proporciona el piranómetro es de unos cuantos milivolts, es necesario emplear un circuito de acondicionamiento de señal que amplifique el voltaje de salida del piranómetro a un valor adecuado para la etapa del convertidor analógico/ digital. Para ello se utilizó un amplificador operacional en la configuración de amplificador no inversor con una ganancia de 101. El amplificador operacional LM308 fue utilizado para esta función. La Figura 5 muestra la conexión eléctrica del piranómetro con el circuito de acondicionamiento de señal.

Módulo del microprocesador

El control del sistema de adquisición de datos y su conexión a Internet es reali-

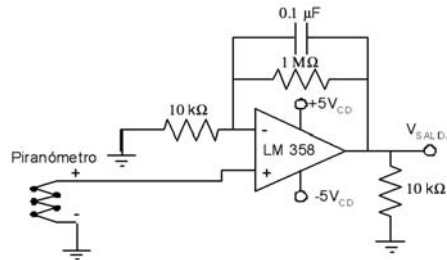


Figura 5. Circuito amplificador para el acondicionamiento de la señal del piranómetro.

zado por un sistema electrónico basado en el microprocesador RCM3000. Este sistema electrónico está constituido básicamente por el microprocesador, las unidades de memoria RAM (Random Acces Memory: memoria de acceso aleatorio), un convertidor analógico-digital de 12 bits y un manejador ethernet en circuito integrado. La ventaja de este tipo de sistema es que los protocolos TCP/IP ya están implementados en *software* en el microprocesador y el manejador *ethernet* proporciona los niveles de voltaje correspondientes al protocolo. Esta característica permite al programador configurar al sistema para operar como servidor web, servidor FTP o para proporcionar servicio de correo electrónico o telnet, Figura 6.

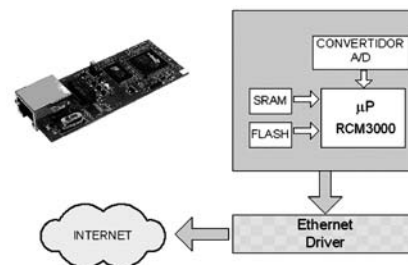


Figura 6. Diagrama a bloques del módulo del microprocesador con conexión a internet

RESULTADOS

El sistema de adquisición de datos fue configurado para registrar los datos de humedad relativa, temperatura e irradiancia solar con un intervalo de 1 minuto. Estos datos son almacenados y presentados por el servidor web del microprocesador. Para ingresar al sistema de adquisición de datos se hace referencia a una dirección de Internet mediante un navegador web, como se muestra en la Figura 7.



Figura 7. Página web del sistema de adquisición de datos.

El sistema de adquisición de datos puede ser accedido simultáneamente por un determinado número de usuarios el cual es configurado mediante el *firmware* del microcontrolador. Para tener control sobre los usuarios que accesan al sistema se configura una aplicación de validación de usuario como se muestra en la Figura 8.

Una vez identificado que el usuario está habilitado para ingresar al sistema, se despliegan los datos actuales por el sistema de adquisición de datos como se muestra en la Figura 9 y en una pantalla alterna los datos almace-

nados pueden ser visualizados en formato de texto separado por comas que puede ser leído desde cualquier hoja de cálculo para su análisis.



Figura 8. Validación de usuario para acceso al sistema de adquisición de datos.

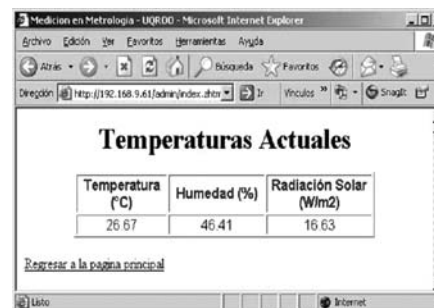


Figura 9. Datos almacenados en memoria.

En la Figura 10 se presenta la gráfica del comportamiento de la irradiancia solar. El muestreo de esta variable inicia a las 5:00 y finaliza a las 00:00 del día siguiente, con un intervalo de muestreo de 1 minuto.

La gráfica de la Figura 10 muestra el comportamiento típico de la irradiancia solar en un día con nubes; esto se puede apreciar debido a que en las primeras horas del día la irradiancia solar fue en incremento

Sistema de adquisición de datos

hasta las 8:00. Después de esta hora y hasta las 13:00 el comportamiento es intermitente debido a la presencia de nubes y posterior a esta hora prácticamente la nubosidad fue nula.

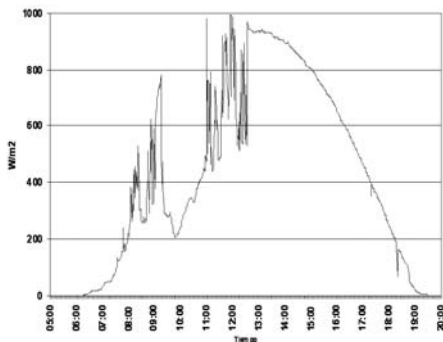


Figura 10. Irradiancia solar.

Es importante mencionar que este sistema de adquisición de datos cuenta con una arquitectura flexible que permite sea utilizado en aplicaciones que requieran el registro de variables distintas a las descritas en este trabajo.

CONCLUSIONES

Se ha presentado el desarrollo e implementación de un sistema de adquisición de datos con conexión a internet. La principal característica de este sistema es que opera y tiene conectividad a internet sin emplear una PC, lo cual de entrada impacta de forma importante en los costos. La conectividad a internet del sistema permite que los datos puedan ser recolectados y analizados en forma remota. En industrias o centros de investigación que

cuenten con una red inalámbrica es factible que el sistema de adquisición de datos también pueda ser configurado para operar en forma inalámbrica. Por otra parte, el desarrollo de este tipo de sistema permite generar tecnología propia que puede ser configurada para aplicaciones de monitoreo de forma remota o automatización.

BIBLIOGRAFÍA

- Hyder K., Perrin B., 2005, *Embedded Systems Design using the Rabbit 3000 Microprocessor*, Elsevier press, UK.
- Application Bulletin Burr – Brown, 1994, *Principles of data acquisition and conversion*, Estados Unidos.
- Zecevic G., 1981, Web based interface to SCADA system, IEEE.
- McClanahan R., 2003, *SCADA and IP*, IEEE Industry Applications Magazine,
- Sánchez V., Vázquez J., Chan F., 2004, *Sistema de adquisición y transmisión de datos sobre TCP/IP para la caracterización del recurso solar y eólico en sistemas de generación de energía a partir de fuentes renovables*, IEEE XV Reunión de otoño de comunicaciones, computación, electrónica y exposición industrial, Acapulco, México.