

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE ADQUISICION, ALMACENAMIENTO Y TRANSMISION DE DATOS PARA MONITOREO REMOTO DE UNA ESTACION METEOROLOGICA

Lucas Ruffini ^a, Marcelo Buteler ^b y Griselda Jeandrevin^c

^a *Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones, Facultad de Ingeniería, Instituto Universitario Aeronáutico, Av. Fuerza Aérea km 6 ½, 5010 Córdoba, Argentina, lucasruffini@gmail.com, <http://www.iaa.edu.ar>*

^b *División de Radar Sistemas Electrónicos, Centro de Investigaciones Aplicadas, Instituto Universitario Aeronáutico, Av. Fuerza Aérea Km 6, 5010 Córdoba, Argentina, mbuteler@iaa.edu.a*

^c *Departamento de Mecánica Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Instituto Universitario Aeronáutico, Av. Fuerza Aérea km 6 ½, 5010 Córdoba, Argentina, gjeandrevin@iaa.edu.ar, <http://www.iaa.edu.ar>*

Palabras Claves: adquirente de datos, estación meteorológica, transmisión de datos, almacenamiento de datos.

Resumen. El presente trabajo detalla el diseño y construcción de un sistema de adquisición de datos meteorológicos con monitorización de los datos en forma remota. El equipo fue construido especialmente para ser instalado en la localidad de Las Vertientes con el fin de evaluar el potencial energético de origen eólico. Este sistema es capaz de almacenar en una memoria tipo flash SD, los datos obtenidos de los sensores montados en una torre. El adquirente realiza la transferencia de dichos datos a un servidor FTP utilizando tecnología GPRS a través del módulo transmisor. Una aplicación web se encargará de extraer los datos del servidor para procesarlos y guardarlos en una base de datos. Se publica la información más reciente permitiendo también hacer consultas de mediciones anteriores.

1 INTRODUCCION

El agotamiento de las fuentes fósiles de energía, el aumento del costo de explotación y la contaminación ambiental que conlleva su uso, provoca un creciente interés en el desarrollo de energías limpias, de bajo costo y renovables; que le permitan al hombre mantener el consumo per cápita, hacer llegar los recursos energéticos a un mayor número de habitantes carecientes aún hoy en día de ellos y mitigar el alto impacto sobre el medio ambiente (Seth, 2000).

En la búsqueda de esas soluciones, se están llevando a cabo investigaciones, desarrollos y aplicaciones de fuentes de energías alternativas a los combustibles fósiles (Veziroglu, 2002).

Uno de estos combustibles alternativos, no primario, es el Hidrógeno, sustancia factible de almacenamiento, transporte, distribución y consumo. Actualmente se conducen acciones concretas a nivel internacional y nacional para el aprovechamiento de este combustible.

Una fuente prometedora para la producción de hidrógeno es la energía eólica, fuente renovable, inagotable y limpia. Por este motivo, la “caracterización del recurso eólico” desde el punto de vista de su aprovechamiento energético es un objetivo primordial.

En este marco, un grupo de investigadores desarrolla el proyecto titulado *Factibilidad Técnica, Económica y Ambiental de la Producción de Hidrógeno en la Provincia de Córdoba en Base a Recursos Eólicos Evaluada a Partir de Mediciones de Campo*, seleccionado en la convocatoria 2004 PICTOR II realizada por la ex Agencia Córdoba Ciencia. Y del cual el presente trabajo forma parte. El equipo de trabajo está constituido por una red interdisciplinaria de investigadores pertenecientes a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Córdoba, la Universidad Empresarial Siglo 21 y la Facultad de Ingeniería del Instituto Universitario Aeronáutico (IUA).

La “caracterización del recurso eólico en la provincia de Córdoba” desde el punto de vista de su aprovechamiento energético, como se mencionó antes, es uno de los objetivos específicos del proyecto donde se enmarca este trabajo.

1.1 Objetivos del Trabajo

El objetivo del proyecto es el diseño de una estación meteorológica autónoma. Dicha estación es un elemento útil para poder tomar mediciones de diversas variables meteorológicas en forma remota, es decir sin necesidad de desplazarse al lugar de emplazamiento de la estación.

Los factores meteorológicos a medir han sido seleccionados estratégicamente con fines de evaluación del recurso eólico. Los parámetros a sensar son presión atmosférica, temperatura, velocidad y dirección del viento.

La autonomía de este tipo de dispositivos es un requisito indispensable si se desean adquirir las variables meteorológicas en ciertos sitios donde no existen líneas de comunicaciones ni redes eléctricas de alimentación.

Las comunicaciones del sistema se basarán en la red inalámbrica GSM cuyo proveedor será la empresa Personal. Esta red tiene una cobertura en el territorio argentino del 95% y por tanto, puede ser utilizada prácticamente en cualquier lugar. La información enviada a través de la red GSM será almacenada en un servidor contratado para luego procesarla y posteriormente ponerla a disposición de la persona interesada a través de una interfaz web.

Al mismo tiempo las variables adquiridas serán almacenadas en una memoria no volátil en el lugar de emplazamiento de la estación con el fin de tener un respaldo de la información.

En definitiva, se pretende desarrollar un producto de calidad y prestaciones similares a las encontradas en equipos existentes en el mercado internacional, y a la vez reducir costos en su fabricación como en su funcionamiento.

2 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

El equipo adquisidor está formado por cuatro etapas o módulos como se muestra en la **Figura 1**. Estas etapas son: etapa de adquisición y procesamiento de datos, de almacenamiento, de transmisión y por último de visualización a través de aplicación web.

