

TRANSMISIÓN INALÁMBRICA PARA PIRHELÍOMETRO CON SEGUIDOR SOLAR

J. Carletto¹, R. Pelliza², V. Rodrigo³

Laboratorio de Energías Alternativas – Universidad Nacional de San Luis -
Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales
Avda. 25 de Mayo 384 - 7530 Villa Mercedes - San Luis - Argentina
Tel - Fax: 054 2657 434545 Int. 127 - e-mail: jcarlet@fices.unsl.edu.ar

RESUMEN: Se describe en este trabajo el desarrollo de hardware y software diseñados para realizar la transmisión inalámbrica de datos de un pirheliómetro con seguidor solar. Se pretende evitar el enrollamiento del cable que produce este dispositivo al recorrer la trayectoria solar a lo largo del día. Se muestran los esquemas electrónicos, y la idea original de este proyecto. Actualmente se están realizando pruebas en la transmisión. Así mismo, se presenta el desarrollo del software para la adquisición de los datos de energías solar.

Palabras Claves: transmisión inalámbrica, adquisición de datos, medición de radiación solar

INTRODUCCIÓN

Este desarrollo, se está llevando a cabo para la presentación de trabajo final de la carrera Ing. Electricista-Electrónica en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico sociales perteneciente a la Universidad Nacional de San Luis. Se plantea como tema de trabajo final la adquisición de datos de radiación solar directa, global y difusa a través de una PC, mediante transmisión inalámbrica, y diseño de base de datos el cual debía cumplir como requisito primordial el de ser de bajo costo, y el de utilizar los elementos existentes en el Laboratorio de Energías Alternativas (L.E.A.). Si bien el trabajo consta de varias etapas, se presenta en el presente trabajo, solamente el desarrollo de hardware y software necesarios para la transmisión inalámbrica de datos, con lo cual se evitará el enrollamiento del cable.

El esquema que explica el desarrollo del proyecto es el de la Figura1, en donde se muestra un hook-up de la aplicación del mismo.

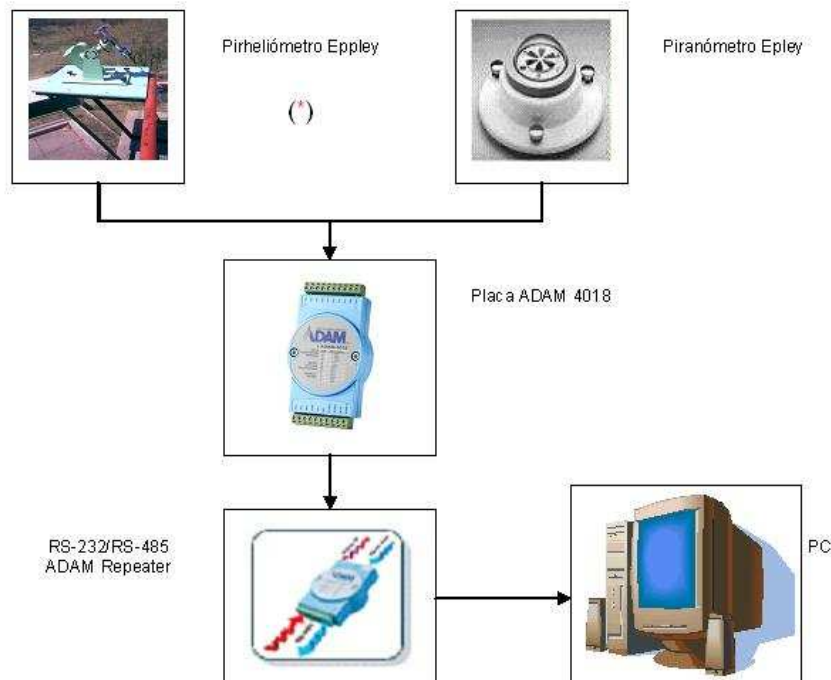


Figura 1: Hook up del sistema de adquisición de datos de radiación solar

¹ Investigador CyT, UNSL

² Alumno

³ Investigador CyT, UNSL

La instrumentación que se utiliza puntualmente para este proyecto es la siguiente:

