



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y
LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA:

TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA

TEMA:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MINI ESTACIÓN
METEOROLÓGICA**

*TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGA EN ELECTRÓNICA*

AUTORA:

Gloria Germania Roa Zabala

DIRECTOR:

Ing. Juan Pablo Cabrera Samaniego

LOJA - ECUADOR
2013



TEMA:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MINI ESTACIÓN METEREOLÓGICA”



CERTIFICACIÓN:

Ing. Juan Pablo Cabrera Samaniego docente del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

CERTIFICA:

Que la egresada de la carrera de tecnología en Electrónica Gloria Germania Roa Zabala, con número de cédula 1104569874, ha realizado de manera total su presente trabajo práctico de tesis, Previo a la obtención del título de tecnóloga en electrónica de nivel superior, la misma que ha sido revisada y autorizada para su presentación.



Ing. Juan Pablo Cabrera Samaniego
DIRECTOR DE TESIS



AUTORÍA.

Yo GLORIA GERMANIA ROA ZABALA, declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Gloria Germania Roa Zabala

Firma: 

Cedula: 1104569874

Fecha: 12 de Abril del 2013



AGRADECIMIENTO

Primeramente quiero agradecer a Dios por darme vida y salud, ya que con vida y salud, logramos alcanzar nuestras metas propuestas, a los docentes de la carrera de Tecnología en Electrónica, por todas las enseñanzas brindadas, formándome como una profesional de bien, a mis padres y hermanos por brindarme el apoyo necesario, para que yo estudie y realice el presente trabajo.

También quiero agradecer al Ing. Juan Pablo Cabrera, al Ing. Tayron Ramírez, y al Ing. Víctor Cueva, quienes con sus saberes me guiaron para que se realice este proyecto.

Gloria R.



DEDICATORIA.

Con mucho cariño dedico la presente tesis:

A Dios, el ser supremo que me ha permitido llevar a cabo una más de mis metas.

A mi familia, en especial a mis padres porque ellos son quienes merecen todo el esfuerzo y sacrificio, además a mis hijos y a mis hermanas(os), porque este trabajo es un ejemplo de sacrificio, dedicación que engrandecen mi vida.

A mis compañeros(as) y a todas las personas que han hecho posible la realización de este trabajo de investigación.

Gloria R.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

TEMA.....	ii
CERTIFICACIÓN.	iii
AUDITORÍA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE.....	vii
RESUMEN.....	1
SUMMARY.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3

CAPÍTULO I

1. MARCO MEÓRICO.....	5
1.1. Problemáticas y objetivos.....	5
1.1.1. Planteamiento del problema.....	5
1.1.2. Objetivos Generales.....	6
1.1.3. Objetivos Específicos.....	6
	6

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA MINI ESTACIÓN METEREOLÓGICA.....	7
2.1. Introducción.....	7
2.2. Parámetros que proporciona la mini estación metereológica	



(Adquisición).....	9
2.3. Descripción técnica de la mini estación metereológica.....	10
2.4. Software para Medición y Automatización.....	11
2.4.1. LabVIEW.....	11
2.4.2. ¿Por qué utiliza LabVIEW?.....	12
2.4.3. Beneficios de LabVIEW.....	12
2.4.4. Ventaja de utilizar LabVIEW.....	12
 CAPÍTULO III 	
3. IMPLEMENTACÓN DE LA MINI ESTACIÓN METEREOLÓGICA	15
3.1. Adquisición de datos.....	15
3.2. Elementos que integra una estación metereológica.....	16
3.3. Tarjetas DAQ 6008.....	16
3.3.1. Componentes de la tarjeta DAC.....	17
3.3.2. Características de la tarjeta DAQ 6008.....	19
3.4. Sensores.....	16
3.4.1. Sensor para medir la humedad Relativa y la temperatura DC-SS500.....	19
3.4.2. Integrado para medir la presión atmosférica y radiación solar.....	25
 CAPÍTULO IV 	
4. INTERFAZ DE USUARIO.....	27
4.1. Programación en LabVIEW.....	27



4.1.1. Panel frontal de VI.....	28
4.1.2. VI diagrama de bloque.....	29
4.1.3. Paleta de control.....	30
4.1.4. Paleta de funciones.....	31
4.1.5. Paleta de herramientas.....	32
4.1.6. Barra de herramientas de estado.....	33
4.1.7. Opciones de ayuda.....	34
4.2. Descripción del Software de monitoreo.....	34
4.2.1. Navegación.....	34
CAPÍTULO V	
5. PRUEBAS.....	37
CAPÍTULO VI	
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
6.1. Conclusiones.....	41
6.2. Recomendaciones.....	42
7. BIBLIOGRAFÍA.....	43
8. ANEXOS.....	46
9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	51



RESUMEN.

El presente trabajo de investigación muestra el diseño e implementación de una mini estación meteorológica, usando instrumentación virtual (VI), que permite monitorear variables físicas tales como: radiación solar, humedad relativa, presión atmosférica y temperatura.

El instrumento virtual lee las variables, a través de una tarjeta de adquisición de datos para posteriormente ser analizadas y visualizadas en una computadora personal, el lenguaje de programación empleado para realizar estas tareas es LabVIEW, el cual proporciona una interfaz gráfica amigable que permite tener una estación meteorológica virtual, con capacidad para mostrar en tiempo real la evolución de las variables monitoreadas, proporciona un registro de las mediciones, selecciona el periodo de muestreo de los datos a adquirir.

Para la implementación de la mini estación meteorológica, contaremos con hardware actualizado, el mismo que nos permitirá optimizar los recursos y así obtener un eficaz servicio meteorológico.



SUMMARY

The present research shows the design and implementation of a mini meteorological station using virtual instruments (VI), that lets us monitor physical variables such as: solar radiation, relative humidity, atmospheric pressure and temperature.

The virtual instrument reads, the variables through a data acquisition card which will be analyzed and displayed later on a personal computer; the programming language used to perform these tasks is LabVIEW, which provides a friendly graphical interface that allows a virtual meteorological station with capacity to display real-time evolution of the monitored variables, it also provides a record of the measurements and select the sampling period of the data to be acquired.

For the implementation of the mini meteorological station we will have updated hardware, it will allow us to optimize the resources and obtain an effective meteorological service.



INTRODUCCIÓN:

La estación meteorológica, se usa en: la agricultura, jardinería, la industria y en el sector de la investigación. Ya que así se puede obtener las condiciones de microclima y con ello cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas, protegiéndolas de los factores medioambientales y de las plagas.

Los servicios meteorológicos suelen utilizar la información de los satélites artificiales para elaborar sus previsiones. Sus imágenes diarias y continuas revelan patrones y movimientos que suministran pistas sobre la evolución de una tormenta o un huracán.

Para construir una mini estación meteorológica, necesitamos un lugar adecuado y los instrumentos necesarios. Estos instrumentos se podrán adquirir en tiendas especializadas, si bien muchos de ellos se pueden construir de forma casera, los mismos que nos permitirán acercarnos de una manera más directa al estudio de la meteorología.

La siguiente mini estación meteorológica nos permitirá detectar de forma precisa los siguientes parámetros: temperatura, radiación solar, humedad relativa y presión atmosférica.

El software elegido para crear la interfaz gráfica de usuario es LabVIEW, el mismo que contiene una amplia gama de módulos, con los cuales podemos realizar pruebas y mediciones, adquisición de datos, búsqueda, análisis, monitoreo y control; además podemos construir soluciones de acuerdo a nuestras necesidades, diseñar el panel frontal y generar diagramas de bloques.



LabVIEW está disponible para varios sistemas operativos entre ellos citamos:
Windows, Linux y Mac.

Contenido de la tesis.

El proyecto de tesis estará estructurado en seis capítulos, los mismos que los describo a continuación.

Capítulo I: En este capítulo se analizará la problemática y los objetivos del proyecto de tesis.

Capítulo II: Se analizarán los fundamentos teóricos de la mini estación meteorológica.

Capítulo III: En el capítulo tres se habla de la implementación de la mini estación meteorológica.

Capítulo IV: Interfaz de usuario es decir aquí aplicamos el software LabVIEW.

Capítulo V: En este último capítulo hacemos las pruebas necesarias para concluir.

Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones.



CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Problemáticas y Objetivos

1.1.1. Planteamiento del problema.

La mini estación metereológica permitirá analizar los datos del clima específicamente en su lugar de trabajo, estudio o análisis climáticos. La importancia de estos datos es vital, dado que los microclimas generados en cada lugar debido a montes, montañas, sierras, lagos, lagunas; no necesariamente se ven reflejados en los informes del clima para zonas en general. A través de su exclusivo software de procesamiento de datos, la mini estación metereológica dará: información con la que nos permitirá tomar decisiones y acciones de forma más certera.

En la actualidad no contamos con una mini estación metereológica, por tal motivo no podemos pronosticar el comportamiento meteorológico, con la implementación de esta mini estación metereológica en la Universidad Nacional de Loja, se pronosticará el clima.

Hoy en día con un clima versátil, la implementación de una mini estación metereológica es de gran importancia para la pronosticación del clima.



1.1.2. Objetivos Generales

Diseñar y construir una mini estación metereológica para el Área de La Energía, Las industrias y Los Recursos Naturales No Renovables.

1.1.3. Objetivos Específicos

- ✓ Visitar el Área de Energía donde se implementará la mini estación metereológica.
- ✓ Seleccionar los tipos de sensores a utilizarse en la mini estación metereológica.
- ✓ Seleccionar el software más adecuado para visualizar las respectivas señales.
- ✓ Medir las diferentes variables a través de los siguientes sensores: sensor radiación solar CLD140; presión atmosférica sensor M1616. Y para la temperatura y la humedad relativa utilizamos el módulo APM MICRO PIC 16F690 ya que para la humedad relativa interviene el sensor SH1101 y para la temperatura está incluido el sensor 1%RH-99%RH.



CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA MINI ESTACIÓN METEREOLÓGICA.

2.1. Introducción.

La climatología es una ciencia que ha evolucionado rápidamente gracias al aporte de investigadores que han dedicado gran parte de su tiempo a dar respuestas a muchas de las incógnitas que en el pasado se desconocían.

Generalmente el clima se recuerda más por sus efectos negativos en el transcurso de la historia, que por los grandes beneficios que ofrece continuamente a la humanidad; evidentemente ello está en relación con la espectacularidad de las manifestaciones de los eventos adversos (inundaciones excepcionales, olas de frío, etc.). La ciencia del clima nace y se desarrolla como una necesidad que tiene el hombre de protección ante los fenómenos atmosféricos, pero también como un medio de conseguir ciertos beneficios y aplicaciones útiles de los caracteres que el tiempo ofrece cada día.

Además, el clima incide prácticamente sobre todas las actividades económicas. La verdadera riqueza de un país se fundamenta tanto en sus recursos humanos como naturales; por tanto, una buena utilización de estos últimos proporcionará el máximo beneficio a la comunidad. Con el paso del tiempo es el clima el que determina la vegetación natural; el clima también permite una adecuada planificación de la agricultura, de los recursos hídricos, así como de la demanda de electricidad, gas, carbón para calefacción, industria y otros.

Desde el punto de vista puramente económico, el conocimiento de la atmósfera y su comportamiento supone para la agricultura un extraordinario beneficio. Los estudios climáticos son esenciales en la planificación de campo, en la selección de cultivos y especies, así como en la elección de las técnicas a aplicar; y el disponer de predicciones adecuadas facilita la concreción de los periodos para las siembras, la administración de riegos en relación con las características climáticas.