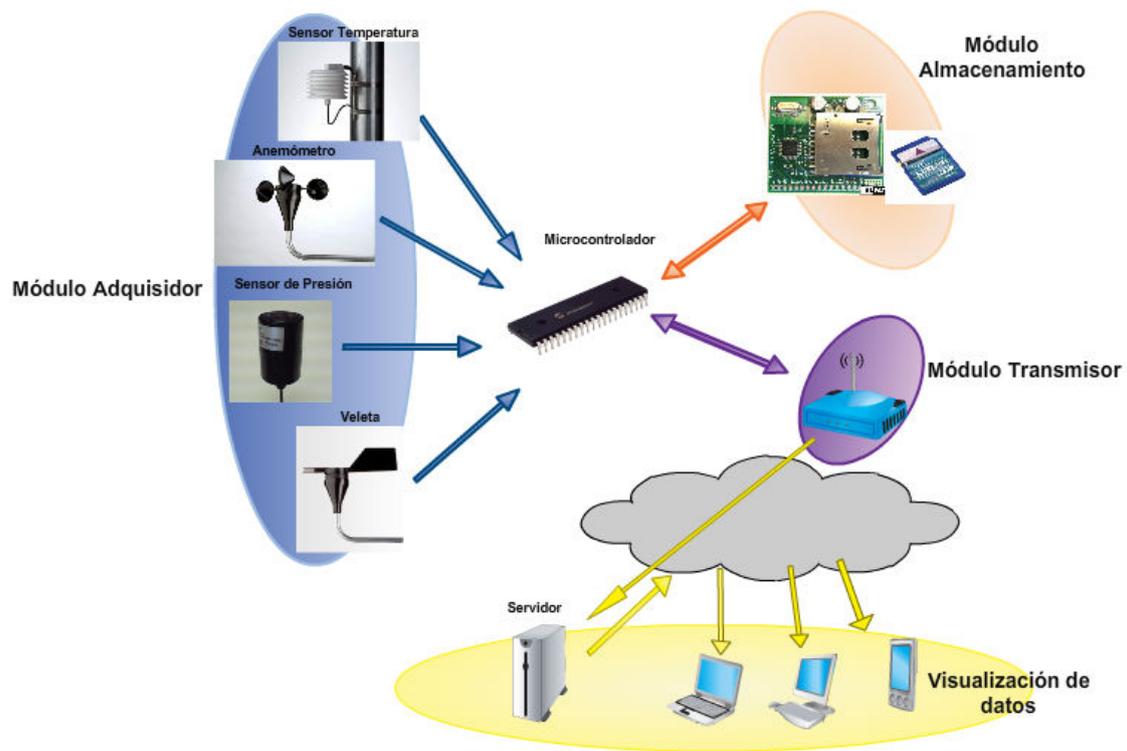


Figura 1: Diagrama conceptual del Sistema.

2.1 Módulo Central de Adquisición y Procesamiento de Datos

La unidad central de procesamiento de la estación está basada en el microcontrolador PIC18F452, el cual posee las siguientes características:

Característica	Valor
Frecuencia de Operación	DC a 40MHz
Memoria de Programa	32 Kbytes
Memoria FLASH	16384 Bytes
Memoria de Datos	1536 Bytes
Memoria EEPROM (Bytes)	256 Bytes
Fuentes de Interrupción	18
Puertos de Entrada/Salida	5 (A,B,C,D,E)
Instrucciones	75(altas y bajas)
Comunicaciones seriales	SPI, I ² C, USART

Tabla 1: Especificaciones microcontrolador PIC18F452.

Se optó por este modelo por disponer de las características mencionadas, esenciales para la adquisición de los datos provenientes de los sensores. Así también para la conexión del módulo de almacenamiento y de transmisión.

2.2 Módulo de Almacenamiento

Se integró el módulo central con un módulo de lectura/escritura de tarjetas de memoria tipo flash, formato SD con interfaz RS-232, capaz de enviar y recibir comandos y datos mediante la citada interfaz. Éste sistema se ha implementado con el fin de tener un respaldo de la información obtenida en la torre meteorológica, actuando como buffer de datos en los casos en que la conexión GPRS no se pueda llevar a cabo.

El módulo de lectura/escritura SD es desarrollado por la empresa GHI Electronics. Éste fue adquirido en los Estados Unidos.

2.3 Módulo de Transmisión

Se integró el sistema adquisidor con un módulo GSM/GPRS modelo G24 de la empresa Motorola. Este módulo cuenta con interfaz RS-232 para la comunicación con el microcontrolador. La transferencia de datos se realizará mediante una transmisión de paquetes GPRS donde estará corriendo el protocolo FTP (File Transfer Protocol), para lograr la comunicación entre el microcontrolador, que actuará como cliente, y el servidor.

Se decidió utilizar un MODEM GSM/GPRS a otros tipos de transceptores como ser VHF, WiFi de 2,4GHz o 5,8GHz debido a que este permite una cobertura relativamente más amplia y cuenta con una disponibilidad del 95% en Argentina, aunque cuenta con la desventaja de utilizar una red de terceros como lo es la red de telefonía celular GSM en nuestro país.

A su vez, se prefiere utilizar el sistema de datos GPRS a GSM ya que se reducen considerablemente los costos de comunicación, ya que GPRS permite salida hacia Internet sin necesidad de contactar a un ISP como es el caso de GSM. El sistema de transmisión GSM haría actuar al módulo GSM/GPRS como un MODEM telefónico analógico y el costo sería el de una llamada, local o interurbana, siendo el costo del envío de datos mucho mayor.

2.4 Servidor y Aplicación web

Una parte importante de éste trabajo es el almacenamiento de la información, la misma debe estar disponible para realizar estudios específicos como lo es el análisis energético a partir del recurso eólico. Para esto se ha contratado un servidor a la empresa Dattatec.com en el cual se almacenan las variables adquiridas por los sensores, también éste servidor se utiliza para alojar la aplicación web la cual permite la visualización de la información.

La aplicación web cuyo dominio es www.meteolic.com.ar se encarga de tomar los archivos del servidor FTP, luego almacenarlos en el hosting y por último extraer las variables y guardarlas en una base de datos. Se publica la información más reciente permitiendo también hacer consultas de mediciones anteriores entre otras cosas.

3 ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS: SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS

El sistema de adquisición de las variables meteorológicas está formado por cada uno de los sensores y un módulo central encargado del procesamiento de las señales provenientes de dichos sensores.

Un microcontrolador lee las señales analógicas de los sensores. Los rangos de salida

analógica fueron adaptados a los límites de referencia del conversor analógico digital, en este caso de 0 a 5V.

