

DISEÑO DE UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA PARA LA MEDICIÓN LOCAL DEL POTENCIAL DE ENERGÍA SOLAR Y EÓLICA

AUTORES: Javier Diz Bugarín, José Fernando García González, Francisco Javier Darriba Rodríguez, Salvador Rodríguez Muñoz. Profesores del IES Escolas Proval (Nigrán). Avda. Portugal 171, NIGRÁN 36350.

javier.diz@edu.xunta.es, fernandogarcia@edu.xunta.es, javidar@edu.xunta.es, salvador@edu.xunta.es.

antecedentes

La historia del actual IES Escolas Proval comienza en 1905 con la fundación en Buenos Aires de la Unión Hispano-Americana Pro Valle Miñor, entidad encargada de crear una escuela en el Val Miñor “*sobre las reglas y preceptos de la moderna pedagogía*”. Esta escuela se abre en 1909 y desde 1915 ocupa el edificio actual. En su proyecto educativo se daba gran importancia a las ciencias, y así ya en 1917 pusieron en marcha un observatorio meteorológico con garita de madera, termómetro de máximas y mínimas y pluviómetro Hellman. Los datos proporcionados se incluyen en los anuarios del Servicio Meteorológico Español desde 1918, iniciando de esta forma la historia meteorológica oficial del Val Miñor.



Después de la guerra civil el edificio deja de emplearse como escuela, se pierde el material y todo queda abandonado hasta que en 1981 se reabre como centro de formación profesional.

Como no podía ser de otra forma, en 1987 vuelve a convertirse en centro colaborador del Instituto Nacional de Meteorología, con un nuevo observatorio dirigido por el profesor Salvador Rodríguez Muñoz.

Este observatorio consta de una garita protectora de radiación, termómetros de máximas y mínimas, pluviómetro y evaporímetro. Los datos se recogen a diario y se envían resúmenes al INM con periodicidad mensual y anual.



Hoy la del IES Escolas Proval sigue siendo la única estación meteorológica oficial del Val Miñor. Ni siquiera existe ninguna estación automática en la zona, las más próximas están en el Monte Aloia (Tui) y en el concello de Oia. Pero las características particulares de la zona hacen que ninguna de ellas pueda considerarse totalmente representativa del clima local.

En 2005 un grupo de profesores y alumnos de los ciclos formativos de electrónica iniciamos el proyecto de automatización de la estación meteorológica. La idea de este proyecto no era sustituir al observatorio existente, que sigue siendo el único oficial, sino colaborar con éste facilitando la obtención de la información y sobre todo ponerla a disposición de todo el mundo aprovechando los nuevos medios tecnológicos. De hecho, los datos oficiales proporcionados por la estación manual sirven para la validación de los nuevos sensores electrónicos, lo que supone un importante respaldo a su fiabilidad.

La estación automática está diseñada pensando en la difusión pública inmediata de la información recogida mediante una página web específica que se actualiza cada pocos minutos, presentando datos y gráficas de fácil interpretación. Los datos almacenados también pueden consultarse y copiarse libremente.

De esta forma se pretende proporcionar un servicio público a la comunidad en que se asienta el Instituto y continuar la labor de difusión de conocimiento científico iniciada hace más de 100 años, añadiendo las nuevas tecnologías de la información y energías renovables.

Este servicio no supone un coste añadido en medios informáticos ni en conexión a internet, ya que aprovecha la infraestructura de la red informática educativa de Galicia (SIEGA), contribuyendo a aumentar la rentabilidad social de la inversión efectuada en ella.