Una mini estación meteorológica está integrada por varios instrumentos meteorológicos, los cuales nos permiten cuantificar parámetros ambientales bajo un convencimiento reglamentado, facilitando la medición, estudio y comparación.

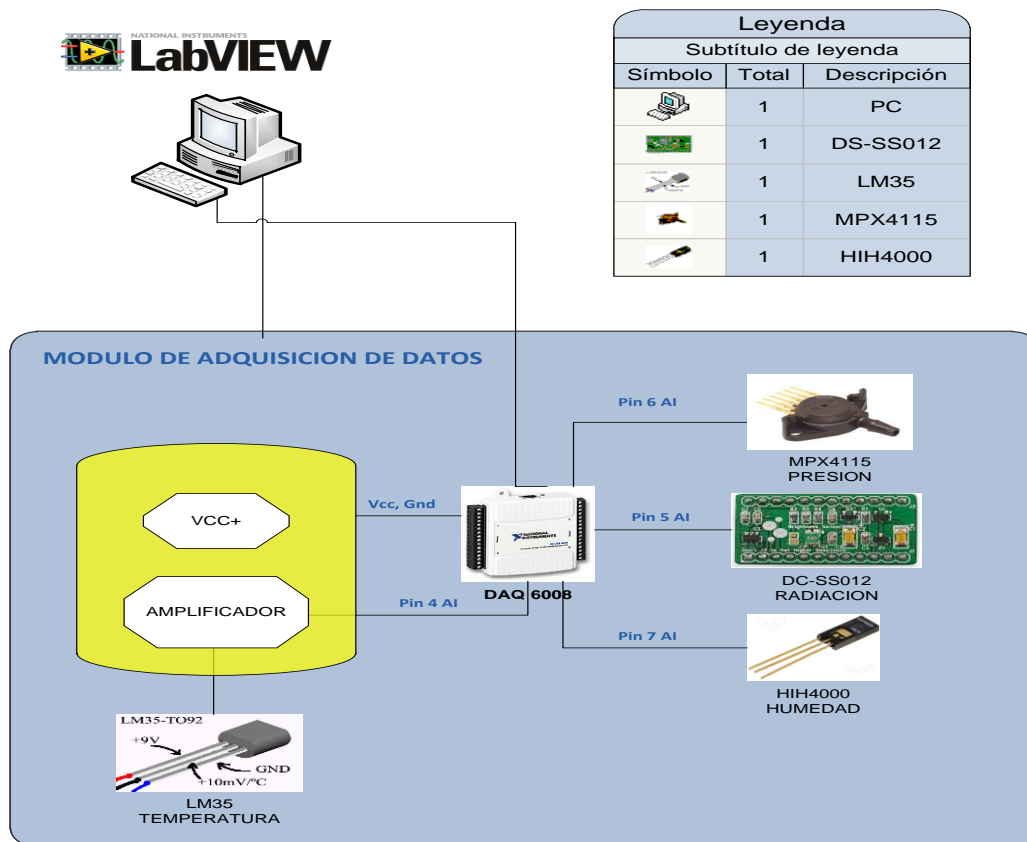


Fig. 1 Diagrama de bloques de la mini estación meteorológica.



2.2. Parámetros que proporciona la mini estación meteorológica (Adquisición)

A continuación encontrará una referencia sobre cada parámetro recolectado por la mini estación meteorológica y algunos ejemplos de su utilización:

- ✓ **La temperatura.-** La temperatura es una propiedad de la materia que está relacionada con la sensación de calor o frío que se siente en contacto con ella. Cuando tocamos un cuerpo que está a menos temperatura que el nuestro sentimos una sensación de frío, y caso contrario del calor. Sin embargo, aunque tengan una estrecha relación, no debemos confundir la temperatura con el calor.

Cuando dos cuerpos, que se encuentran a distinta temperatura, se ponen en contacto, se producen una transferencia de energía, en forma de calor, desde el cuerpo caliente al frío, esto ocurre hasta que las temperaturas de ambos cuerpos se igualan. En este sentido, la temperatura es un indicador de la dirección que toma la energía en su tránsito de unos cuerpos a otros.

- ✓ **La humedad relativa.-** Es el cociente entre la humedad absoluta y la cantidad máxima de agua que admite el aire por unidad de volumen. Se mide en tantos por ciento y está normalizada de forma que la humedad relativa máxima posible es el 100%.
- ✓ **La presión atmosférica.-** Es un excelente indicador de los cambios de tiempo, como la intensidad y dirección del viento, proximidad de



tormentas de lluvia y/o granizo, disminución brusca de temperatura y/o humedad, etc.

- ✓ **La radiación solar.**- Es el flujo de energía que recibimos del Sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias (luz visible, infrarroja y ultravioleta). Aproximadamente la mitad de las que recibimos, comprendidas entre $0.4\mu\text{m}$ y $0.7\mu\text{m}$, pueden ser detectadas por el ojo humano, constituyendo lo que conocemos como luz visible. De la otra mitad, la mayoría se sitúa en la parte infrarroja del espectro y una pequeña parte en la ultravioleta. La porción de esta radiación que no es absorbida por la atmósfera, es la que produce quemaduras en la piel a la gente que se expone muchas horas al sol sin protección.

Gracias al uso de estas herramientas, podemos medir distintos fenómenos ambientales, determinando si hay frío o calor, la intensidad y dirección del viento.

2.3. Descripción técnica de la mini estación metereológica.

El proyecto consistirá en el diseño e implementación de una mini estación metereológica para el Área de Energía, la cual por medio de los sensores nos permitirá conocer, radiación solar, temperatura, humedad relativa y presión atmosférica. Los datos serán receptados a través de una tarjeta DAQ para su visualización en un computador personal. El procesamiento de las señales de los distintos sensores se los llevará a cabo automáticamente por medio del software LabVIEW.

2.4. Software para Medición y Automatización.

Al hablar de software para medición y automatización definidos por el usuario, hablamos de que el usuario personaliza las prestaciones que debe poseer dicho software. Este componente software está formado por un lenguaje de programación y por otras utilidades que permiten la comunicación de dicho lenguaje con el hardware utilizado. Dicho lenguaje de programación (LabVIEW), permite programar las utilidades de la instrumentación virtual.

2.4.1. LabVIEW: Acrónimo de:(Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) es una plataforma y entorno de desarrollo para diseñar sistemas con un lenguaje de programación visual gráfico. Recomendado para sistemas hardware y software de pruebas, control y diseño, simulado o real y embebido, pues acelera la productividad. El lenguaje que usa se llama lenguaje G, donde la G simboliza que es lenguaje Gráfico.

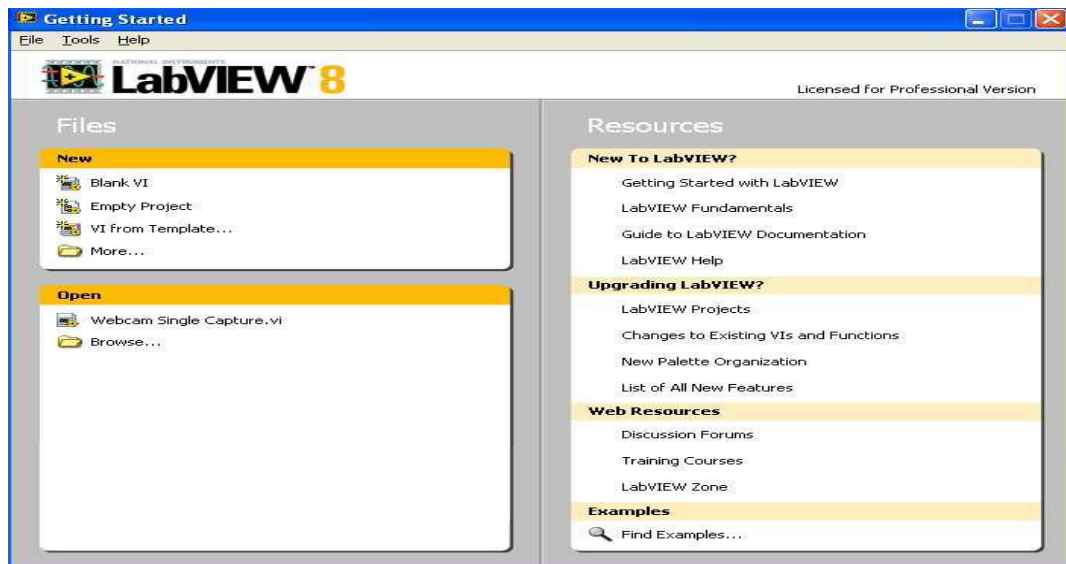


Fig. 2 “Software LabVIEW”¹

¹Natural Instruments, año 2012, disponible en: <http://www.ni.com/labview/whatis/esa>, ultimo acceso 02/01/2013



2.4.2. “¿Por qué utilizar LabVIEW?”²

LabVIEW es un lenguaje de programación gráfico para desarrollar aplicaciones de pruebas, control y medidas. La naturaleza intuitiva de la programación gráfica de LabVIEW lo hace fácil de usar. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de los demás lenguajes de programación en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica para crear programas basados en diagramas de bloques.

2.4.3. Beneficios de LabVIEW.

LabVIEW brinda la flexibilidad de un potente lenguaje de programación sin la complejidad de los entornos de desarrollo tradicionales.

- ✓ Fácil de aprender y usar
- ✓ Funcionalidad completa
- ✓ Capacidades de E/S Integradas

2.4.4. Ventajas de utilizar LabVIEW.

Una de las principales ventajas de utilizar LabVIEW es su velocidad, en general el desarrollo de aplicaciones en LabVIEW es completado más rápido que en cualquier otro lenguaje de programación.

² Disponible en <http://www.ni.com/labview/whatis/esa/>, ultimo acceso 07/03/2012



- ✓ Es más fácil dibujar una idea que se tiene de un programa, que describirla en un código determinado.
- ✓ Entorno fácil de programación orientado a objetos.
- ✓ Variedad de dispositivos para aplicaciones industriales.
- ✓ Facilidad en la interface con instrumentos externos, esto sobre todo en la línea construida por Nacional Instruments.
- ✓ Facilidad en la creación de ayudas para los usuarios y programadores
- ✓ Recibe código de otros lenguajes como C++ y Basic.
- ✓ Fue específicamente hecho para control, por lo que presenta ventajas con librerías especializadas en automatización y el procesamiento digital.
- ✓ Manejo implícito de los límites en la operación de datos, por ejemplo no permite manejar índices superiores a los definidos en un arreglo, permite el manejo de más y menos infinito, etc.
- ✓ Permite el manejo automático de unidades de medición.

Principales características.- Su principal característica es la facilidad de uso, pueden utilizarlo programadores profesionales y personas con pocos conocimientos en programación, se puede diseñar sistemas relativamente complejos, imposibles de desarrollarlos con lenguajes tradicionales.

Presenta facilidades para el manejo de Interfaz de comunicaciones:

- ✓ Puerto serie.
- ✓ Puerto paralelo.
- ✓ GPIB.
- ✓ PXI.



- ✓ VXI.
- ✓ TCP/IP, UDP, Data Socket.
- ✓ Bluetooth.
- ✓ USB.
- ✓ OPC.

CAPÍTULO III.

3. IMPLEMENTACIÓN DE LA MINI ESTACIÓN METEOROLÓGICA.

3.1 Adquisición de datos.

Las variables meteorológicas son esencialmente variables físicas que caracterizan el estado y los fenómenos que ocurren en la atmósfera, estas variables físicas pasan por cada uno de los sensores para poder ser leídas por la computadora.