3.1 Sensores Meteorológicos

Lo esencial de un programa de monitoreo de datos meteorológicos es la recolección de valores de velocidad y dirección de viento, temperatura del aire y presión atmosférica.

Los datos de velocidad de viento son el indicador más importante de los recursos energéticos de un sitio. La medición a múltiples alturas proporciona las características del perfil de viento de un sitio, contribuye a realizar simulaciones de rendimiento de una turbina eólica en varias alturas, entre otras razones.

En general se toman mediciones de vientos a tres alturas diferentes. El primer nivel debe ser seleccionado considerando la altura del cubo (eje de rotación del rotor) de los generadores eólicos de gran potencia, por ejemplo para generadores eólicos de 2 MW la altura del cubo es aproximadamente de 60 m. El segundo nivel corresponde a la altura mínima alcanzada por la punta de la pala del rotor de una turbina en rotación, también ayuda a definir el régimen de vientos. El tercer nivel corresponde a 10 m, esta es la altura estándar universal de mediciones meteorológicas. Sin embargo, en lugares donde la interferencia de la vegetación local a esta altura es inevitable, puede utilizarse un nivel más alto (NREL, 1997)

Velocidad de Viento

Para la medición de la velocidad de viento se ha utilizado el anemómetro de copas NRG #40 Maximum Anemometer de la empresa NRG Systems. Su funcionamiento se basa en cuatro polos magnéticos que inducen una onda sinusoidal de tensión en una bobina que produce la señal de salida con una frecuencia proporcional a la velocidad del viento. El rango de frecuencias varía desde 2 Hz hasta su umbral en aproximadamente 100 Hz en presencia de fuertes vientos. La función de transferencia que da el valor de velocidad de viento es,

$$\text{Velocidad de Viento (m/s)} = (\text{Frecuencia Hz} \times 0.76) + 0.35 \quad (1)$$

La amplitud de la señal de salida está fijada en un mínimo de 80 mV pico a pico a 0,89 m/s (2 mph) a un máximo de 12 V pico a pico (típica de 9 V pp) a altas velocidades del viento.

Dirección de Viento

Para determinar las direcciones del viento dominantes, las veletas deben ser instaladas en todos los niveles de control relevantes. La frecuencia de la dirección de viento es importante para identificar los terrenos y las orientaciones más convenientes, y para optimizar el diseño de un parque eólico. El sensor utilizado para la medición de la dirección de viento es el NRG #200P Wind Direction Vane de la empresa NRG Systems. La veleta está directamente conectada con un potenciómetro situado en el cuerpo principal. Tiene una respuesta de voltaje proporcional a la dirección del viento, ésta es producida cuando un voltaje constante de excitación es aplicado al potenciómetro.

Temperatura del Aire

La temperatura del aire es un descriptor importante del entorno de operación de un parque eólico, y normalmente se mide a nivel del suelo, de 2 a 3 m, o cerca de la altura del cubo. También se utiliza para calcular la densidad del aire, variable que se utiliza para calcular la densidad de energía eólica y la potencia de una turbina eólica.

Si la temperatura se mide a más de una altura puede calcularse el perfil térmico, el cual

proporciona información acerca de la turbulencia y la estabilidad atmosférica. Los sensores de temperatura deben estar ubicados cerca de los niveles inferior y superior de medición sin interferir con las mediciones de viento. El sensor que se ha escogido es el NRG 110S Temperature Sensor de la empresa NRG Systems.

Este sensor de temperatura está compuesto por circuitos integrados de larga duración que proporcionan un alto nivel de señal de voltaje a la salida. El #110S incluye una referencia interna, amplificadores y seis placas UV que funcionan como escudo de la radiación.

$$\text{Temperatura (} ^\circ\text{C)} = (\text{Voltaje} \times 55.55) - 86.38 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2)$$



Figura 2: Estación meteorológica Las Vertientes.

Presión Barométrica

La presión barométrica se utiliza con la temperatura para determinar la densidad del aire. Puede instalarse a baja altura o dentro de la caja donde se encuentran los equipamientos. El sensor utilizado es el BP20 Barometric Pressure, sensor de la empresa NRG Systems.

La señal de salida del BP20 es un voltaje proporcional a la presión atmosférica absoluta. Un gráfico de la señal de voltaje del BP20 frente a la presión absoluta es una línea recta. El factor de escala del sensor (la pendiente de la gráfica) es 0.0459 voltios por kilopascal. Este sensor acota su rango de medición, es decir, no extiende sus medidas a la presión cero (al vacío). El piso de medición, a cero voltios, se encuentra alrededor de los 10,55 KPa. Este valor de “offset” varía de sensor a sensor y es medido cuando se calibra en fábrica.

$$\text{Presión (kPa)} = (\text{Voltaje} \times 21.79) + 10.55 \quad (3)$$

Vamos a tomar como datos útiles, mediciones a partir 15 kPa (150 mb o 4,43 inHg) a 115 kPa (1150 mb o 34 inHg).

En la [Figura 2](#) podemos ver la instalación de estos sensores en la estación meteorológica Las Vertientes.

3.2 Estación Meteorológica Las Vertientes

La estación meteorológica instalada y para la cual se realizó la aplicación desarrollada en el presente trabajo está ubicada en la localidad de Las Vertientes, en el departamento Río Cuarto, sobre la ruta RN 8, [Figura 2](#).

La torre tiene una altura de 72 m, propiedad de la Cooperativa Eléctrica de Las Vertientes. Sobre la misma, se instalaron tres soportes, uno a 60 m, otro a 41 m y el último a 20 m. En dos soportes se colocaron un anemómetro y una veleta, a 20 m solo se instaló un anemómetro. Sobre la torre, a 60 m y 20 m, se montaron dos sensores de temperatura. Y a 9 m fue instalado un sensor de presión. La disposición de los soportes y sensores se muestra en la [Figura 3](#).