- Pirheliómetro EPPLEY(Modelo NIP)
- Piranómetro
- Placa de adquisición de datos ADAM 4018 DE
- Placa adaptadora de señal de RS-485 a RS-232 ADAM 4520
- PC



Figura 2: Instalación Pirheliómetro en la terraza del edificio

Para salvar la situación de la necesidad diaria de acceso a la zona del pirheliómetro se escogió como primera medida la ubicación del mismo en un lugar de fácil acceso, que se aproxime a lo ideal, rescatando desde esta ubicación la máxima cantidad de datos posibles. La ubicación exacta del pirheliómetro es $33^{\circ}38'38,85''$ de latitud y $65^{\circ}26'49,91''$ de longitud según el posicionamiento aproximado de 100 pies en www.MyGeoPosition.com.

En cuanto a la situación de torsión o estrangulamiento del cable conductor de señal, se pensó en varias alternativas: En primera instancia en la mecanización de algún material conductor para lograr una transmisión de la señal por medio de anillos rozantes. Esta alternativa fue desechada por varias razones, entre las cuales se encuentran la poca valoración ingenieril agregado al proyecto, la alta posibilidad de herrumbramiento de los canales conductores (ya que estarían expuestos a la humedad de la intemperie), la dificultad de manejar los errores introducidos por rozamiento, entre otros.

Una vez descartado la transmisión por medios mecánicos se llegó a la transmisión por medios inalámbricos. Las posibilidades eran: Una transmisión de señal FM, AM o ASK. La transmisión FM perdió validez como opción debido al costo de los VCO como inicio de un tratamiento de la señal para poder ser transmitida. La posibilidad de la transmisión AM, es muy vulnerable al ruido y agentes que pueden afectar directa o indirectamente la correcta interpretación de los datos recibidos.

Dadas ya las desventajas de los otros sistemas de transmisión se escogió como forma de llevar los datos inalámbrica la digitalización de la señal.

DESARROLLO DEL HARDWARE

La siguiente figura muestra un esquema del sistema de transmisión inalámbrico que diseñamos para la transmisión inalámbrica de los datos.