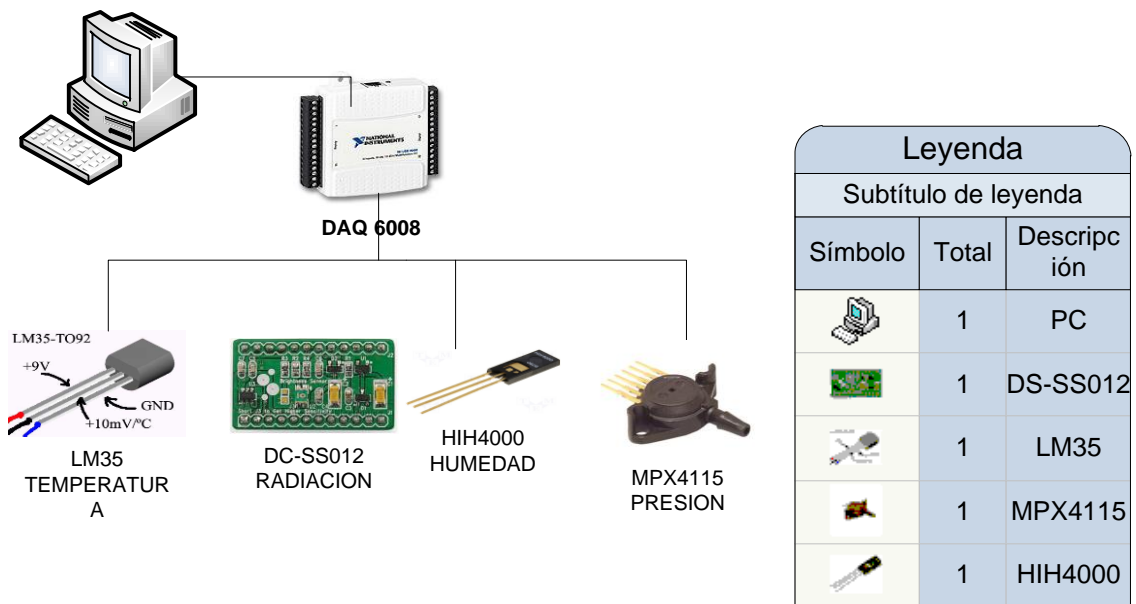


Fig. 3 Diagrama de adquisición de datos.

3.2 Elementos que integra una estación metereológica.

La mini estación metereológica, se encuentra basada en una tarjeta DAQ, y varios sensores a utilizarse para cada una de las mediciones. Estos se conectan a una unidad central de control (un ordenador) donde podremos seguir con atención las variaciones del clima, como así también aprender y comprender algunas facetas de su comportamiento. La temperatura y la humedad se obtienen mediante un sensor integrado y la radiación solar con la ayuda del sensor DC SS012, y la presión atmosférica se obtiene en base a la altura sobre el nivel del mar.

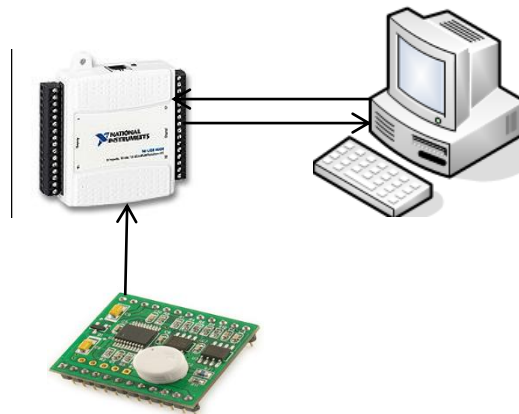


Fig. 4 Elementos que integran la mini estación.

3.3 “Tarjetas DAQ 6008”³.

Las tarjetas DAQ son un tipo de tarjetas de expansión, que tiene como finalidad dotar al computador de capacidades para la digitalización de las señales que el usuario requiera monitorear. Si las tarjetas son para un Computador Personal,

³Disponible en: [http://www.sc.ehu.es/acwamurc/Transparencias/\(4\)TAD.pdf](http://www.sc.ehu.es/acwamurc/Transparencias/(4)TAD.pdf), ultimo acceso, 21/09/2012

estas poseen un tipo de Bus de interfaz PCI, pero si se trata de tarjetas DAQ para Computadoras Portátiles, poseen un tipo de Bus de interfaz PCMCIA.

Hay que aclarar que este tipo de Hardware no solamente es utilizado para la digitalización de señales, también nos sirven para la generación de señales tanto analógicas como digitales.

Al utilizar este tipo de dispositivos con buses estándar, los fabricantes solamente se deben preocupar de la innovación en el Hardware de medición, y a la vez dichas prestaciones se las aprovecha muy bien gracias a la inevitable innovación de la plataforma PC (incremento de velocidad de procesamiento, trabajo en red, interfaces más rápidas).



Fig.5 Tarjeta de adquisición de datos .

3.3.1 Componentes de la tarjeta DAC

Los elementos que componen la tarjeta DAC son:

- ✓ **Multiplexor.** Las funciones que realiza los multiplexores es la de selector de entradas. Algunas especificaciones de los multiplexores son: corriente de fuga de switch, CMRR, corrientes de vías de amplificador, tiempo de switching, constante de tiempo RC, absorción dieléctrica, cross-talk.



- ✓ **Amplificador de instrumentación:** Es un amplificador más útil, preciso y versátil. Se logra conectando un amplificador reforzado a un amplificador diferencial básico. Se le aplica una entrada diferencia de voltaje, la ganancia del amplificador se establece mediante una resistencia. La resistencia de entrada de ambas entradas es muy alta y no cambia conforme se varía la ganancia.

Las especificaciones importantes en los Amplificadores de Instrumentación son: Voltaje offset, CMRR, error de linealidad, error de ganancia, ruido de entrada, deriva de tiempo y de tensión, settling time.

- ✓ **Filtros:** Un filtro es un circuito que se ha diseñado para dejar pasar una banda de frecuencia especificada, mientras atenúa todas las señales fuera de esta banda. Los circuitos pueden ser pasivos (usa solo resistencias capacitancias e inductancias) o activos (además de los elementos pasivos usan elementos activos como transistores, operacionales, etc.)

- ✓ **Sample/hold:** La función básica de un sample/hold en un sistema de entrada analógica es: capturar una señal de entrada y mantenerla constante durante el ciclo de conversión de análoga a digital.

Todo sample/hold tiene una especificación del drooprata para un tamaño de condensador de hold en particular. Otras especificaciones importantes son el voltaje offset, ruido de entrada, absorción dieléctrica, settling time, acquisition time, aperture delay (demora en apertura).

- ✓ **Conversor Analógico Digital:** Un conversor analógico digital (ADC) toma una señal de entrada analógica continua, y la convierte en un número binario que puede ser manipulado por la computadora.



Las especificaciones que deben ser consideradas en los ADC son: voltaje offset, errores de linealidad diferencial e integral, error de ganancia, variaciones con el tiempo y temperatura, pérdida de códigos, tiempo de conversión.

- ✓ **Conversor Digital Analógico:** Un conversor digital analógico (DAC) toma señales digitales como entradas y genera voltajes o corrientes de salida constante la cual será utilizada para controlar procesos o informar el estado actual.

Las especificaciones importantes en los DAC son: error de linealidad, monotonidad, precisión absoluta, precisión relativa, estabilidad, settling time y glitches (asentamientos técnicos).

3.3.2 Características de la tarjeta DAQ 6008.- La tarjeta DAQ presenta las siguientes características:

- ✓ 8 entradas analógicas (12 bits, 10 ks/s).
- ✓ 2 salidas analógicas (12 bits a 150 S/s), 12 E/S digitales; contador de 32 bits.
- ✓ Diseño energizado por bus para mayor comodidad; conector de 34 pines para fácil integración.
- ✓ Software controlador para Windows, Mac OS X, Linux.

Diagrama de bloques de una tarjeta DAQ:

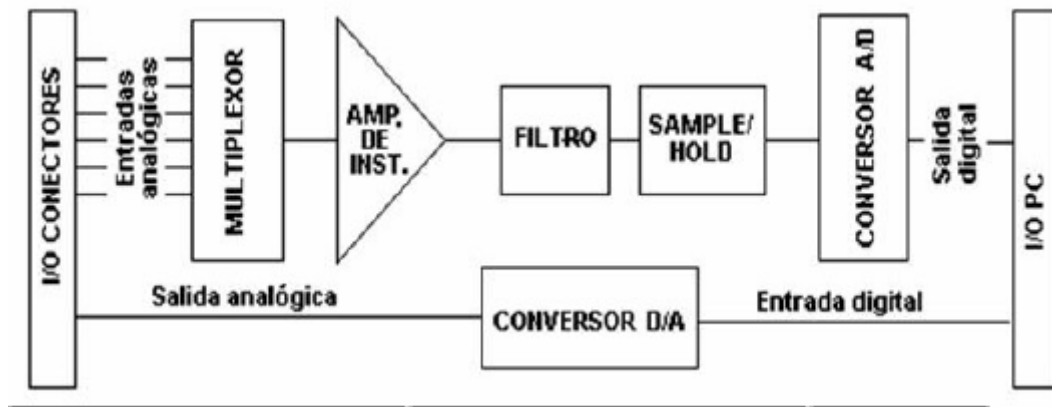
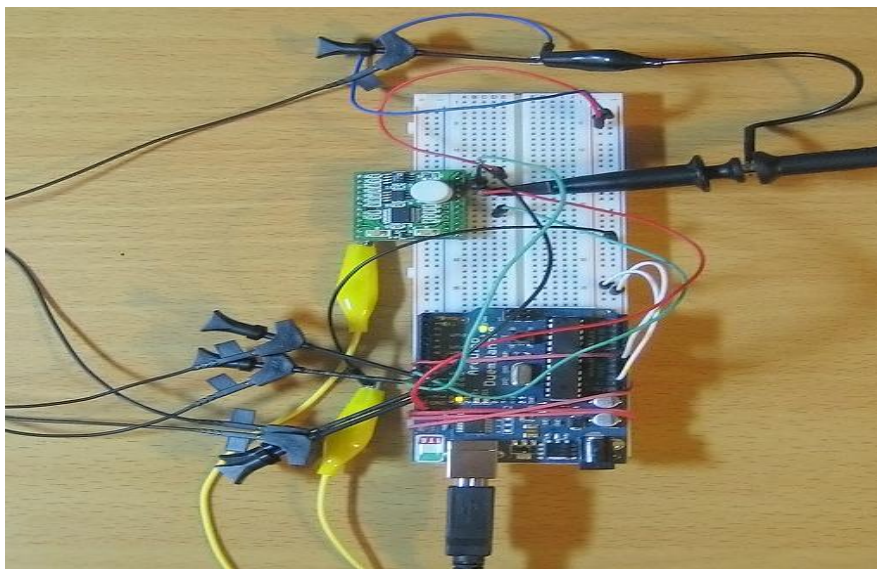


Fig. 6 Diagrama de bloque de la Tarjeta DAQ

3.4 Sensores.

3.4.1 Sensor para medir la Humedad Relativa y la Temperatura DC-SS500

Este integrado emplea un PIC 16F690 como el chip que procesa y mide la Humedad Relativa con el sensor HS1101 ya que este sensor tiene la capacidad de medir un amplio rango de Humedad Relativa (1% - 99%RH) también sirve para medir la temperatura.