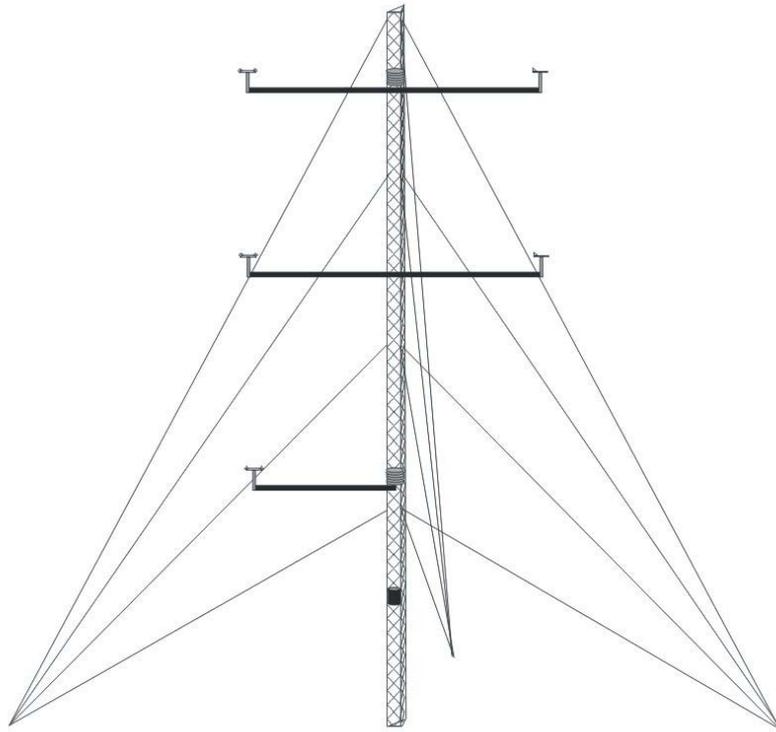


Figura 3: Disposición de sensores montados en la torre.

4 MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE DATOS

El sistema de almacenamiento de datos está conformado por un módulo central y un módulo de almacenamiento. Este último es capaz de guardar gran cantidad de datos de forma confiable, es por ello que se lo integro al módulo de adquisición con el fin de tener un respaldo de la información obtenida de los sensores. El módulo de almacenamiento está conformado por un dispositivo de lectura/escritura de tarjetas de memoria tipo flash, formato SD (Secure Digital). La comunicación entre el microcontrolador y el dispositivo de almacenamiento se realiza a través de la interfaz RS-232.

4.1 Dispositivo de Almacenamiento de Datos

Como dispositivo de almacenamiento se optó por el módulo μ ALFAT SD desarrollado por la empresa GHI Electronics (GHI Electronics, 2008). Este módulo consta de una ranura para tarjetas SD y MMC. Se opta por utilizar tarjetas SD ya que estas se consiguen con mayor facilidad en el mercado argentino. En la Figura 4 podemos ver el slot para introducir la tarjeta de memoria y su placa de adaptación.

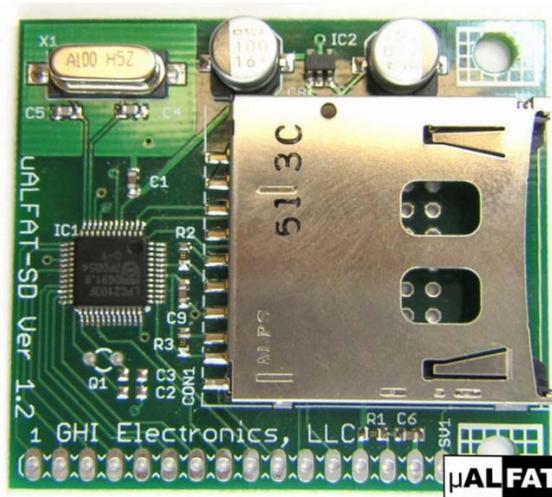


Figura 4: Módulo μ ALFAT SD.

μ ALFAT es un completo sistema de archivos FAT en un chip. Este requiere muy pocos componentes exteriores para funcionar.

El módulo central del sistema se va a comunicar con el dispositivo de almacenamiento a través de la interfaz UART.

En el modo de interfaz UART, el pin UART_TX se utiliza para enviar datos al microcontrolador y el pin UART_RX para recibir órdenes del microcontrolador. La velocidad en baudios predeterminada es de 9600. Siempre usando 8 bits sin paridad y 1 bit de parada.

El módulo de almacenamiento de datos está conformado por una memoria de escritura serial SD-MMC (Secure Digital MultiMedia Card) como la que se muestra a continuación:



Figura 5: Memoria SD.

Estos dispositivos de almacenamiento de memoria vienen en diferentes capacidades, siendo las últimas versiones de 16 GB. En este proyecto se implementa una memoria de

menor capacidad (**Figura 5**) pues el volumen de información a almacenar es limitado.

El adquirente de datos genera un archivo cada 10 minutos, cada archivo tiene un tamaño de 71 bytes. Por día se guarda un volumen de datos de 10,22 Kbytes, lo que hace al año un volumen de 3,73 Mbytes. La capacidad de la memoria SD que se utiliza es de 1 GB, es decir la memoria que se utiliza tiene capacidad para almacenar información del adquirente por aproximadamente 268 años. Concluyendo que nunca se logrará llenar la memoria antes que se extraiga la información en campo.

4.2 Procesamiento previo de la información almacenada

El período de muestreo de los datos almacenados es 10 minutos. Estos datos son el resultado de un promedio de diez muestras previas tomadas cada un minuto.

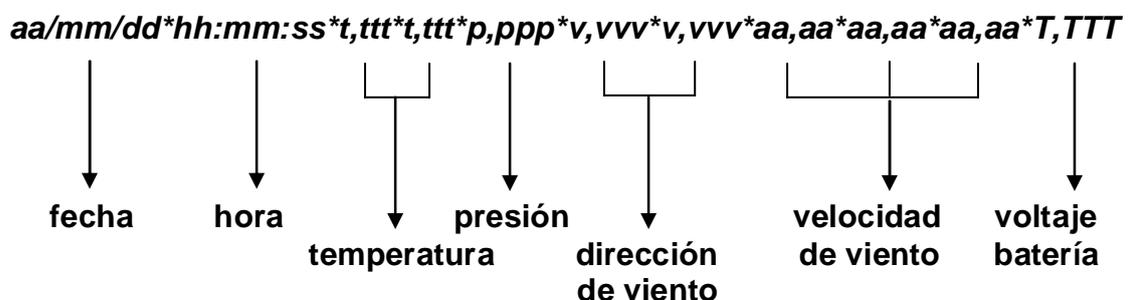
Se decidió utilizar estos tiempos en base a recomendaciones para mediciones de variables meteorológicas con fines de generación eléctrica y medición de potencia eléctrica producida por aerogeneradores.