Actualmente se siguen realizando mejoras en la instalación, como el diseño y construcción de nuevos circuitos y sensores y realización de nuevos programas de gestión de datos. También está previsto construir varias unidades de la estación que se instalarán en otros centros de la zona del Val Miñor, creando una pequeña red meteorológica educativa a nivel local. Una vez elaborada toda la documentación necesaria se pondrá a disposición del público en general a través de la página web para que cualquier otro centro educativo u organización sin ánimo de lucro pueda montar un equipo similar.

esquema general

El esquema completo de la estación está formado por:

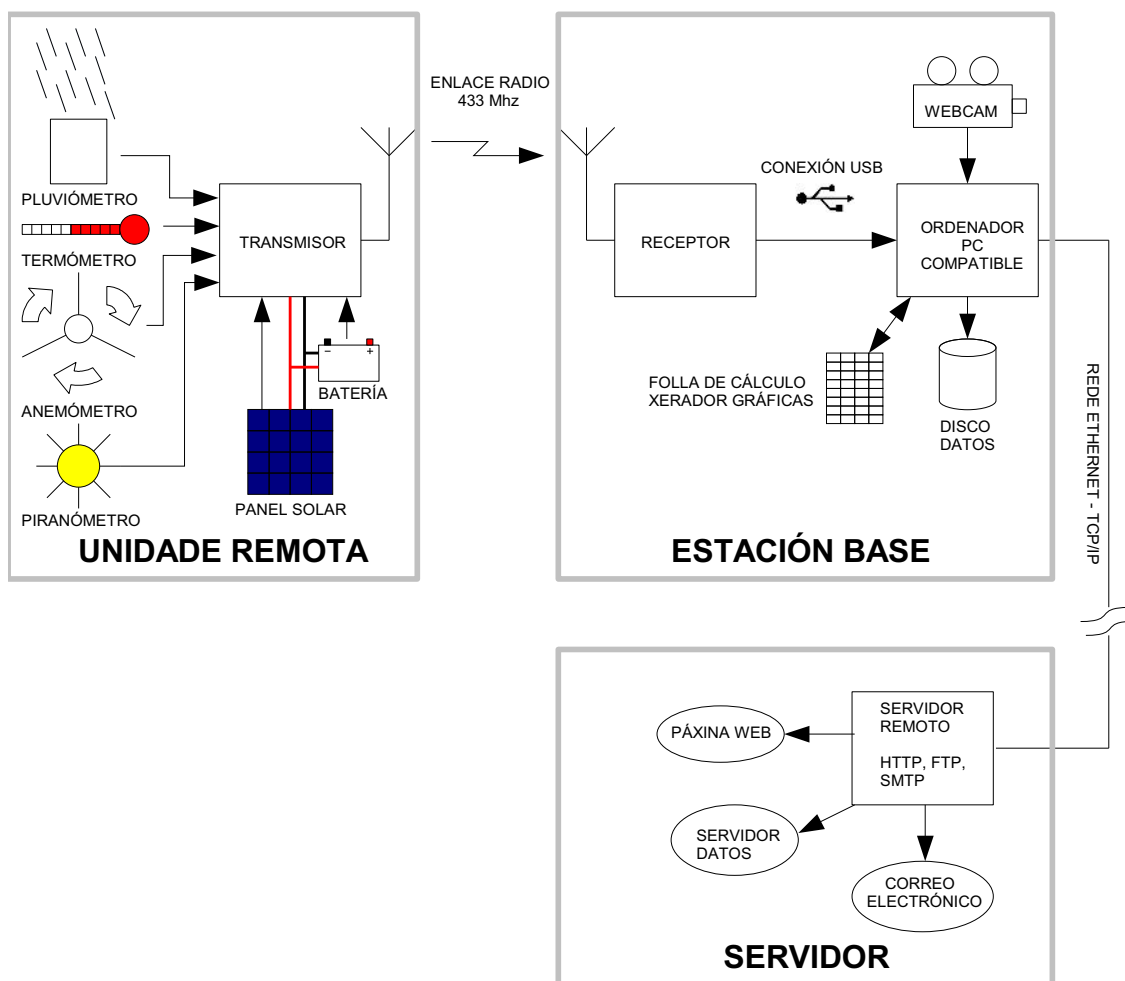
Una **unidad de sensores** situada en el punto de captación de datos. Esta unidad es autónoma, alimentada por energía solar, con baterías recargables para funcionamiento nocturno o en días nublados, y transmite mediante un radioenlace los datos recogidos a la estación base.