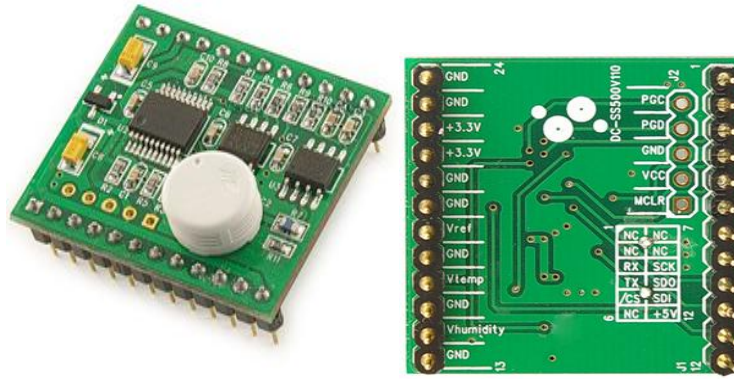


Fig. 7 Sensor para medir la humedad Relativa y la temperatura

Características:

- Chip de procesamiento: PIC16F690.
- Medición de la humedad chip: HS1101.
- Tamaño: 30 (mm) X29 (mm) / 1,22 (pulgadas) X 1,14 (pulgadas).
- Amplio rango de medición de humedad relativa.
- Rápido tiempo de respuesta.
- Salida analógica y digital.
- Analógico: humedad relativa y temperatura de salida de voltaje de la señal lineal.
- Digital: dúplex UART medio, modo esclavo SPI.
- DIP-como envases, lo que facilita la integración de sistemas.
- DC 5V o 3.3V.
- Clavijas están chapados en oro 3 μ m de espesor que puede prevenir con eficacia la abrasión y a la corrosión.

Aplicaciones: Al DC-SS500S se puede utilizar en varias aplicaciones entre ellas destacamos las siguientes:

- Medir la Humedad y temperatura en la producción industrial.
- Medir la Humedad y temperatura en el invernadero vegetal.
- Aplicaciones de hogar.
- Automatización y control de procesamiento.
- Control de temperatura en edificios.



Invernadero Vegetal



Bibliotecas



Producción Industrial



Estaciones metereológicas

Fig. 8 Aplicaciones del sensor DC-SS500S



Descripción del diagrama de cómo está conectado el integrado

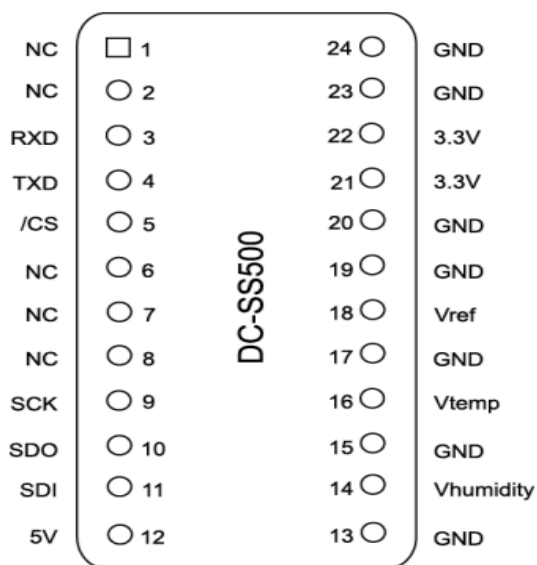


Fig. 9 Diagrama de conexión del sensor DC-SS500S.

Descripción de pines.

DESCRIPCION DE PINES	NUMERO DE PIN	FUNCIONES	LABEL	NUMERO DE PIN	FUNCIONES
NC	1	Sin Conectar	Tierra	13	Tierra
NC	2	Sin Conectar	Voltaje de Humedad	14	Salida de Voltaje de Humedad
RXD	3	Datos Recibidos	Tierra	15	Tierra
TXD	4	Transmisión de Datos	Voltaje de Temperatura	16	Salida de Voltaje de Temperatura
/CS	5	SPI Capacidad	Tierra	17	Tierra
NC	6	Sin Conectar	Voltaje Referencial	18	Referencia de Voltajes
NC	7	Sin Conectar	Tierra	19	Tierra
NC	8	Sin Conectar	Tierra	20	Tierra
SCK	9	SPI Reloj	3.3 Voltios	21	Entrada de corriente Directa de 3.3 Voltios
SDO	10	Salida de Datos	3.3 Voltios	22	Entrada de corriente Directa de



					3.3 Voltios
SDI	11	Estrada de Datos	Tierra	23	Tierra
5V	12	Entrada CD 5Voltios	Tierra	24	Tierra

Tabla 1. Descripción de pines.

“Características de humedad”⁴.

	MIN.	TYP.	MAX.	UNIDAD.
Humedad rango de medición	1		99	% RH
Exactitud de la humedad (10 a 95% HR)		± 5	± 10	% RH
Coefficiente de temperatura (0 a 60 ° C)		-0,2		RH% / °C
Humedad hysteria		± 2		% RH
Estabilidad a largo plazo		± 1		% HR / año
Tiempo de respuesta (33 a 76% RH, aire quieto @ 63%)		6		s
Desviación de curva típica de respuesta (10% a 90% de HR)		± 2		% RH
Tiempo de recuperación después de 150 horas de condensación		10		S

Tabla 2. Características del sensor de humedad.

Características Temperatura.

	MIN.	TYP.	MAX.	UNIDAD.
Rango de temperatura de medición	-15		60	°C
Temperatura precisión		± 2	± 5	°C
Tiempo de respuesta		10		S

Tabla 3. Características del sensor de temperatura.

⁴Disponible en: <http://www.kramer-home.de/humidity-censor-dc-ss500.html>, última actualización, 21/09/2012



Este producto emplea un Módulo APM MICRO PIC 16F69 y temperatura como el chip que procesa y mide la humedad relativa con el sensor HS1101. Este módulo tiene la capacidad de medir un amplio rango de Humedad Relativa (1% -99% RH) y temperatura y puede salir por muchas vías.

Tiempo para responder una Humedad Relativa Amplia y medida de temperatura con salida analógica y digital.

Humedad relativa analógica, es la humedad relativa y señal de salida del voltaje de temperatura.

- ✓ Digital UART: medida dúplex SPI modo acelerado.
- ✓ DIP: lo cual facilita el sistema de integración.

3.4.2 Integrado para medir la presión atmosférica y radiación solar.

TSL 230 es un chip que cambia la frecuencia de la intensidad de la luz directamente. La frecuencia de salida es ajustable en altura y frecuencia del circuito disponible en nuestra sensibilidad del impacto.

El funcionamiento del circuito se basa en el fotodiodo de silicio configurable y un convertidor de corriente a frecuencia en un solo integrado monolítico CMOS circuitos.

La salida se puede programar para introducir una onda cuadrada simétrica (50% del ciclo de trabajo). Todas las entradas y la salida son compatibles con TTL, permitiendo dos vías de comunicación con un micro controlador para la programación y de salida de interfaz.

Los dispositivos están disponibles con tolerancias absoluto frecuencia de salida de $\pm 5\%$ (TSL230B), $\pm 10\%$ (TSL230A), o $\pm 20\%$ (TSL230). Cada circuito ha sido compensado por temperatura para el rango ultravioleta a luz visible de 300 nm a 700 nm. Los dispositivos se caracterizan por la operación sobre el rango de temperatura de -25°C a 70°C

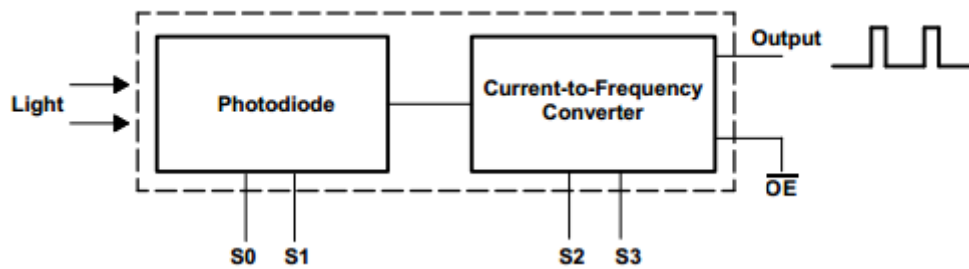


Fig. 10 Diagrama de bloque del integrado TSL230.

CAPÍTULO IV.

4. INTERFAZ DE USUARIO

La aplicación en LabVIEW toma gran importancia porque es la interface que el usuario, finalmente, va a utilizar para recibir todos los datos y controlar el funcionamiento de la mini estación metereológica, así como para obtener los porcentajes de las mediciones.

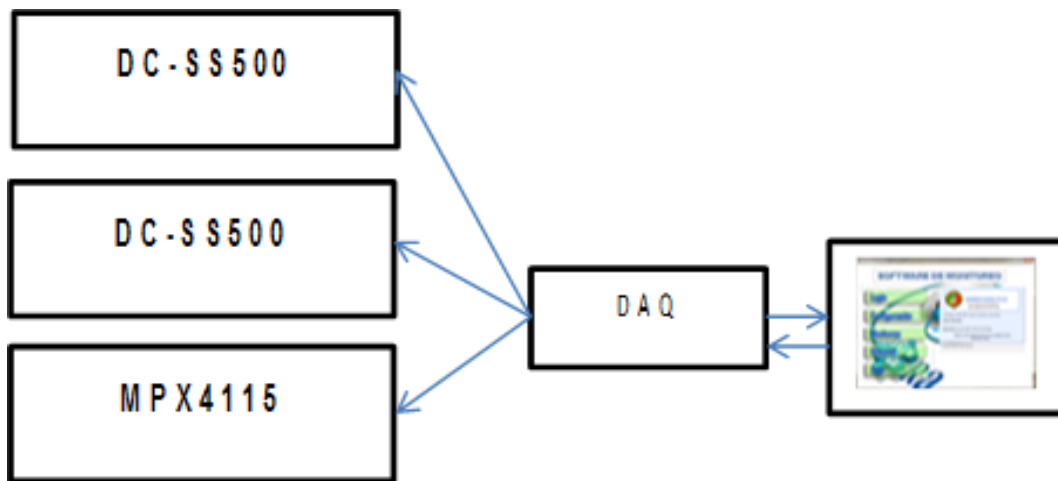


Fig. 11 Diagrama de bloque de la interfaz de usuario.

4.1. Programación en LabVIEW.

LabVIEW es una herramienta de programación gráfica, esto significa: que los programas no se escriben, sino que se dibujan, facilitando su comprensión

Cada VI contiene tres partes principales:

- Panel frontal, como el usuario interactúa con el VI.
- Diagrama de bloque, el código que controla el programa.
- Paleta de control.

4.1.1. Panel frontal de VI.

La interfaz del usuario interactiva de un VI se denomina panel frontal porque simula el tablero de un instrumento físico.