El microcontrolador crea un archivo, con los promedios de los sensores cada diez minutos, que posteriormente será enviado al módulo de almacenamiento y simultáneamente al servidor FTP a través de GPRS.

4.3 Arquitectura del archivo

El archivo que se almacena en la memoria SD, y que será enviado también por el modem, es un archivo de texto plano compuesto únicamente por texto sin formato, sólo caracteres. Este archivo tiene una extensión (.TXT) y un tamaño de 62 bytes.

El formato interno del archivo cuenta con once campos separados por asteriscos como se muestra a continuación:



En los campos dedicados para los sensores se registran los valores de tensión y frecuencia obtenidos por el microcontrolador. La conversión a sus correspondientes unidades a través de la función que caracteriza a cada sensor se hará por software. Se decidió manejar valores de tensión y frecuencia por el motivo que si en un futuro se cambian los sensores por otros o por sensores calibrados, es decir con valores distintos de “offset” (ordenada al origen) y “scale factor” (pendiente), se tenga que cambiar solamente en el software de visualización y no en el software embebido en el adquirente.

5 SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE DATOS

El sistema de transmisión de datos está conformado por un módem GSM capaz de enviar los datos adquiridos por el módulo central. Este sistema utiliza la tecnología GPRS para transferir la información a través del protocolo FTP a un servidor. La comunicación entre el microcontrolador y el módem GSM se realiza a través de la interfaz RS-232.

5.1 Software de Comunicación

Nos centraremos en los mecanismos de comunicación existentes entre el DTE y el GGSN, que es el elemento encargado de conectar la red GPRS con el servidor FTP.

La **Figura 6** muestra una visión general de los enlaces y protocolos que permiten la conexión a Internet. Podemos distinguir entre tres tipos de enlaces: físicos, punto a punto y FTP.

En el caso de los enlaces físicos, observamos que el terminal se conecta al DCE (Data Communication Equipment) usando una conexión física RS232 y que éste se conecta al GGSN usando un enlace radio GPRS.

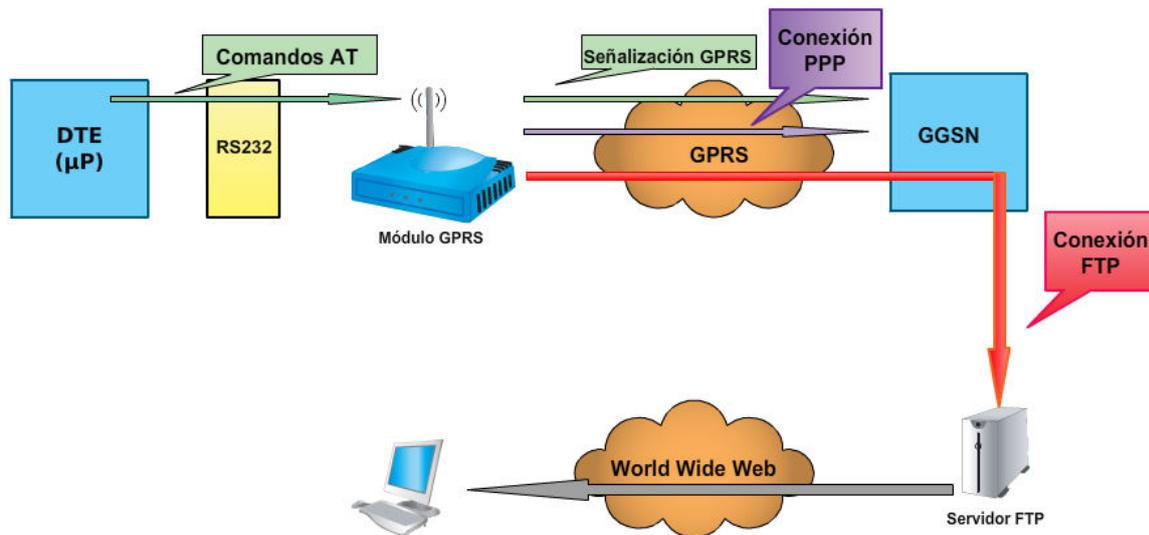


Figura 6: Comunicación entre DTE e Internet.

Respecto a los enlaces punto a punto, vemos que para transferir datos entre el terminal y el DCE se utiliza el protocolo de comandos AT; además el DCE se conecta al GGSN usando el protocolo PPP.

Por último, el DCE transfiere datos a la web usando el protocolo FTP.

5.2 Modem GSM/GPRS Motorola G24

Para el presente trabajo se decidió utilizar como DCE al módem GSM/GPRS G24 (**Figura 7**) ya que posee las características necesarias para cubrir las necesidades del adquisidor de datos.

El G24 es el miembro más reciente de la familia de módulos celular embebido de Motorola. Diseñado con la capacidad de banda cuádruple GSM, que soporta bandas GSM 850/900/1800/1900 MHz y con GPRS / EGPRS clase 10, G24 puede operar en cualquier red GSM / GPRS / EGPRS para proporcionar comunicaciones de voz y datos.

Este módem es similar a un teléfono celular básico, que puede ser integrado en cualquier sistema o producto que necesita de transferir información de voz o de datos a través de una red celular. Por lo tanto, mejora significativamente la capacidad del sistema haciéndolo una entidad independiente. Esto hace al producto final un poderoso sistema de alto rendimiento con capacidad de comunicaciones globales.



Figura 7: Modem Motorola G24.

La capacidad de éste módem se extiende más allá de las comunicaciones GSM, incluye un conversor analógico/digital, interfaces GPIO (General Purpose I/O) y un regulador de tensión de salida para circuitos externos.