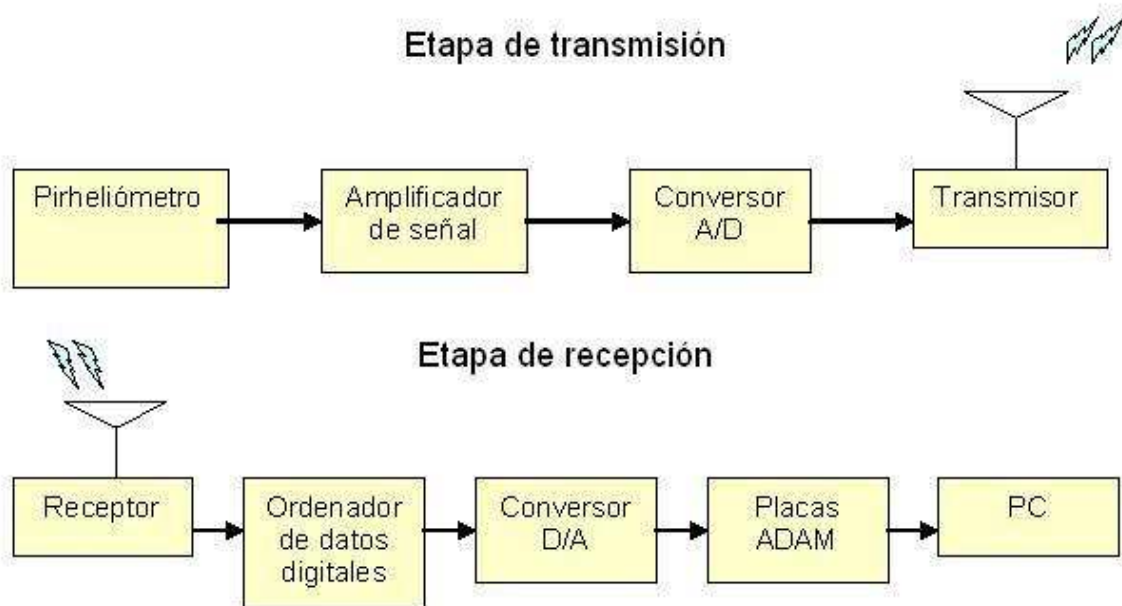


Figura 3: Hook up general del sistema de transmisión inalámbrica

ETAPA DE TRANSMISIÓN

Montado en el pirheliómetro se encuentra un dispositivo el cual se diseñó para la transmisión de la señal del mismo de forma inalámbrica. En la manipulación de la señal se pueden distinguir las siguientes etapas: Amplificación de la señal, Adaptación de la señal a transmitir, Transmisión.

Amplificación de la señal

La señal del pirheliómetro es una señal de tensión de tipo analógico continua, la cual es proporcional a la radiación solar recibida en su termopila. Debido a la construcción del mismo, la señal de salida es, en época de estío, del orden de los milivoltios, dificultando así trabajar la señal de forma cómoda y efectiva. Por esta razón se hace necesaria la amplificación de esta señal.

Las opciones que ofrece el mercado para una amplificación de una señal de este tipo son tan variables en cantidad como en calidad. Para dicho propósito se escogió un amplificador de señal cuyo nombre comercial es AD623, el cual muestra como características destacadas las siguientes: uso sencillo y diseño compacto, operación con fuente de alimentación simple o partida, bajo consumo, ganancia seteable con una sola resistencia externa, alta exactitud en condiciones de tensión continua, elevada inmunidad al ruido, bajo costo, entre otras.

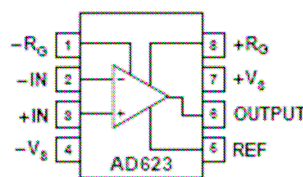


Figura 4: Esquema de utilidad de pines del AD 623

Como se mencionó anteriormente, este dispositivo se muestra con uso extremadamente sencillo desde que su ganancia se puede setear con una sola resistencia conectada entre los pestillos 1 y 8 del mismo.

Para encontrar el valor de la resistencia a utilizar para obtener la ganancia deseada se hace uso de la fórmula que se da a continuación obtenida de la hoja de datos del dispositivo:

$$RG = 100 \text{ k}\Omega / (G - 1) \quad (1)$$

Donde: RG = Valor de la resistencia de amplificación. - G = Ganancia deseada.

Recordemos que la ganancia se da como la relación entre el valor de salida (V_o) y el valor de entrada (V_i), es decir:

$$G = \frac{V_o}{V_i} \quad (2)$$

En tiempos de máxima radiación solar directa, es decir, cuando el hemisferio Sur se encuentra más próximo al sol, el valor de la señal eléctrica que alcanza la termopila del pirheliómetro es del orden de los 15 a 20 mV.

El valor de salida del pirheliómetro es demasiado bajo, entonces, adecuaremos la ganancia del amplificador de manera que cuando la salida del mismo sea máxima, en la salida del amplificador tengamos 5 V, que es un valor razonable y fácil de trabajar.