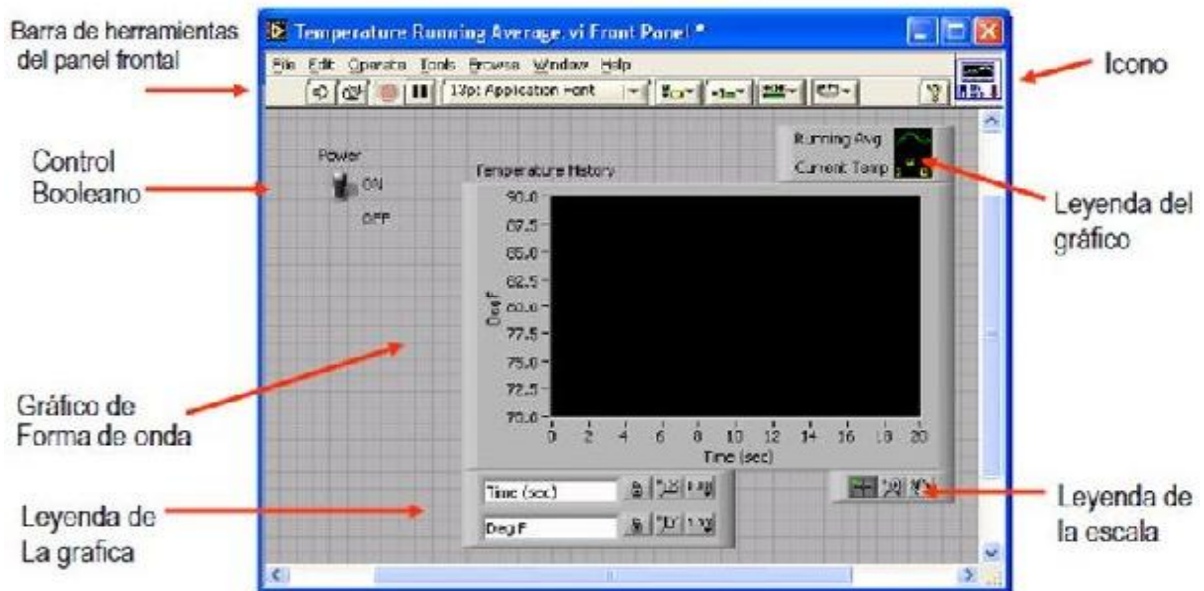


Fig.12 Interfaz de LabVIEW, Panel frontal.

El panel frontal puede contener perillas, botones, gráficos y otros controles e indicadores, es decir se puede construir de acuerdo a la necesidad del usuario.

Los controles simulan instrumentos de entradas de equipos y suministra datos al diagrama de bloques del VI estos pueden ser botones, de empuje, marcadores y otros componentes de entrada.

Los indicadores simulan salidas de instrumentos y suministra datos que el diagrama de bloques adquiere o genera entre otras estas pueden ser las gráficas, luces y otros dispositivos de salida, estas interactúan con las terminales del VI.

4.1.2. VI diagrama de bloque.

Los VI reciben instrucciones de un diagrama de bloques que se desarrolla en gráfico. El diagrama de bloques es una solución gráfica a un problema de programación y es también el código fuente para los VI.

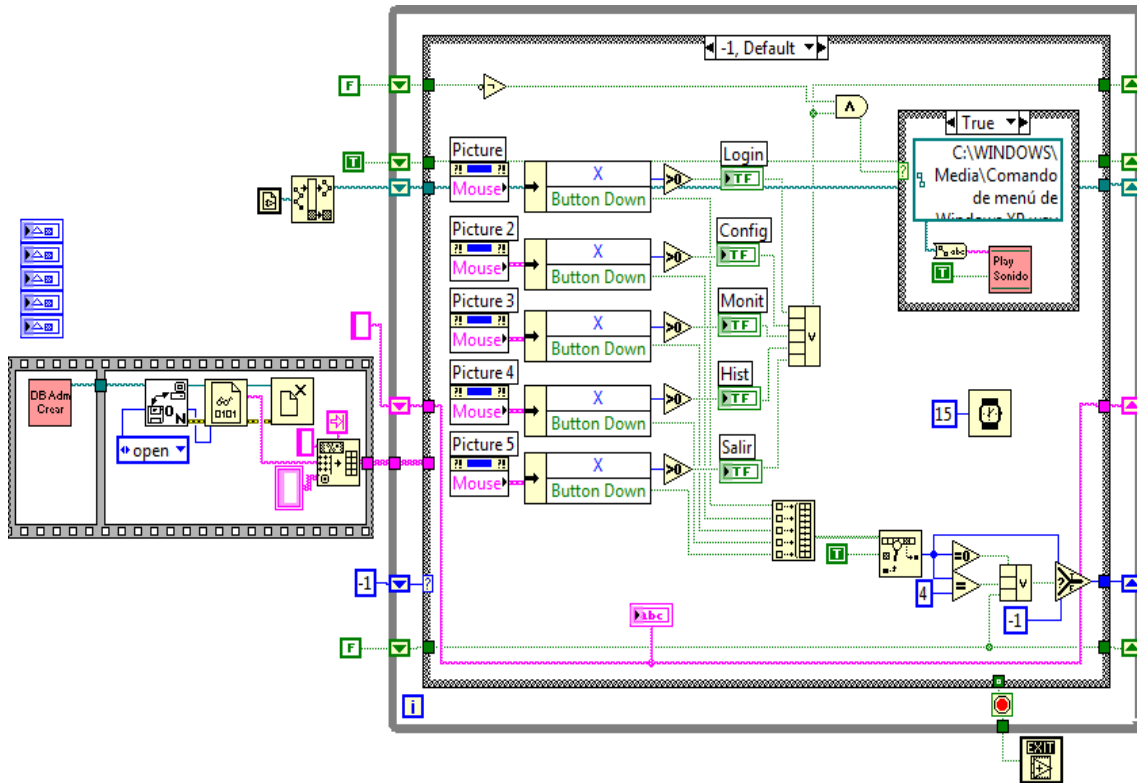
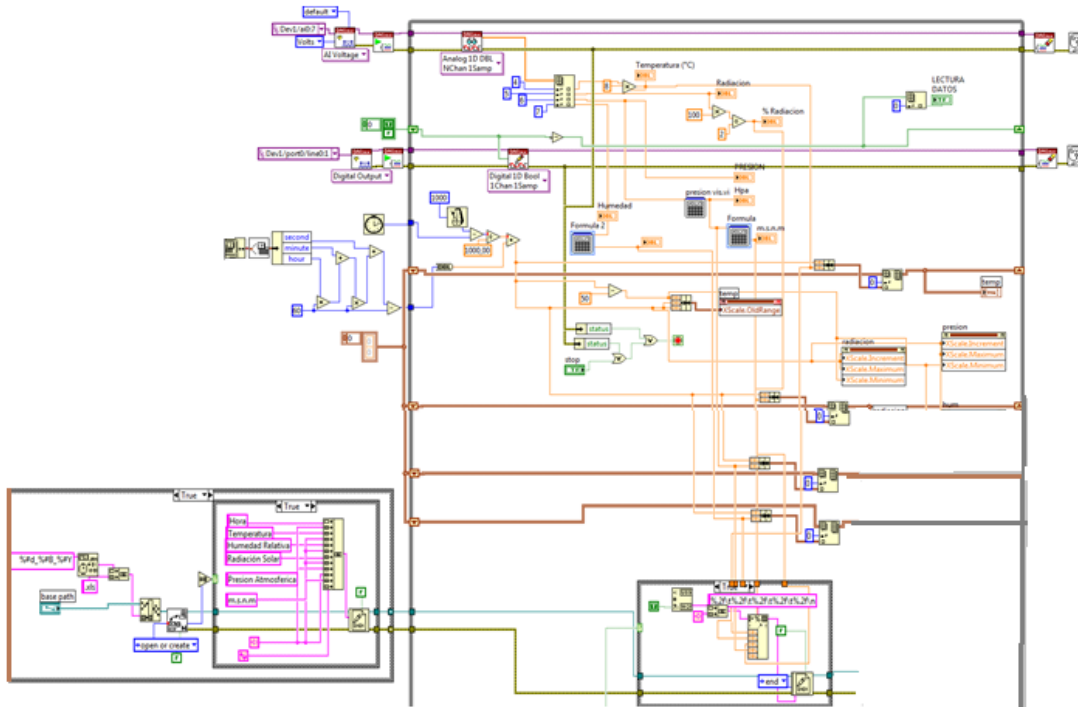


Fig. 13 Diagrama de bloque.

En el diagrama de bloque, los objetos del panel frontal aparecen como terminales, además el diagrama de bloques contiene funciones y estructuras incorporadas en las bibliotecas de LabVIEW, los cables conectan cada uno de los nodos en el diagrama de bloques, incluyendo controles e indicadores de terminal, funciones y estructuras.

Fig. 14 Diagrama de bloque.



Primero seleccionamos el canal de entrada de datos por sensor, a continuación la tarea a realizar con el dato, que en este caso es leer la información que da el sensor de humedad y este dato pasa a una matriz donde se agrega las constantes y las operaciones matemáticas para poder obtener el valor que será visualizado en una gráfica. Configuramos los tiempos de acción en la estructura del VI para la adquisición de los datos para su correcta visualización.

4.1.3. Paleta de control.

La paleta de control en LabVIEW proporcionan las herramientas que se requieren para crear la interfaz gráfica del VI con el usuario final.

Para desplegar la paleta de controles se necesita hacer clic derecho en el espacio del panel frontal de igual forma para ocultarlo.



Fig. 15 Paleta de controles (Ventana de paletas de controles).

Los controles e indicadores que se utiliza de la paleta de controles en la interfaz tienen una representación en el panel.

4.1.4. Paleta de funciones.

La paleta de funciones se usa en el diseño del diagrama de bloques, además contiene todos los objetos que se usa en la implementación del programa del VI, ya sean funciones aritméticas, de entrada/salida de señales, entrada/salida de datos a fichero, adquisición de señales, temporización de la ejecución del programa.

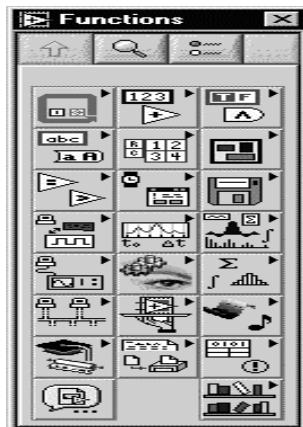


Fig. 16 Paleta de funciones (Ventana de paletas de funciones).

La funciones pueden ser VIs prediseñados y que pueden ser reutilizados en cualquier aplicación, estos bloques funcionales constan de entradas y salidas, estos VIs pueden también estar conformados de otros subVIs y así sucesivamente, se puede desplegar y ocultar la paleta de funciones del mismo modo que la paleta de controles.

4.1.5. Paleta de herramientas.

La paleta de herramientas se usa tanto en el panel frontal como en el diagrama de bloques. Contiene las herramientas necesarias para editar y depurar los objetos tanto del panel frontal como del diagrama de bloques.

En la siguiente figura se presentan las opciones de la paleta de herramientas.



Fig. 17 Paleta de herramientas. (Opciones que muestra).

4.1.6. Barra de herramientas de estado.

La barra de herramientas de estado muestra los controles de ejecución, esto es una vez concluido la programación del VI, se puede realizar su ejecución con las herramientas.

Una vez situados en el panel frontal, para iniciar pulsaremos el botón Run, de este modo el programa se ejecutará una vez. Si se requiere de un proceso continuo se presionará el botón Continuous Run, si durante el proceso del programa se pulsa Continuous Run se finalizará la última ejecución del mismo, de este modo el programa se parará.

Estos botones junto con otros adicionales de la barra de herramientas sirven para indicación, cancelación de ejecución, configuración de textos, botón de pausa, cancelación y otros.