La avanzada gestión de suministro de energía reduce de forma significativa el consumo de energía a un mínimo necesario y prolonga la duración de la batería.

El módem G24 fue adaptado a la PLACAG 24 para poder tener un mejor manejo de éste módulo.

5.3 Placa G24

La PLACA G24 integra todos los componentes asociados para el manejo del módulo G24 de Motorola brindando una solución para las aplicaciones de transmisión de datos. Se utiliza el conector RJ45 como interfaz serie full para comunicarse con el modulo G24. La PLACA G24 puede trabajar en una amplia tensión de operación, podemos decir que es ideal en aplicaciones de telemetría y soluciones para transferencia de información en tiempo real y a bajo costo, (P G24). En la [Figura 8](#) podemos ver el aspecto físico de la placa de adaptación del módulo GPRS.



Figura 8: Placa G24.

6 PROCESAMIENTO Y VISUALIZACIÓN DE DATOS METEOROLÓGICOS MEDIANTE INTERFAZ WEB

La constante generación de información por parte del adquirente genera la necesidad de procesamiento de una gran cantidad de datos. Estos conjuntos de datos necesitan ser visualizados y posteriormente analizados. Al mismo tiempo, Internet se está convirtiendo en una herramienta cada vez más habitual en la vida de las personas. Esto sugiere una necesidad de herramientas que habiliten un análisis visual de los conjuntos de datos que sea efectivo y eficiente, y que pueda adaptarse tanto a las necesidades de los usuarios como así también a la comunidad científica.

Una visualización exitosa puede reducir considerablemente el tiempo que se tarda en entender los datos subyacentes, en encontrar relaciones y en obtener la información que se busca. Para generar una visualización, es necesario un mapeo de los datos en el espacio cartesiano, que represente las relaciones contenidas en los mismos de manera tan intuitiva como sea posible.

En el presente trabajo se optó por utilizar una aplicación web para la presentación de los datos obtenidos en la estación meteorológica. Dicha aplicación web fue programada en lenguaje ASP.NET, y fue alojada en un servidor web de la empresa Dattatec.com.

6.1 Aplicación web

La aplicación web cuyo dominio es www.meteolic.com.ar está alojada en un hosting contratado, al igual que el servidor FTP y la base de datos utilizada por dicha aplicación. Esta aplicación consulta permanentemente el servidor FTP en busca de archivos nuevos enviados por el adquirente de datos. Una vez encontrado un archivo nuevo, el software de la página toma el último archivo y extrae los distintos datos que se encuentran dentro. Ubica cada valor en una base de datos en forma de tablas organizadas por fecha y hora. Esta base de datos se utiliza para poder realizar consultas de datos almacenados anteriormente. La base de datos utilizada es SQL Server 2000.

El diseño de la página web es bastante amigable e intuitivo con respecto a las opciones e información que brinda. Es necesario registrarse en la página para poder acceder a la información. Se optó por este modo para resguardar la información y restringir la entrada a personas ajenas al proyecto.

La aplicación web estará siendo administrada por una o más personas quienes decidirán si la persona que se registra estará habilitada para acceder a la visualización de los datos. Una vez que se aceptó el registro de un usuario, el administrador puede asignarle una de los dos tipos de usuarios que permite el sitio: administrador o usuario general.

La persona asignada como administrador tiene más opciones para acceder que un usuario general. Es decir, tiene la posibilidad de manejar los datos de los usuarios registrados y también la configuración de los sensores con sus respectivas funciones de transferencias.

Una vez identificados en el sitio se podrá observar la página de inicio como muestra la [Figura 9](#)

6.2 Página Sensores

La próxima opción disponible en el sitio es Sensores, cuya presentación se muestra en [Figura 10](#).

Esta sección nos permite acceder a cada sensor para visualizar sus datos estadísticos y así poder realizar los análisis necesarios de la información.

Ultima actualización: 16/08/2009 11:50:00 PM

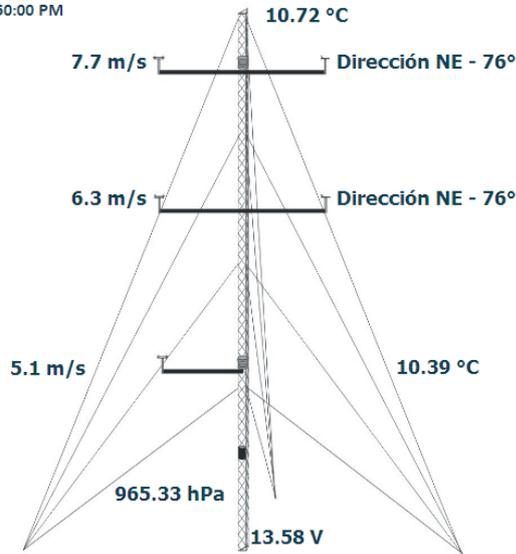


Figura 9: Página de inicio.

Seleccione el sensor para visualizar datos estadísticos

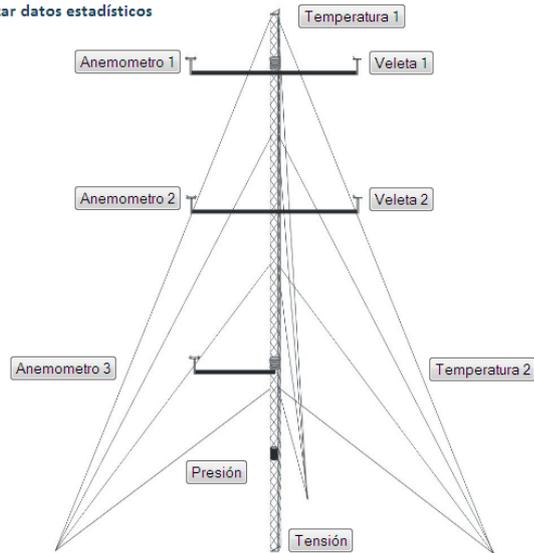


Figura 10: Selección de sensor para visualizar datos estadísticos.