Una **estación base** formada por el módulo receptor del radioenlace y un ordenador con conexión permanente a internet. Este ordenador recibe los datos de la unidad remota, los procesa, almacena (en archivos de texto y hojas de cálculo para su tratamiento y análisis) y pone a disposición del público a través del servidor de internet.

Un **servidor de correo electrónico y páginas web** que se convierte en el centro de divulgación de los datos adquiridos. En él se pueden consultar las últimas medidas recibidas, los archivos históricos de datos generados por la estación base, gráficas elaboradas, y también se encarga de enviar datos por

correo electrónico.

ESQUEMA XERAL DA ESTACIÓN METEOROLÓXICA



fases del proyecto

Este es un proyecto permanente de innovación tecnológica, por lo que no está prevista una fecha de finalización concreta. En todo caso se podría considerar como un “proyecto matriz” de tipo plurianual, en el que se experimentarán diferentes tecnologías que se pueden usar luego para prácticas de aula, módulos de ciclos formativos, grupos de trabajo, jornadas técnicas.

Hasta llegar a su estado actual pueden definirse varias fases de realización, que coinciden aproximadamente con los prototipos construidos: una primera fase de estudio de viabilidad, una segunda fase de construcción del prototipo real y una tercera fase de explotación y mejora continua.

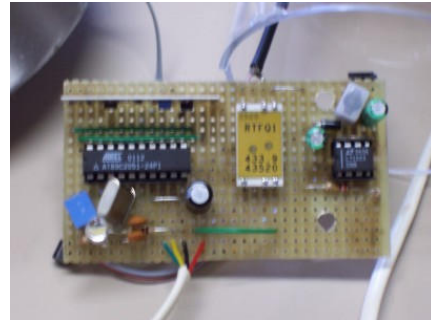
fase 1: estudio de viabilidad

Los primeros ensayos prácticos del proyecto se hicieron durante el curso 2004-2005 con el montaje de varios circuitos de transmisión y recepción de datos y lectura de sensores.

Estas pruebas tenían como finalidad estudiar la viabilidad del proyecto, detectar problemas y solucionarlos posteriormente.

En esta primera fase la construcción de los elementos fue totalmente artesanal, ya que sólo se trataba de comprobar su funcionamiento.

- Los primeros circuitos llevaban un sensor de temperatura y humedad, un microcontrolador y módulos transmisor y receptor de radio de 433MHz en AM.



- No se diseñaron placas de circuito impreso específicas, sino que los componentes se montaron en una placa de tiras perforadas.

- Las antenas estaban hechas con dos hilos rígidos con la longitud apropiada para la frecuencia de transmisión (17cm).

- La salida del receptor era tipo puerto serie RS232 para conexión directa a PC.

- La lectura de datos se hizo mediante el programa terminal de Windows

- El montaje del transmisor se hizo empleando la carcasa de una farola solar de jardín, que tenía la ventaja de disponer también de la célula solar y las baterías para alimentar el circuito.

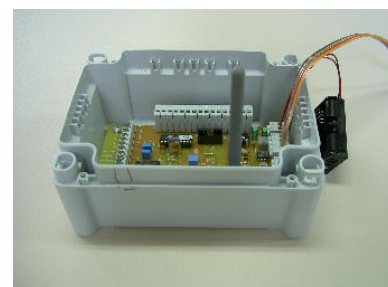
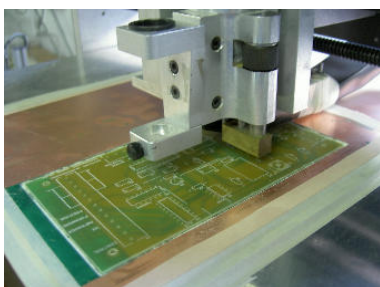


- El sensor de temperatura y humedad estaba inicialmente dentro de la farola, pero como esta ubicación no cumplía los requisitos de ventilación y protección del sol necesarios para una toma correcta de datos optamos por separarlo mediante un cable de suficiente longitud y colocarlo en un lugar más protegido.