Entonces:

$$G = \frac{5}{20 * 10^{-3}} (V/V) \Rightarrow G=250 \quad (3)$$

Volviendo a la Formula 1, para nuestro caso tenemos:

$$RG = 100 \text{ k}\Omega / (250 - 1) \quad (4)$$

$$RG = 401,6 \text{ }\Omega \cong 400 \text{ }\Omega \quad (5)$$

Según se observa en las curvas de la hoja de datos obtendremos una mejor amplificación con una fuente partida, por lo cual se optó por la siguiente configuración del circuito:

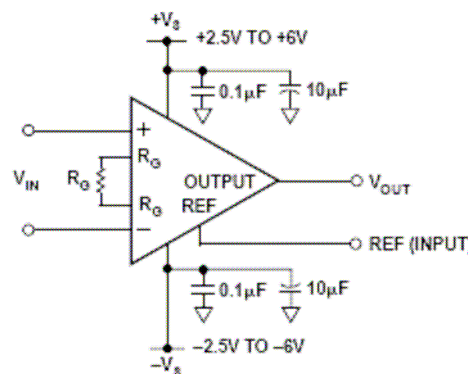


Figura 5: Circuito con alimentación de fuente partida

Al no poder utilizar una fuente partida en el lugar del transmisor, ya que este ocuparía demasiado lugar, lo que se hace es usar una batería comercial de 9 V., seguida de un limitador de voltaje L7805C, el cual nos proporciona a la salida una tensión continua de 5 V., lo que, al ser utilizado conjunto al “0” del circuito (masa), nos da como resultado un circuito de fuente partida desequilibrado. De todos modos, se está estudiando el funcionamiento de este modo de alimentación y se ajustará según lo necesario.

Adaptación de la señal a transmitir

Las posibilidades que se manejaron para la transmisión inalámbrica de la señal del pirheliómetro (señal de tensión continua del orden de 3 a 20 mV), fueron la modulación de la señal en frecuencia (FM), modulación de señal en amplitud (AM), y la digitalización de la señal (ASK), como se mencionó anteriormente.

Para realizar una transmisión modulada en frecuencia, lo que tenemos que hacer es llevar la señal de una forma continua a una forma alterna con una frecuencia natural (señal alterna a ser transmitida, f_0) y “montarla” en una señal de mayor frecuencia, que sería la portadora (f_{osc}). Para lograr este objetivo se debería llevar la tensión de una señal continua a una señal alterna, para lo cual se utilizaría, previa amplificación de la misma, un oscilador controlado por tensión (VCO), el cual el costo de este único componente no justifica la utilización de este tipo de transmisión, sin contar el costo de filtros y otros componentes necesarios para la realización de este sistema.

La transmisión en amplitud modulada se ve severamente afectadas por interferencias, que para este tipo de trabajos no es un parámetro que permita mucha flexibilidad, ya que se trata de una medida que debe ser exacta.

Lo que se decidió fue digitalizar la señal, para ello se utiliza un PIC 12F683 con un conversor A/D de muy bajo costo que hace que la transmisión tenga un mejor equilibrio costo-utilidad.

En la etapa de transmisión se presenta el inconveniente del diseño de un dispositivo que debe estar energizado por una fuente inalámbrica, de alta autonomía, y de un rendimiento elevado. Además, encontramos un espacio reducido para el acoplamiento del mismo, debiendo optimizar la “confrontación” espacio-costos.

Entre otras prestaciones este dispositivo tiene, bajo costo, tamaño reducido, bajo consumo, alta inmunidad al ruido conversor A/D de 10 bits, 6 I/O configurables, oscilador interno configurable.

Las anteriormente mencionadas son sólo algunas de las prestaciones de este “PIC enano” o PIC con tecnología nanoWatt, pero son las más destacadas y por las cuales se escogió trabajar con él.

El hecho de que tenga un consumo mínimo de corriente y un modo “Sleep” que contribuya a este consumo, es indispensable en este tipo de transmisiones en donde el módulo transmisor se encuentra aislado y fuera de toda posibilidad de ser alimentado por medio de la red eléctrica comercial.

Economizar espacio también es un tema que fue puesto en la balanza a la hora de seleccionar el dispositivo ya que no se dispone de mucho lugar en donde montar un transmisor sobre el mismo pirheliómetro, por lo cual el hecho de que sean de una dimensión pequeña y a su vez eviten el circuito de osciladores externos es una gran ventaja.