Una vez ingresado al sensor que se desea visualizar se mostrará una página como en la **Figura 11**. En este caso hemos seleccionado uno de los anemómetros, el anemómetro 1, situado a los 60 m. Podemos observar a la izquierda de la página un pequeño dibujo de la torre, el cual nos indicará el sensor que estamos visualizando los datos. Se presenta una gráfica de dos dimensiones en donde, el eje de las ordenadas representa la velocidad del viento (m/s) y en el eje de las abscisas fecha y hora. Si se ubica el cursor del "mouse" sobre la gráfica se podrá leer el valor en ese punto junto con la fecha y hora.



Figura 11: Datos estadísticos del anemómetro 1.

La aplicación web por defecto nos brinda información sobre el valor mínimo, máximo y el promedio de los datos cargados desde la hora 00:00 hasta la última actualización del día que se visualice los datos. El sitio nos permite consultar datos obtenidos anteriormente, es decir se puede seleccionar un período de tiempo para su análisis en donde se podrá leer también valores máximo, mínimo y promedio de los valores de dicho período.

6.3 Páginas Usuarios y Funciones de Transferencia

La aplicación web permite dos opciones más que son utilizadas únicamente por el administrador de la página: Usuarios y Funciones de Transferencia.

La primera se utiliza para administrar los usuarios registrados en la página. La persona a cargo del sitio podrá dar de alta, baja o dejarlo en situación pendiente al usuario. También se puede configurar el tipo de usuario ya sea como administrador o como usuario general.

La segunda opción nos permite la configuración de las funciones de transferencias de los distintos sensores montados en la torre. Como explicamos anteriormente en este trabajo, la estación meteorológica solo envía datos de tensión y frecuencia. La aplicación web es la encargada de realizar los cálculos necesarios para pasar de valores de tensión o frecuencia en

caso de los anemómetros a las distintas magnitudes de las variables meteorológicas. Esto nos permite si en un futuro se cambian los sensores por otros o por sensores calibrados, poder cambiar las funciones de transferencia en el software de la página y no ir al lugar de instalación del adquiredor y cambiar el software del microcontrolador.

7 PRUEBAS Y DISEÑO FINAL

Durante el desarrollo del adquiredor se realizaron pruebas a los distintos módulos en forma independiente, obteniendo resultados que permitieron una optimización del producto final. Los ensayos finales se llevaron a cabo simulando las señales de los sensores con una fuente de tensión variable. En las pruebas finales no se contaba con los sensores ya que estos están instalados en la torre ubicada en la localidad de Las Vertientes.

Para las pruebas del módulo transmisor se conectó el módem G24 a través de la interfaz RS232 a la computadora en donde se le ingresó a través del programa Hyperterminal los comandos AT para el envío de datos.

Una vez estudiados los comandos y respuestas por parte del módem se programó el microcontrolador y se conectó la placa de desarrollo para realizar las pruebas necesarias para el envío de datos.

Las pruebas realizadas con el módulo μ ALFAT se realizaron en una protoboard conectada a una computadora a través de la interfaz RS232. Se utilizó el programa Hyperterminal para el envío de comandos necesarios para el manejo de dicho módulo.

Aspecto terminado del circuito

Una vez realizada la placa y colocados los componentes el resultado final es el mostrado en la **Figura 12**.

Este adquiredor está diseñado para ser programado en la placa, se le ha cargado un bootloader al microcontrolador. En la Figura 13 se muestra el cable diseñado especialmente para este circuito que nos permitirá conectar la placa adquiredora con la computadora para su programación.

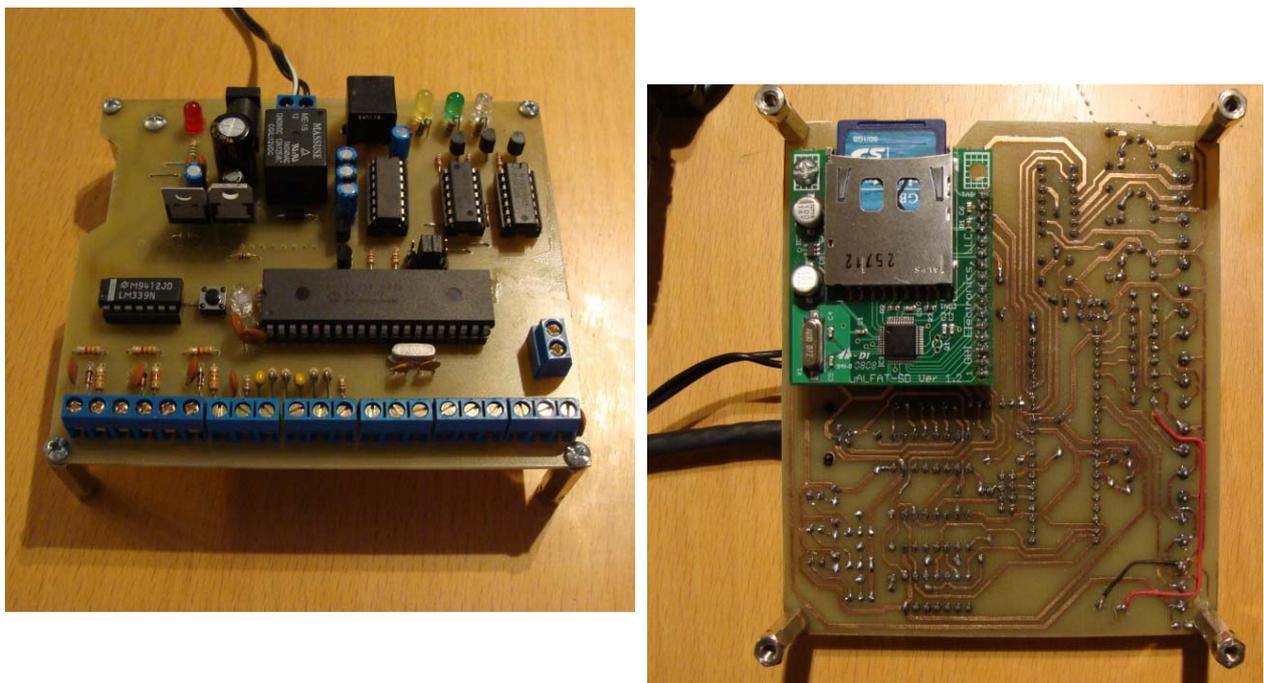


Figura 12: Circuito del adquiredor.