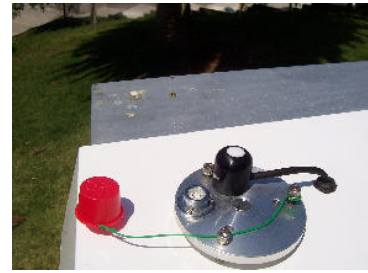
Ó comenzo do curso 2005-2006 fixemos unha instalación semipermanente dos elementos existentes mentres non se remataba o segundo prototipo. O transmisor e sensores quedaron instalados na caseta meteorolóxica, coa antena e célula solar na parte superior desta.

fase 2: prototipo real

Durante el curso 2005-2006, en colaboración con los alumnos y profesores de los módulos “Desarrollo de Proyectos de Productos Electrónicos” y “Construcción de Prototipos Electrónicos” del ciclo superior se hizo el desarrollo y construcción de las placas de los circuitos transmisor, receptor y sensores para su montaje definitivo. También se elabora la documentación técnica del proyecto, con los esquemas, planos y especificaciones necesarias para su realización posterior.



En esta fase también se añadieron nuevos sensores, como el de presión atmosférica (utilizando un circuito integrado específico). El sensor de radiación solar (piranómetro) es del tipo de diodo de silicio. En este sensor es muy crítica la posición de montaje, tiene que estar perfectamente horizontal para proporcionar medidas correctas.



En la parte superior de la garita se instaló una base de aluminio para la antena transmisora (sirve de plano de masa), el piranómetro y las células solares. Las células están dirigidas hacia el sur y su posición es prácticamente vertical para garantizar la alimentación del circuito en invierno. Esto tiene además la ventaja de que el agua o la suciedad no se acumulan sobre ellas reduciendo su eficiencia.



Por último se instaló la caja de circuitos y sensores en el interior de la garita y se hizo el cableado de todo el sistema bajando los cables por el interior del conducto de ventilación de la garita igual que en el prototipo anterior.

fase 3: explotación y mejora

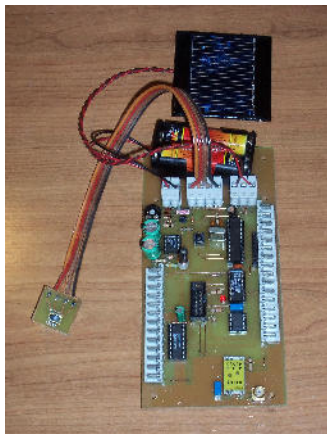
Una vez concluida la fase de prototipo real el proyecto entra ya en una situación de funcionamiento estable, pero queda mucho trabajo por hacer: nuevos sensores, mejoras en los circuitos y en la programación para reducción de fallos de funcionamiento, mantenimiento, etc.

En noviembre de 2006 compramos e instalamos un pluviómetro y anemómetro comerciales conectados a la estación, que se emplearán mientras no se acaben los de construcción propia (que están en fase de prototipo).

El programa de gestión de datos deja de usar la hoja de cálculo Excel (programa propietario) y pasa a OpenOffice Calc (de libre uso). Este es el primer paso para un futuro cambio al sistema operativo Linux.