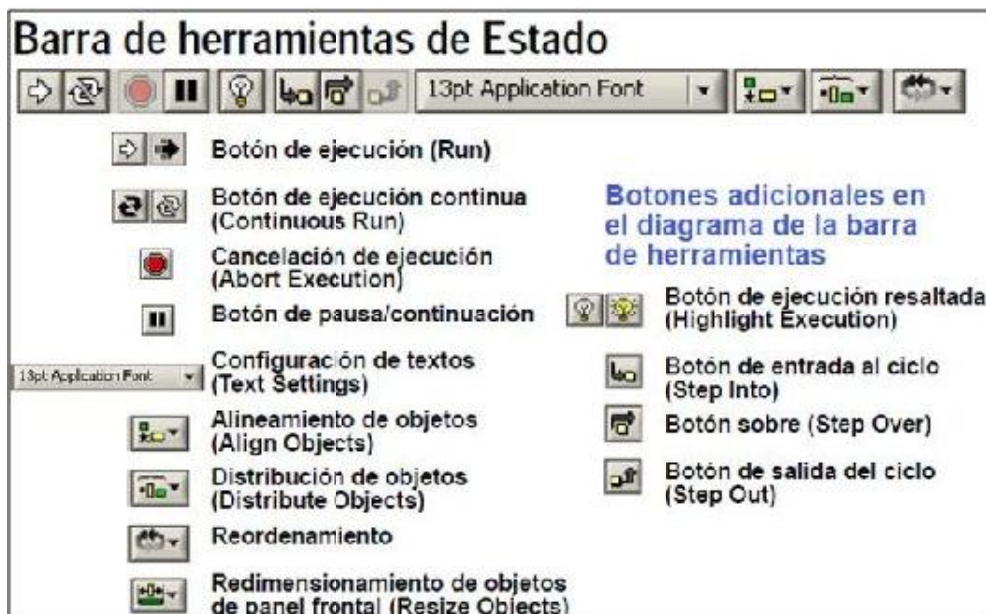


Fig. 18. Barra de herramientas de estado.

4.1.7. Opciones de ayuda.

Para disponer de las opciones de ayuda se utiliza la ventana de Contexthelp (Ayuda Contextual), y LabVIEW Help (Ayuda de LabVIEW) para ayudar a construir o editar los VI.

Para desplegar la ventana de ContextHelp, seleccione Help/Show ContextHelp o presione las teclas “Ctrl H”.



Fig.19 Contexto de ayuda, referencias de línea.

4.2. Descripción del Software de monitoreo.

El software que se ha desarrollado es especialmente para monitorear las distintas variables meteorológicas y obtener la información requerida por el usuario.

4.2.1. Navegación.

El software de monitoreo nos ofrece cinco botones de opciones de navegación:

4.2.1.1. **Login:** Este botón permitirá ingresar al programa de monitoreo para lo cual ingresamos un nombre de usuario y una contraseña:



Fig. 20 Pantalla de ingreso a la aplicación.

- 4.2.1.2. **Configuración:** Esto permite elegir el medio donde guardar los datos obtenidos a través del monitoreo.

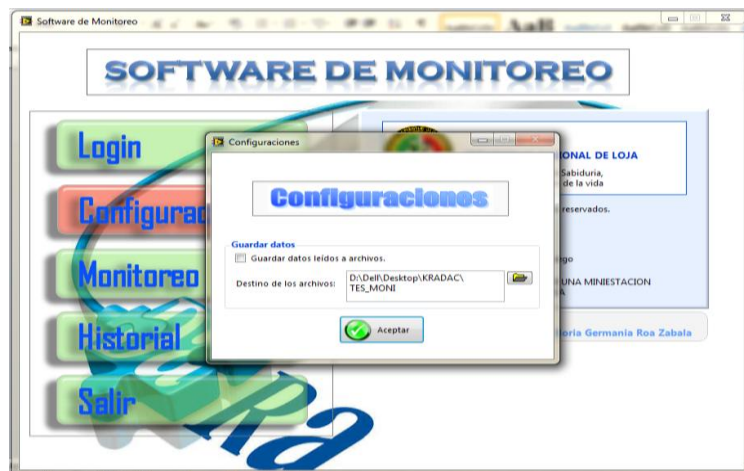


Fig. 21 Pantalla de configuración a la aplicación.

- 4.2.1.3. **Monitoreo:** Aquí se observa los valores que nos miden los diferentes sensores y sus respectivas gráficas.

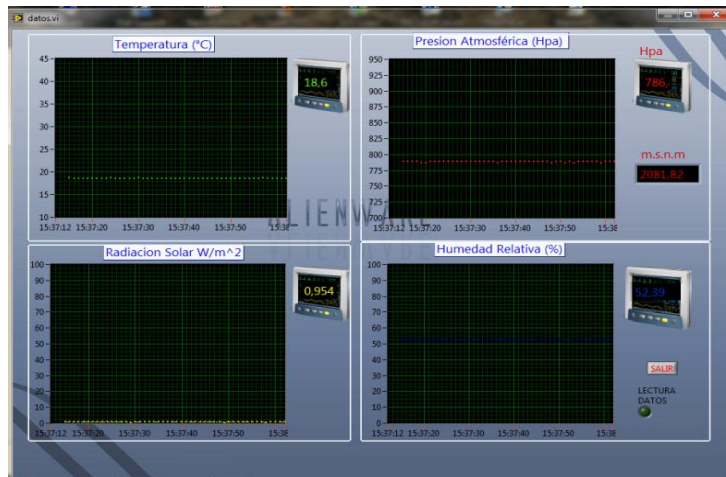


Fig. 22 Pantalla de monitoreo.

4.1.2.4. **Historial:** En esta opción podemos revisar toda la información obtenida en cada prueba realizada por el usuario, con fecha, y hora.



Fig. 23 Pantalla de historial.

4.2.1.4. **Salir:** Es la última ventana que aparece y aquí pues es donde se sale del programa una vez terminado de hacer el trabajo, o todas sus pruebas.



CAPÍTULO V

5. PRUEBAS.

Una vez implementada la mini estación meteorológica se procedió a realizar las pruebas con datos reales, obteniendo las siguientes mediciones:

TABLA DE VALORES MEDIDOS EN EL AÑO 2012.

Fecha	Tiempo	Humedad [%]	Temperatura [°C]	Radiación solar [W/m ²]
01-01-11	0:30	86,2	11,8	0
01-01-11	1:00	88,3	11,4	0
01-01-11	1:30	88,8	11,3	0
01-01-11	2:00	89,9	11,2	0
01-01-11	2:30	90,5	11,1	0
01-01-11	3:00	91,5	11	0
01-01-11	3:30	92,7	10,7	0
01-01-11	4:00	93,7	10,6	0
01-01-11	4:30	94,3	10,3	0
01-01-11	5:00	95,4	10	0
01-01-11	5:30	95,5	9,6	0
01-01-11	6:00	96,4	9,2	0
01-01-11	6:30	96,6	9	5
01-01-11	7:00	95,5	9,2	37
01-01-11	7:30	93,3	10	90
01-01-11	8:00	87	11,3	145
01-01-11	8:30	78,2	13,1	263



01-01-11	9:00	67,5	15,9	351
01-01-11	9:30	60,9	17,9	576
01-01-11	10:00	54,4	19,6	688
01-01-11	10:30	47,1	22,3	925
01-01-11	11:00	41,8	24,6	1036
01-01-11	11:30	40,5	25,3	984
01-01-11	12:00	41,1	24,6	656
01-01-11	12:30	46,3	20,8	336
01-01-11	13:00	45,5	20,9	444
01-01-11	13:30	45	21	629
01-01-11	14:00	45,7	20,5	499
01-01-11	14:30	46,7	20,7	599
01-01-11	15:00	46,7	20,9	626
01-01-11	15:30	46,9	20,7	548

Tabla. 4 Datos reales de las pruebas.

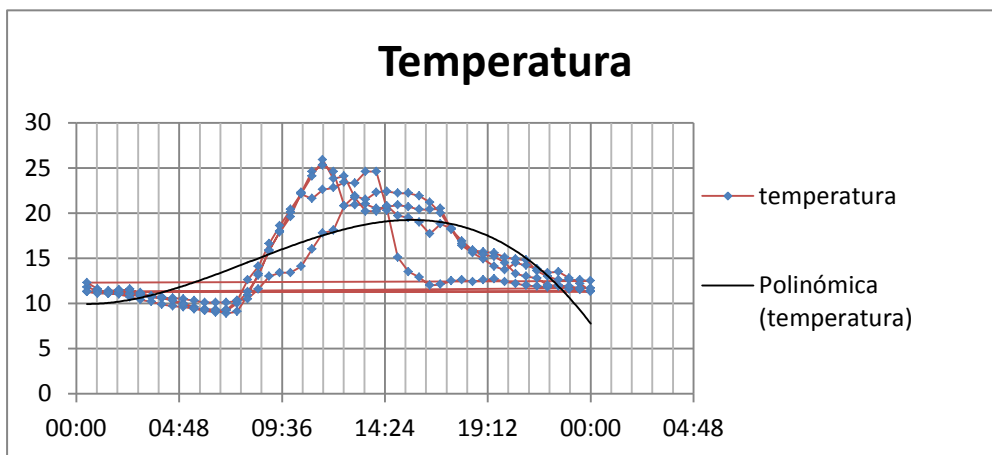


Fig. 24 Gráfica de las pruebas aplicando datos reales.

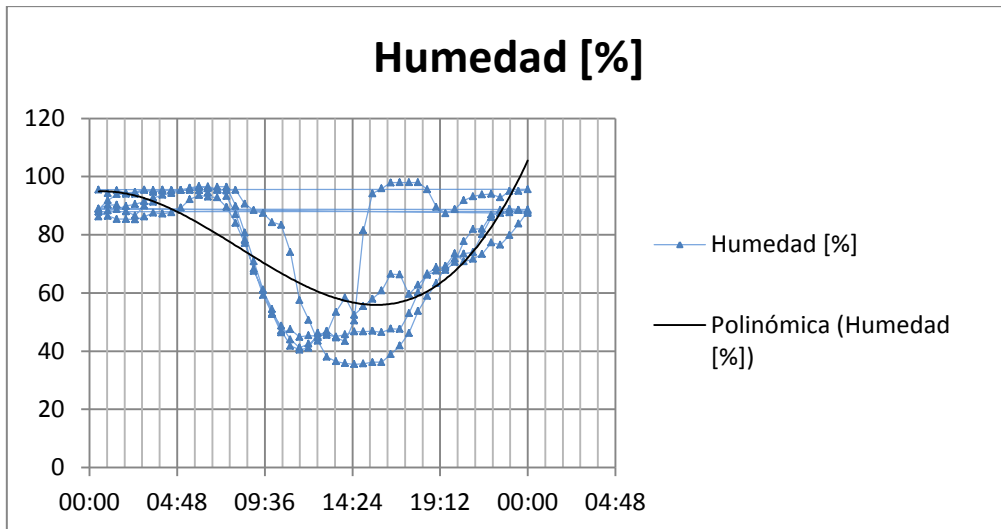


Fig. 25 Gráfica de las pruebas aplicando datos reales.