Figura 13: Cable para programar adquisidor de datos.

A continuación se muestra el adquisidor terminado, en condiciones de ser instalado en la estación meteorológica de Las Vertientes.

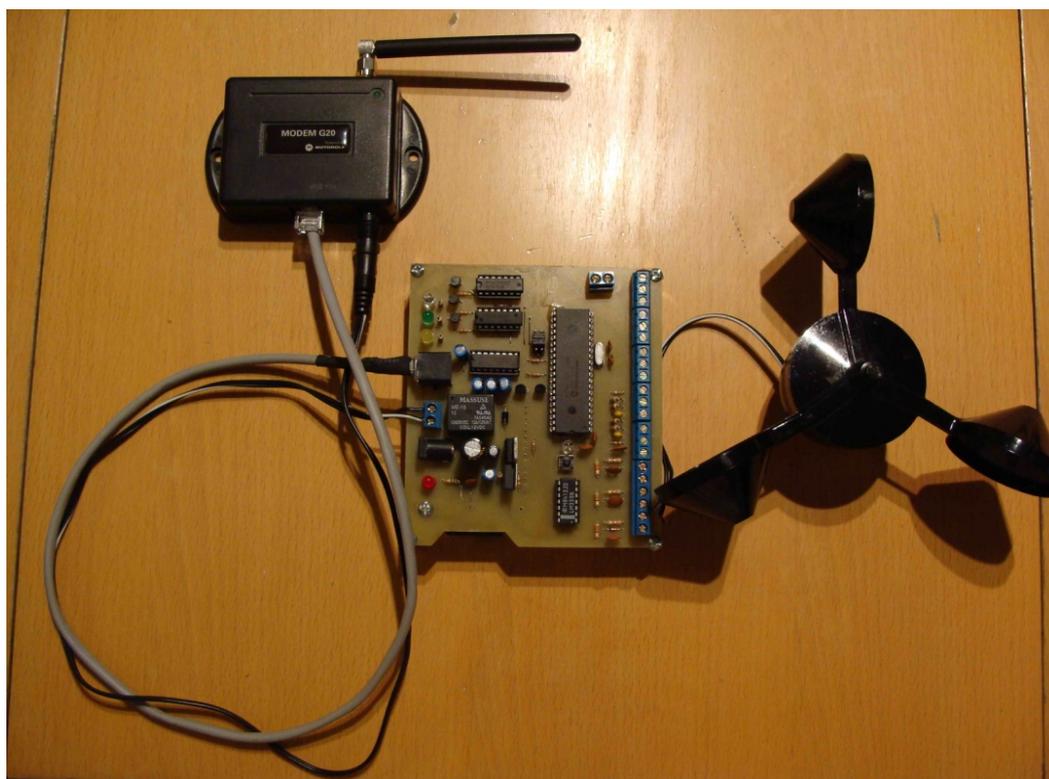


Figura 14: Adquisidor de datos meteorológicos.

8 CONCLUSIONES

La finalidad del proyecto ha sido la creación y el desarrollo de una estación meteorológica autónoma con capacidad de adquirir variables meteorológicas como son la temperatura, la

presión atmosférica, velocidad y dirección del viento.

Una de las principales características del adquisidor de datos es la posibilidad de obtener los resultados de las mediciones de los diferentes sensores en forma remota, es decir no es necesario desplazarnos al lugar de emplazamiento de la estación.

La seguridad de los datos obtenidos es un objetivo importante en el desarrollo del trabajo. El módulo de almacenamiento permite guardar los archivos generados por el módulo adquisidor con el fin de respaldar la información en caso que no se logre enviar los datos hacia el servidor FTP.

El sistema de comunicación del adquisidor de datos permite el envío de las variables adquiridas en forma periódica a un servidor FTP. El lugar de emplazamiento del equipo se encuentra en una zona donde la señal de cobertura de la red inalámbrica GSM supera el nivel mínimo de recepción de señal.

La visualización de los datos a través de una aplicación web nos permite realizar análisis de la información adquirida por el equipo sin necesidad de instalar ningún software en la estación de visualización. Solo es necesario una conexión a internet y, a través un navegador se puede acceder a la información, siempre que el usuario tenga los permisos necesarios dentro de la página.

En conclusión, se desarrollo un producto de calidad con excelente fiabilidad en la toma, manejo y envío de los datos. Se mejoro el sistema de visualización de datos en comparación a equipos utilizados previamente en la torre, reduciendo también los costos no solo en su fabricación sino también en su funcionamiento.

REFERENCIA

- Aguer Hortal M., Miranda Barreras A., El Hidrógeno. Fundamento de un futuro equilibrado. *Editorial Díaz de Santos*, 2004.
- Características PLACA G24, www.electrocomponentes.com.
- Gutiérrez Fernández, C. Estación meteorológica basada en una interfaz directa sensor-microcontrolador. *Trabajo Final de Grado de la Universidad Politécnica de Cataluña*, 2007
- Inti, <http://www.inti.gov.ar/sabercomo/sc25/inti8.php>. 2005.
- Jaime Gálvez Navarro, Control de un módulo bluetooth mediante microcontrolador. *Trabajo Final de Grado de la Universidad Politécnica de Cataluña*, 2005.
- NREL, Wind Resource Assessment Handbook- Fundamentals for Conducting a Successful Monitoring Program. *Nacional Renewable Energy Laboratory*, 1997.
- NRG Systems, www.nrgsystems.com.
- Seth Dunn, World Watch, November/December 2000 Worldwatch Institute, pp14, 2000.
- Technical Information G24, MOTOROLA G24 DEVELOPER'S GUIDE-Module Hardware Description. Motorola, 2006.
- μALFAT™ User Manual. Revision 3.06. *GHI Electronics, LLC*. 2008.
- Veziroglu T. N., *Miscelánea N°99 de la Academia Nacional de Ciencias*, Córdoba, Argentina, 2002.