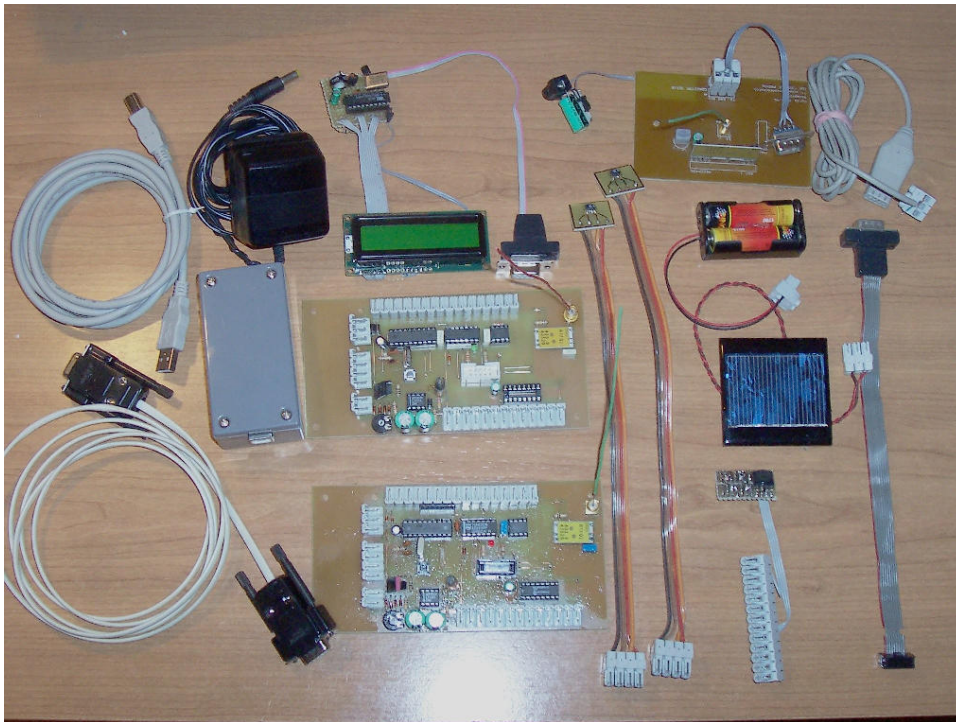
En enero de 2007 se hace un rediseño de las placas de circuito impreso para solucionar algunos problemas de funcionamiento. Estas placas son las que están actualmente en uso.

Se construyen diferentes accesorios (cables, receptor portátil, visualizador LCD) para permitir todas las posibles configuraciones de funcionamiento.



sistema actual

En la siguiente fotografía puede verse el conjunto de circuitos electrónicos realizados para cubrir todas las posibilidades de configuración del sistema:



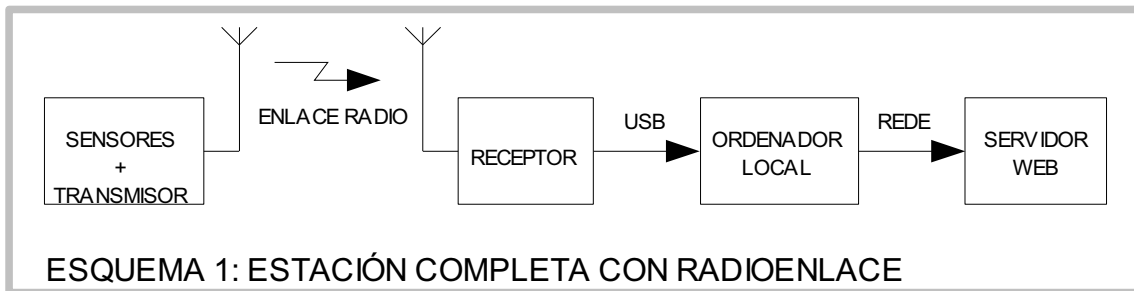
- Placas de sensores y sistema de transmisión
- Sensor de temperatura y humedad (SHT15)
- Sensor barométrico (MPXA6115A)
- Célula solar de alimentación
- Juego de baterías (tipo AA)
- Placa de receptor
- Adaptador receptor - puerto serie
- Adaptador emisor – puerto serie (para conexión directa sin enlace radio)
- Conversor serie – usb (en caja)
- Visualizador LCD para conexión directa a emisor o receptor
- Alimentador para visualizador
- Cable de conexión serie
- Cable de conexión usb

posibilidades de configuración

Los elementos realizados pueden combinarse para formar diferentes esquemas de uso. Están previstas las siguientes configuraciones:

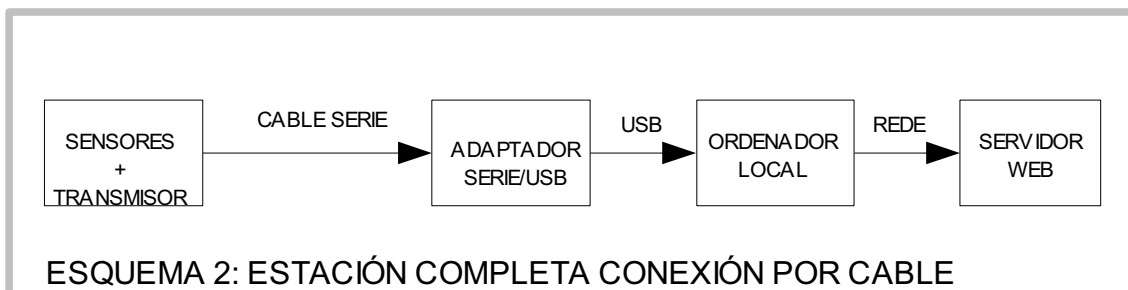
1) Estación meteorológica completa con conexión por radioenlace

Esta configuración está formada por el emisor autónomo alimentado por energía solar, la estación receptora con ordenador y el servidor de correo y páginas web. El emisor envía los datos mediante un radioenlace de 433MHz, lo que permite su colocación en cualquier punto dentro de un radio aproximado de 100m (dependiendo de la visibilidad e interferencias existentes).



2) Estación meteorológica completa con conexión por cable

Esta configuración está formada por el emisor autónomo alimentado por energía solar, la estación receptora con ordenador y el servidor de correo y páginas web. La conexión emisor-receptor se hace mediante un cable de datos serie RS232 con una longitud máxima aproximada de 20m.



3) Otras configuraciones:

También es posible configurar los elementos para que funcionen como control domótico, termostato o registrador totalmente autónomo.

elaboración de la página web

Uno de los aspectos que consideramos más importantes de este proyecto es la capacidad de difusión de la información obtenida de forma rápida y universal. Por eso la elaboración de la página web y su correcto funcionamiento fueron uno de los puntos clave del sistema.

Esta página web no está alojada en el ordenador receptor de datos del centro, ya que ésto obligaría a transformarlo en un servidor web que tendría que soportar un elevado tráfico de datos y con accesibilidad permanente, lo que no es posible por las características de la red educativa. Por este motivo la página está alojada en el servidor web de centros de la Consellería de Educación de la Xunta de Galicia.

IES Escuelas Proval
Estación Meteorológica

Actual 2006: están activos os sensores de temperatura, humidade relativa, presión atmosférica, radiación solar total
Novembro 2006: se atopan tamén oloviómetro e anemómetro catavento

[Inicio](#) [Ir a inicio](#) [Inicio](#)

LECTURA DATOS:

Último lectura:

DATA: 2006-11-07 10:00:00
TEMPERATURA: 14.20 C
HUMIDADE RELATIVA: 70.00 %
PRESION ATMOSFERICA: 1013.25 hPa
RADIACION SOLAR: 100.00 W/m2
VELOCIDAD VIENTO: 0.00 m/s
DIRECCION VIENTO: 0.00
PRECIPITACION ACUMULADA: 0.00 mm

CONSULTA MEDIDAS MANUAIS:
[Historial de medidas manuais](#)
Gráfico manual
Consulta de datos anteriores

CONSULTA MEDIDAS AUTOMATICAS:
[diario actual desde 10 min atras](#)
[diario actual desde 1 hora atras](#)
[diario actual desde 6 horas atras](#)
[historial de mediciones anteriores](#)
[Consulta por dia](#)