Lo que este dispositivo va a hacer es con la señal es básicamente, recibir la señal de forma analógica, convertirla de analógica a digital, enviar una señal “bandera” para sincronizar la transmisión, sacar la señal convertida digitalmente de forma serial

Transmisor

La clave fundamental de este proyecto está en el medio de transmisión que se utilice. En el comercio se pueden conseguir una gran gama de radios de transmisión y recepción, con diferentes características como: costo, alcance, formas de modulación, y complejidad en el manejo entre otras.

Para este proyecto trabajaremos con un par de radios muy sencillos de la compañía WEN SHING que produce diferentes soluciones en el campo de comunicaciones inalámbricas. Se trata de un par de radios de los cuales uno es transmisor y el otro es receptor.

Las referencias son TWS-BS3-C y RWS-376, que son el transmisor y el receptor respectivamente. Este juego de radios trabaja una señal portadora de 434 MHz y modulan en ASK, de tal manera que pueden transmitir valores lógicos 1 y 0.

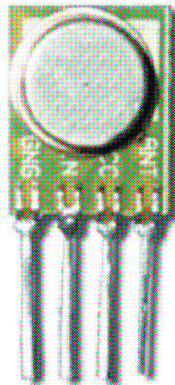


Figura 6: Transmisor TWS-BS3-C

La modulación ASK es similar a la modulación AM de la radio comercial de la banda de AM. En la modulación ASK un 0 lógico se representa con la ausencia de la señal portadora y un 1 lógico con la presencia de esta.

La instalación de estos módulos de radio es muy simple, se utiliza dos pines para alimentar el modulo, uno con Vcc y otro con GND, un pin para la antena y otro para la entrada o salida de datos de forma serial.

El modulo transmisor se puede alimentar con una tensión de entre 3V y 12V. La potencia de transmisión será mayor a mayor voltaje.

ETAPA DE RECEPCIÓN

En la etapa de recepción nos encontramos libres de inconvenientes de espacio como así también de alimentación, lo que en definitiva nos facilita todo a una simple adecuada elección y buena programación del PIC a utilizar.

Receptor

El receptor es el primero en la etapa de recepción propiamente dicha. El dispositivo receptor es el RWS-376 el cual se muestra en la siguiente figura. Este módulo se alimenta con 5 Vcc.

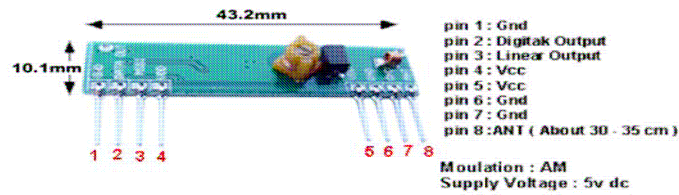


Figura 6: Receptor RWS-376

Adaptación de la señal recibida

La calidad de una transmisión se mide en relación de cuán parecida es la señal en la salida del receptor y la señal verdadera en la entrada del transmisor. Esta calidad se ve afectada cuando la señal sufre una conversión A/D por la calidad del convertor, tanto el analógico-digital como el digital-analógico.

Comercialmente se consiguen gran variedad de convertidores D/A pero los que dan una solución más razonable en cuanto a prestación-coste son los CD/A de 8 bits. Este tipo de convertidores fueron los usados en la etapa de recepción.

El hecho de trabajar con esta cantidad de bits producirá una disminución en la resolución de la transmisión, ya que en un principio (etapa de transmisión), la resolución de la señal es de 10 bits. Esta disminución en la resolución no es importante ya que los datos que no serán tomados en cuenta serán los dos bits menos significativos, lo que introduciría un error mínimo en el resultado.