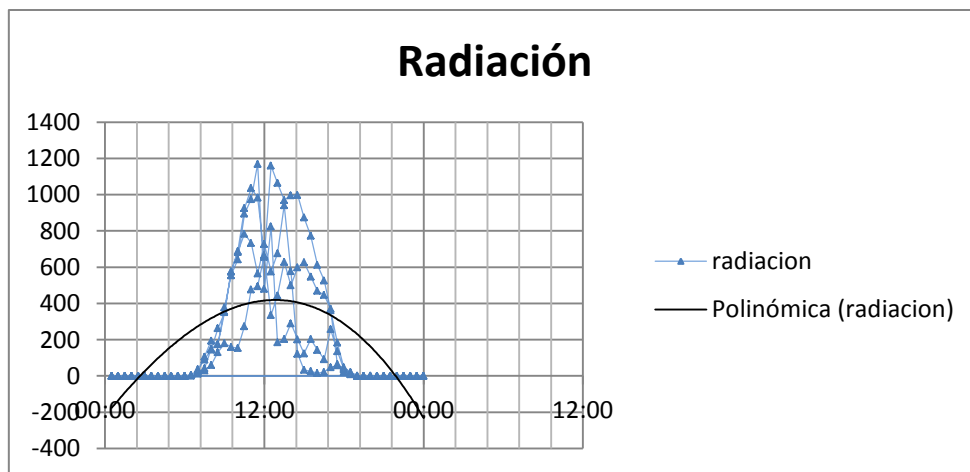


Fig. 26 Gráfica de las pruebas aplicando datos reales.

DATOS MEDIDOS EL 28 DE ENERO DEL 2012.

Hora	Temperatura	Humedad Relativa	Radiación Solar	Presión Atmosférica	m.s.n.m
18:24:24	25,26	81,25	1,46	904,48	947,47
18:24:25	25,26	81,25	1,46	904,48	947,47
18:24:26	25,26	81,25	1,46	904,48	947,47
18:24:27	25,26	81,25	1,46	904,48	947,47
18:24:28	25,26	81,25	1,46	904,48	947,47
18:24:29	25,26	81,25	1,46	904,48	947,47
18:24:30	25,26	81,25	1,46	904,48	947,47



18:24:31	25,26	81,25	1,46	906,7	927,25
18:24:32	25,26	81,25	1,46	906,7	927,25
18:24:33	25,26	81,25	1,46	904,48	947,47
18:24:34	25,26	81,25	1,46	904,48	947,47
18:24:35	25,26	81,25	1,46	904,48	947,47
18:24:36	25,26	81,25	1,46	904,48	947,47
18:24:37	25,26	81,25	1,46	906,7	927,25
18:24:38	25,26	81,25	1,46	904,48	947,47
18:24:39	25,37	81,25	1,46	906,7	927,25
18:24:40	25,26	81,25	1,46	904,48	947,47
18:24:41	25,26	81,25	1,46	904,48	947,47
18:24:42	25,26	81,25	1,46	904,48	947,47
18:24:43	25,26	81,25	1,46	904,48	947,47
18:24:44	25,26	81,25	1,46	904,48	947,47
18:24:45	25,26	81,25	1,46	904,48	947,47
18:24:46	25,26	81,25	1,46	906,7	927,25
18:24:47	25,26	81,04	1,46	904,48	947,47

Tabla. 5 Pruebas aplicando datos reales.

DATOS MEDIDOS EL 4 DE MARZO DE 2012.

Hora	Temperatura	Humedad Relativa	Radiación Solar	Presión Atmosférica	m.s.n.m
15:28:38	18,58	50,39	0,95	789,1	2059,18
15:28:39	18,58	50,39	0,95	789,1	2059,18
15:28:40	18,66	50,39	0,95	789,1	2059,18
15:28:41	18,58	50,39	0,95	789,1	2059,18
15:28:42	18,58	50,39	0,95	789,1	2059,18
15:28:43	18,58	50,39	0,95	789,1	2059,18
15:28:44	18,66	50,39	0,95	789,1	2059,18
15:28:45	18,66	50,39	0,95	789,1	2059,18
15:28:46	18,58	50,39	0,95	789,1	2059,18
15:28:47	18,58	50,39	0,95	789,1	2059,18
15:28:48	18,58	50,39	0,95	786,88	2081,82
15:28:49	18,58	50,39	0,95	789,1	2059,18

Tabla. 6 Gráfica de las pruebas aplicando datos reales.



CAPÍTULO VI.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. Conclusiones.

- ✓ Con los conocimientos adquiridos por las visitas técnicas y los cálculos realizados se logró calibrar los sensores para la obtención de características de las mini estaciones metereológicas.
- ✓ Una estación metereológica es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables metereológicas.
- ✓ El trabajo construido de acuerdo al diseño y por sus componentes permitió, obtener las características principales de la mini estación metereológica como son: la Humedad Relativa, Presión Atmosférica, radiación Solar y la Temperatura.
- ✓ Cuando la temperatura, es máxima, hace mucho calor, y cuando la temperatura, es mínima, conforme pasen las horas, hará mucho frío.
- ✓ Además la humedad relativa nos determina si existirá la aparición de plagas. Mientras que la presión atmosférica pronostica si habrá o no la presencia de lluvia o tormentas.



6.2. Recomendaciones

- Para próximos proyectos investigativos recomendamos se realice la interrelación entre software como es el LabVIEW y el MatLab para de esta forma realizar un programa que haga una prueba matemática de los datos obtenidos con en el LabVIEW.
- Para futuros trabajos sería necesario implementar Pantalla LCD Mejorada - Exclusiva de MatchDog. En donde se observará las lecturas actuales máximas y mínimas de los últimos 30 días o conforme la estación y los sensores estén funcionando adecuadamente - sin tener que conectarla a una PC. (esto se utilizará en una estación metereológica completa)
- Poner a correr primero el programa y luego ingresar al software para poder observar sus curvas y mediciones.
- Tener en cuenta el diagrama de bloque para que al momento de conectar no se nos quemen los sensores.
- Dar una pausa de tiempo entre cada aplicación, diferente para poder obtener un valor estable de características de las diferentes variables de acuerdo con la hora que se está midiendo valores.



7. BIBLIOGRAFÍA.

- Presión atmosférica, Barimetría, disponible en:
<http://www.atmosfera.cl/HTML/antiguo/TEMAS/INSTRUMENTACION/INSTR1.htm>, último acceso 12-07-2011.
- Disponible en: http://www.cartex.es/estaciones_watch_dog.pdf último acceso 26 de marzo del 2012.
- ABC, temas de interés, disponible en:
<http://www.deperu.com/abc/naturaleza/2052/la-presion-atmosferica>,
último acceso 12-07-2011
- Scribd, GUIA DE LABVIEW, disponible en:
<http://es.scribd.com/doc/60285334/Manual-LabVIEW>, último acceso 09-03-2012.
- Vaisala, sensor de humedad, disponible en:
<http://es.vaisala.com/sp/energy/products/humidity/Pages/default.aspx>,
último acceso abril 2012
- LabVIEW, Empezando con LabVIEW, Edición de abril 2003 Número de Parte 323427A-01, disponible en:
<http://fisica.ugto.mx/~applphy/pdf/LabVIEW1.pdf>, último acceso 08-08-2012.
- Manual de LabVIEW, LabVIEW constituye un revolucionario sistema de programación gráfica, disponible en:



http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Tutorial%20de%20LabVIEW.pdf,

último acceso 08-07-2012.

- Copersa, mini estación metereológica, disponible en:
<http://www.horticom.com/pd/imagenes/65/789/65789.pdf>, último acceso 09-03-2012.
- Hunter, mini estación metereológica, disponible en:
<http://www.hunterriego.com/product/sensor/mini-estacion-meteorologica>,
último acceso 07-02-2012
- Infor-clima, estaciones metereológicas profesionales, disponible en:
<http://infoclima.com/productos/estacion.asp>, ultimo acceso 12-07- 2011.
- Monografías, La radiación solar, disponible en:
<http://www.monografias.com/trabajos65/radiacion-solar/radiacion-solar.shtml>, último acceso 12-09-2011
- Disponible en: <http://www.ni.com/LabVIEW/whatis/esa/>, ultimo acceso 07/03/2012
- Nacional Instruments, User manual LabVIEW, disponible en:
<http://www.ni.com/pdf/manuals/320999e.pdf>, último acceso 08-07-2012.
- Nacional Instruments, que es LabVIEW, Disponible en:
<http://www.ni.com/LabVIEW/whatis/esa/>, último acceso 07/03/2012.
- **Radiación solar**, La energía que emite el sol o radiación solar, disponible en:
<http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi97/imagen/espinal/radiacin.htm>,
último acceso 12-07-2011
- PCE, Estaciones metereológicas, disponible en: <http://www.pce-iberica.es/contactar.htm>, último acceso abril 2012.
- PH electrónica, Estación Metereológica, disponible en:



http://www.phelectronica.com.ar/lista_productos.php?cat=26&tipo=Estacion%20Meteorologica, 20-03-2012.

- x-robótica: sensor, disponible en:

<http://www.x-robotics.com/sensor.htm#LM35>, ultimo acceso 01-09-2011.

- Nacional conducción, disponible en:

<http://www.x-robotics.com/downloads/datasheets/LM35.pdf>, Noviembre 2010, último acceso 25 de Febrero 2012

8. ANEXOS.

CONSTRUCCIÓN DE LA MINI ESTACIÓN METEREOLÓGICA

1. Prueba de circuitos en el protoboard.

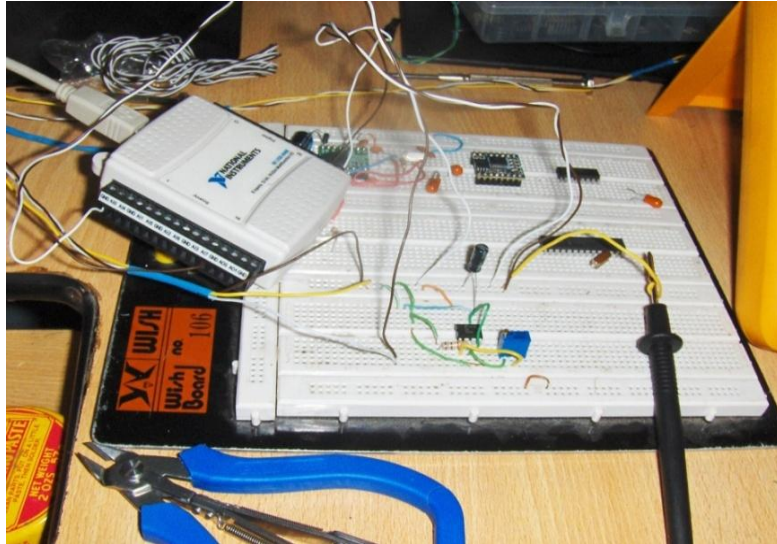


Fig. 27 Pruebas de circuitos en el protoboard.

2. Se empieza a armar en el gabinete con el fin de asegurar los sensores.



Fig. 28 Colocada de sensor en el gabinete.

3. Se esta colocando la tarjeta DAQ.

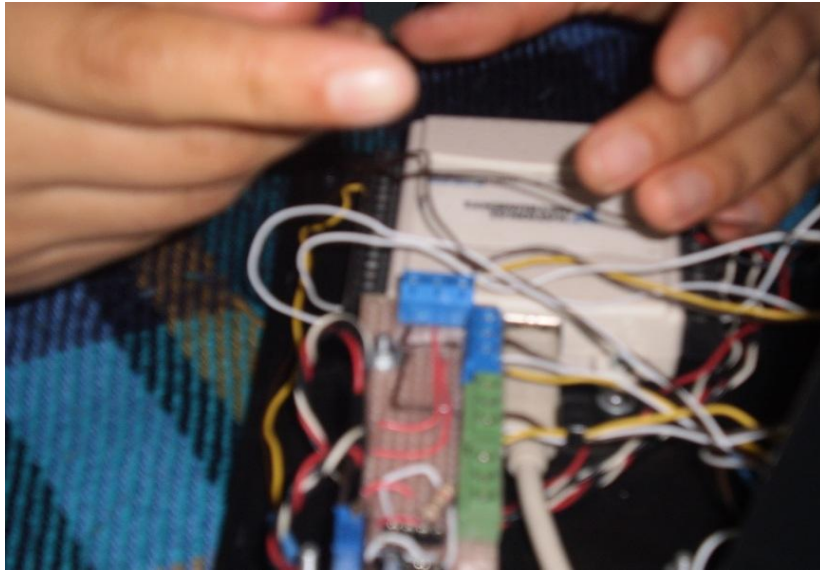


Fig. 29 Colocación de la tarjeta DAQ en la caja.