ENLACES:
[MeteoGal: la red de estaciones](#)
[Instituto Nacional de Meteorología](#)
[Meteo de Galicia \(Info3\)](#)
[Pronóstico Ciudad](#)
[Weather.com: predicción a corto plazo](#)
[EMFESAT \(imágenes satelitales\)](#)

IMAGEN SATELITAL:

© 2006 EMFESAT (www.emf.es)

REDES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS:
red: Avo-04

OTRAS ESTACIONES PROGRAMAS:

temperatura diaria
humidade relativa
radiación solar
velocidade do vento
precipitación acumulada diaria

El ordenador local se encarga de recibir los datos de la estación, los almacena y periódicamente genera un conjunto de archivos de datos y gráficas con formatos apropiados para su publicación en web. Estos archivos se envían al servidor externo y quedan automáticamente enlazados con la página para su consulta inmediata.

Aprovechando este mismo esquema de funcionamiento se añadió al sistema una cámara web que envía imágenes periódicamente a la misma página, lo que proporciona información adicional (por ejemplo, del estado del cielo).

En la misma página también se incluyen enlaces a imágenes del satélite Meteosat y otras estaciones y servicios meteorológicos.

Un aspecto destacable es la conexión de la estación con redes internacionales automáticas, en concreto las redes METEOCLIMATIC y AWEKAS .



desarrollo de nuevos sensores

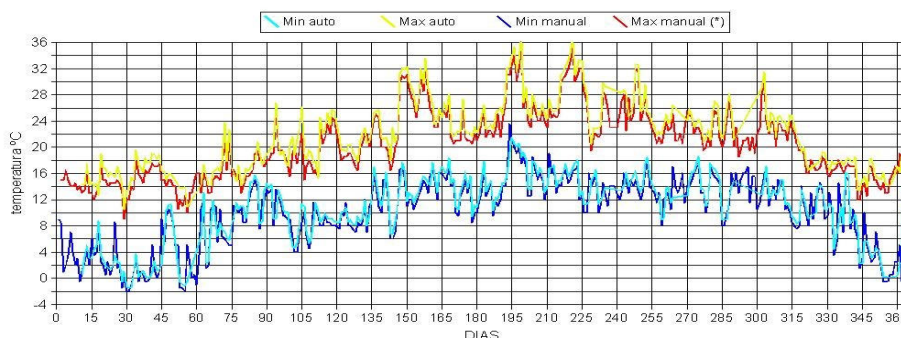
Uno de los problemas con que nos encontramos en el desarrollo de este proyecto fue la obtención de los sensores meteorológicos más específicos, como el pluviómetro, anemómetro, veleta, piranómetro y otros. Existe la posibilidad de adquirirlos como accesorios de los fabricantes de estaciones automáticas comerciales, pero esta opción además de cara provoca una dependencia de suministro que preferimos evitar. Por este motivo nuestra decisión fue planificar la construcción integral de la estación, incluidos los sensores electromecánicos más complejos. Ensayamos diferentes sistemas de medición, especialmente en el caso del pluviómetro, hasta obtener un resultado aceptable. En este momento ya tenemos un prototipo viable de pluviómetro y anemómetro, y están en pruebas la veleta y piranómetro, lo que ya permitiría sustituir todos los sensores comerciales actuales por los de construcción propia.



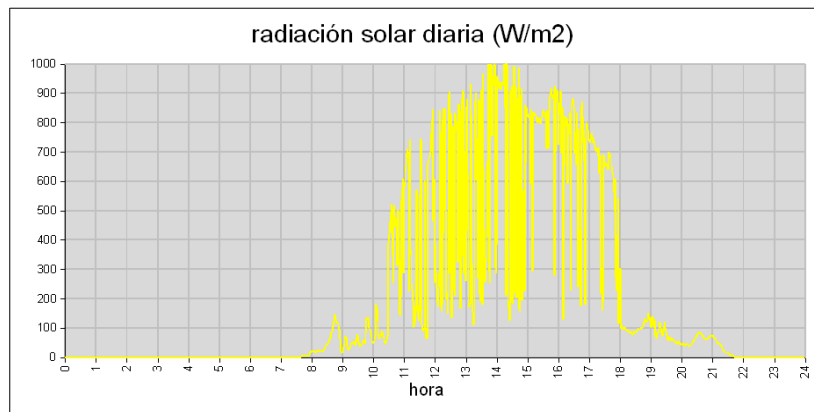
gráficas y resultados

Esta gráfica corresponde a la comparativa de temperaturas de todo el año 2006 entre los datos de la estación manual y automática.