Una vez que la antena recibió el dato, este se dirige en forma serial a uno de los pines del PIC16F683, el cual los recibe y los coloca en forma de un byte (8 bits). Estos son colocados de forma paralela en los pines del puerto RB del PIC y son llevados de esta forma hasta la entrada del convertor digital-analógico, para obtener de esta manera una señal analógica de tipo continua de un nivel de amplificación de 250.

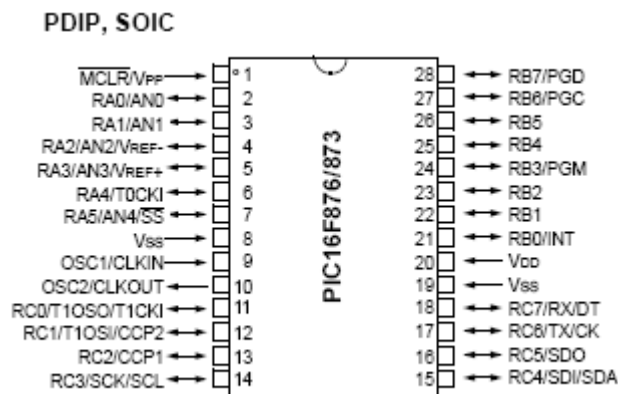


Figura 7: Esquema Patillaje PIC

DISEÑO DEL SOFTWARE DE ADQUISICIÓN

Una vez desarrollado la transmisión de datos, resta desarrollar un software que nos permita ver los datos recolectados por los dispositivos conectados a la placa de adquisición ADAM 4018.

Teniendo siempre presente que el software a desarrollar tiene como función principal mostrar la radiación solar directa, global, difusa, los requerimientos que se pensaron necesarios para que el mismo sea efectivo son: un entorno gráfico que sea claro y sencillo, protocolo de fácil manejo y posibilidad de subir la información a Internet

Para desarrollar este programa se eligió el lenguaje de programación Visual Basic 6.0 que se ajusta a los ítems mencionados. Visual Basic es un lenguaje fuertemente usado por programadores expertos, y elegido también por personas que comienzan a incursionar el mundo de la programación debido a la simplicidad del mismo. Visual Basic 6.0 es un lenguaje de programación visual, también llamado lenguaje de 4ª generación. Esto quiere decir que un gran número de tareas se realizan sin escribir código, simplemente con operaciones gráficas realizadas con el ratón sobre la pantalla.

Descripción del software

El software consta de un formulario principal en donde se ven: hora, fecha, radiación solar global, directa y difusa, en tiempo real. Posee también menús con los cuales se pueden ver el historial por mes, gráficos de las variaciones de las radiaciones por separado o juntas, se puede también configurar el tiempo de adquisición y el puerto serial que se desea trabajar.

Consta también de medidas de seguridad o WARNING que nos advierten de posibles errores en la manipulación del programa como así también de algún error el conexionado o manipulación del sistema en general

CONCLUSIONES

Se logró la puesta on line de datos meteorológicos, con software gratuito, logrando altas prestaciones en la presentación de los mismos, brindando una solución económica para poder publicar en tiempo real los datos climáticos del lugar.

REFERENCIAS

ADAM 4000 Data Acquisition Modules User's Manual. (2007)

Data sheet ADAM 4018. (2006).

MICROCHIP, Data sheet PIC 12F683

MICROCHIP, Data sheet PIC 16F876

Microcontroladores<<PIC>> Diseño práctico de aplicaciones (1999). 2º Edición Mc Graw-Hill/ Interamericana de España S.A.U.

ABSTRACT

This paper describes the hardware and software development designed for data wireless transmission from a phireliómetro with solar tracker. It is intended to prevent cable curl produced by this device to explore the solar path throughout the day. Electronic schemes are shown and the original idea of this project. Currently undergoing trials in the transmission. Also, we present the development of software for solar radiation data acquisition.

Keywords: wireless transmission, data acquisition, solar radiation measurement