4. Se coloca el integrado DC-SS500 asegurándolo bien y para ello utilizamos un cajetín de teléfono para su adecuación.

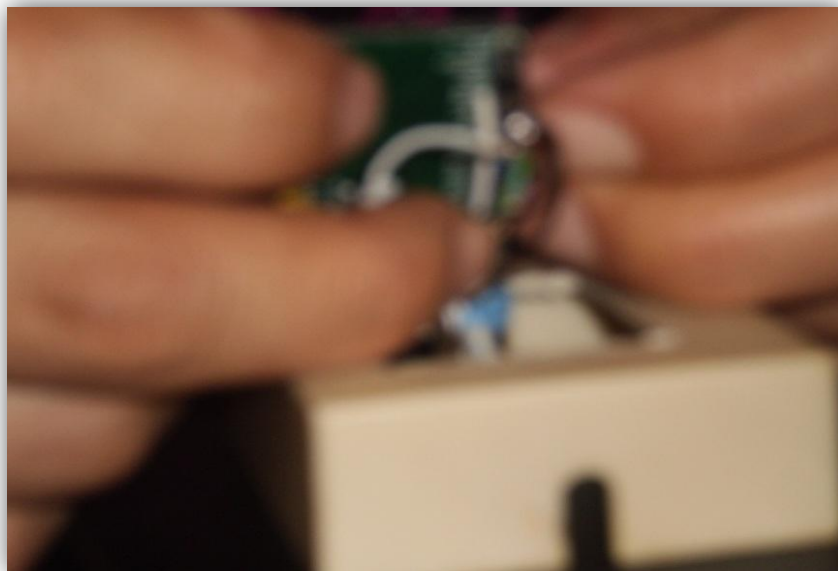


Fig. 30 Colocada del integrado DC-SS500 en la caja.

5. Una vez que ya está colocado el integrado nos sirve para medir la Humedad Relativa y la temperatura se procede a atornillarlo para su seguridad.

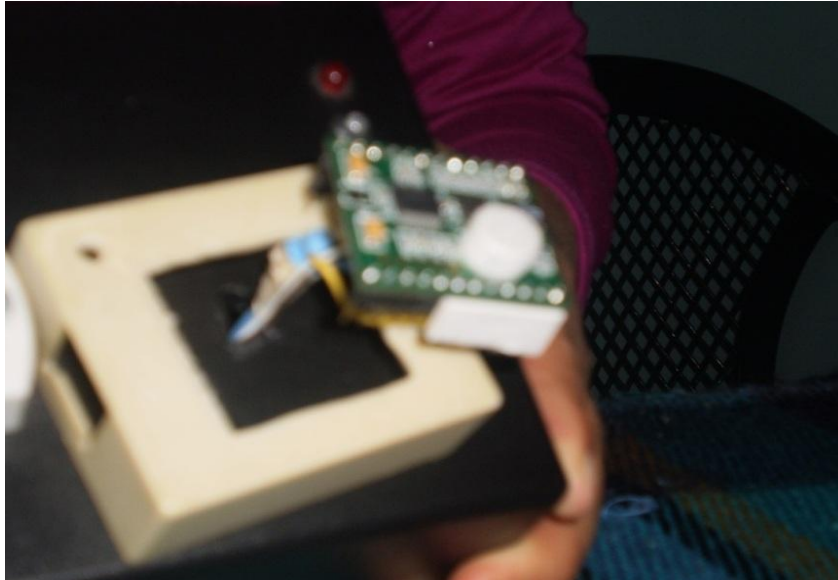


Fig. 31 Cerrada de la caja.

6. Se asegura por los dos lados internamente con tornillos y arandelas para que no se vaya a desprender las piezas.

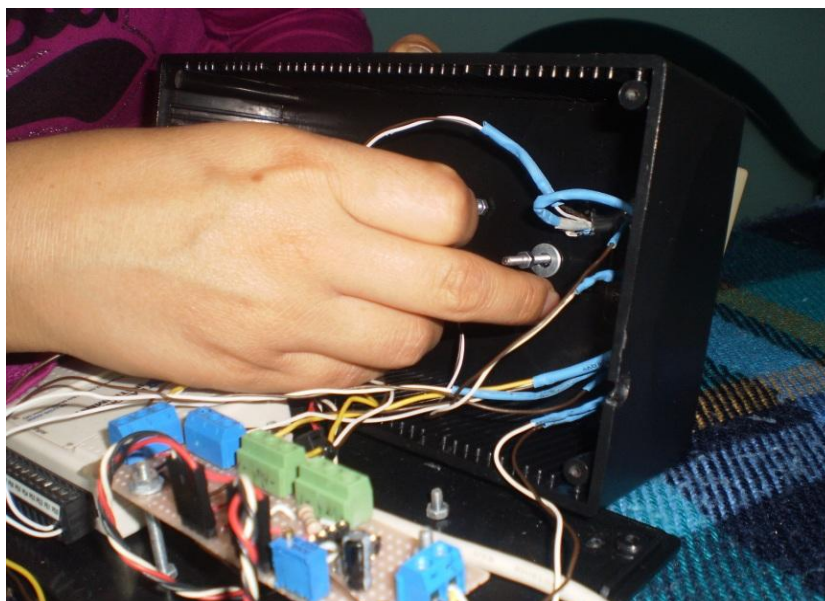


Fig. 32 Asegurada de la caja.

7. Se asegura externamente con los tornillos.

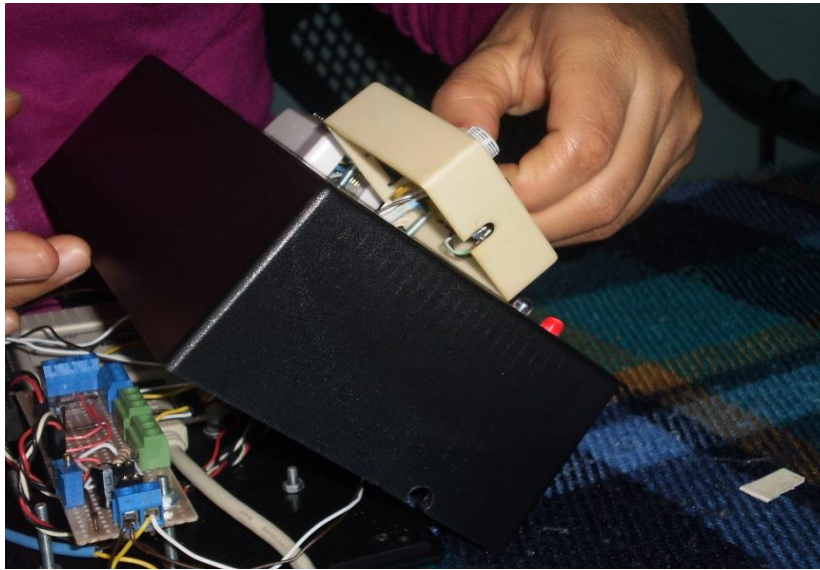


Fig. 33 Asegurada de la caja con tornillos.

8. Se asegura ya fijo en la parte exterior que es el lugar donde se lo va a observar.

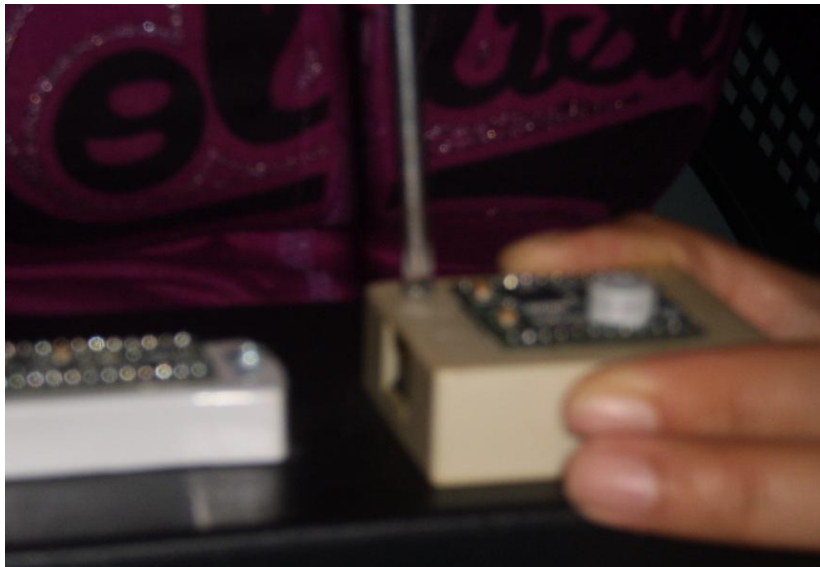


Fig. 34 Asegurada del cajetín con tornillos.

9. Se coloca los Diodos Led por la parte interna, para que se observen externamente, asegurando para que no se hundan hasta la parte interna.

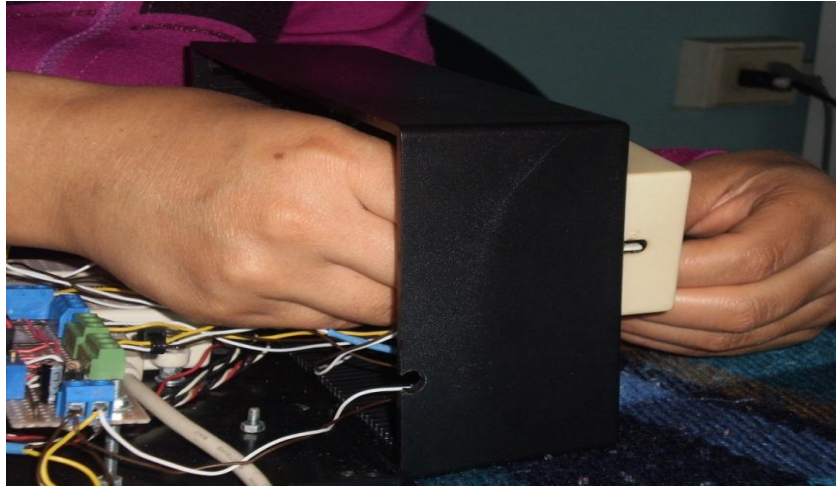


Fig. 35 Asegurada de la caja con tornillos.

10. Se procede a cerrar la caja para finalmente poder observar el trabajo ya completo y terminado.



Fig. 36 Cierre de la caja. Trabajo final.



9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 2011 - 2012 ACTIVIDAD	SEPTIEMBRE, OCTUBRE				NOVIEMBRE Y DICIEMBRE				ENERO, FEBRERO				MARZO, ABRIL				MAYO/JUNIO				JULIO/AGOSTO				SEPTIEMBRE/OCTUBRE				NOVIEMBRE, DICIEMBRE				ENERO FEBRERO				MARZO ABRIL			
	2011				2011				2012				2012				2012				2012				2012				2012				2013				2013			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	X	X	X	X																																				
2					X	X																																		
3							X	X																																
4									X	X																														
5																																								