ANO 2006 - comparativa estaci6ns manual e autom6tica



Esta es una gráfica de radiación solar de un día con nubes y claros alternados:



presupuesto

En la siguiente tabla se presenta el resumen de presupuestos de los elementos mínimos del sistema (emisor, receptor y sensores electrónicos).

EMISOR	74,08
RECEPTOR	39,9
SENSORES TEMP-HUM-PRES	43,07
SUMA	157,05
IVA	25,13
TOTAL (EUROS)	182,18

mejoras futuras

Tenemos previsto seguir trabajando en los siguientes temas de mejora:

- Desarrollo de nuevos sensores de bajo coste. Ya tenemos elaborados varios prototipos de pluviómetro y anemómetro, estamos haciendo ensayos para la construcción de la veleta y piranómetro y tenemos previsto comenzar a trabajar en nuevos medidores de radiación infrarroja y ultravioleta.
- Mejoras en el radioenlace, aumentando la potencia o cambiando el sistema de transmisión, aprovechando el enorme desarrollo actual de los módulos bluetooth, redes ethernet wireless, etc.
- Mejoras en el programa de gestión de datos, fundamentalmente para facilitar la accesibilidad a los datos almacenados mediante resúmenes en hoja de cálculo, gráficas, cálculo de máximas y mínimas, etc.
- Cambio de sistema operativo a Linux.
- Construcción e instalación en el centro de un receptor autónomo con pantalla LCD o monitor TV para mejorar la difusión de la información en tiempo real.
- Incorporación de tarjetas MMC/SD como sistema de almacenamiento, tanto en el emisor (para el modo registrador autónomo) como en el receptor (salvaguada de datos en caso de fallos de alimentación en el pc).

- Sustitución del módulo actual de recepción por otro más complejo, que incorpore las siguientes características:

a) conexión directa a red ethernet

b) almacenamiento en tarjeta SD

c) gestión directa de protocolo TCP/IP para envío de datos al servidor web.

Lo anterior se completaría con el traslado del programa de gestión de datos al servidor web y el cambio de lenguaje de programación a PHP, de forma que el almacenamiento y tratamiento de datos se harían en el propio servidor.

Estas modificaciones permitirían la eliminación completa del ordenador local del sistema de recepción, con importantes ventajas:

- Reducción de coste del sistema

- Eliminación de la dependencia de sistemas operativos poco fiables (Windows) y coste asociado en licencias.

- Reducción muy importante de consumo eléctrico

- Posibilidad de alimentación directa a baterías recargables con paneles solares, lo que daría total autonomía al sistema, solucionando problemas como los cortes de luz, cortes de enlaces de datos, etc. En la actualidad, incluso con el uso del SAI el sistema aguanta en funcionamiento pocos minutos desde el corte de suministro.

bibliografía

“O clima no Val Miñor”, por Salvador Rodríguez Muñoz, artículo publicado en el número 1 de la Revista de Estudios Miñoranos, Gondomar 2001.

“As escolas dos emigrantes e o pensamento pedagógico: Ignacio Ares de Parga e Antón Alonso Ríos”, Xosé Manuel Malheiro Gutiérrez, Ed. Do Castro, Sada, 2006

“A Escola Americana de Proval: Un Monumento Vivo”, trabajo realizado por alumnos del centro y os profesores Xosé M. Fachal y Rosa Pascual, premiado por la UNESCO.