FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE ADQUISICIÓN DE DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LA GRANJA UDLA, UBICADA EN LA POBLACIÓN DE NONO

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para optar por el título de Ingeniería en Redes y Telecomunicaciones

Profesor Guía

M.A. Alejandro Paúl Gómez Reyes

Autor

Ricardo Xavier Arévalo García

Año

2015

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación"

_____

Alejandro Paúl Gómez Reyes

Master Of Science Programme In Electronics And Electrical Engineering

C.I. 1714913637

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

_____

Ricardo Xavier Arévalo García

C.I. 1720736477

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios que me ha permitido lograr un reto más en mi vida, a mis padres y hermanas que gracias a su guía, apoyo incondicional y amor, me han motivado para superar todos los obstáculos encontrados a lo largo del camino, logrando así, subir un peldaño más en mi carrera profesional.

DEDICATORIA

El presento proyecto está dedicado a mis Padres que han sido un pilar fundamental para llegar a cumplir mis sueños y con ello poder alegrar sus corazones.

A mis Hermanas y Abuelita por su cariño y apoyo incondicional.

RESUMEN

La granja de la Universidad de las Américas, “UDLA”, ubicada en la Parroquia de Nono, tiene como propósito implementar diferentes proyectos con la finalidad de que los estudiantes puedan realizar investigaciones y hacer prácticas relacionadas con sus carreras, enfocándose en cuatro áreas de acción: Ambiental, Agroindustrial, Veterinaria y Biotecnología. La Facultad de Ingeniería Ambiental, ha desarrollado una fase de experimentación, instalando una estación meteorológica que permita conocer las condiciones climáticas del área y brindar un aporte para la comunidad. Los datos recolectados son de mucha importancia principalmente para el agrícola, que se beneficia de información de manera más precisa dándole conocer sobre las condiciones más óptimas de temperatura, humedad, evaporación para proceder a la siembra de varios productos.

Los equipos que dispone esta estación meteorológica son totalmente análogos, los cuales requieren la intervención de una persona para recopilar la información y dependiendo de las condiciones climáticas se realiza una o dos veces al día.
La información recopilada se refiere a la velocidad y dirección del viento, humedad, temperatura, precipitación y evaporación del agua y al no disponer de sensores automáticos, ya que se realiza de forma manual, no es posible recopilar datos constantemente, lo que ocasiona que no se lleve un registro exacto de los parámetros climáticos mencionados.

Dado los avances tecnológicos y con el propósito de captar datos al momento, se ha realizado el diseño de una estación meteorológica automática, capaz de obtener información actualizada y en el tiempo requerido.

El diseño propuesto consta de tres etapas. La primera describe los modelos de los sensores de temperatura y humedad “SHT11”, precipitación “Young 52203”, evaporímetro “255-100”, velocidad y dirección del viento “Young 05103”. Estos equipos fueron considerados para el diseño de la propuesta, por su rendimiento y sensibilidad y en base a la experiencia que tiene el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología “INAMHI” en el manejo y utilización de estos sensores que están instalados en sus estaciones meteorológicas a nivel nacional.

La segunda etapa plantea el diseño de la comunicación entre los sensores y el micro-controlador PIC 16F877A, cuya función es la de procesar los datos de cada sensor, esta información es desplegada en un dispositivo gráfico LCD de 16X2 pixeles, que va conectado a través del puerto de salida del PIC.

La tercera etapa plantea el diseño para establecer la comunicación entre el PIC y la computadora a través del puerto serial RS232 y mediante el diseño realizado en el programa Labview, se verán los datos de cada sensor en tiempo real y permitirá guardar la información en un archivo de Excel.

Además, como un aporte al proyecto y para demostrar su factibilidad, por cuanto no estaba previsto en el plan, se diseñó un prototipo capaz de indicar los datos receptados por el sensor de temperatura y humedad más tres potenciómetros que simulan los equipos verdaderos.

ABSTRACT

Farm of the Universidad de las Américas, "UDLA" located in the parish of Nono, aims to implement different projects in order to enable students to conduct research and careers related to practices, focusing on four areas of action: Environmental, Agribusiness, Veterinary and Biotechnology. The Faculty of Environmental Engineering, has developed an experimental stage, installing a weather station charting the climatic conditions of the area and provide a contribution to the community. The data collected are very important mainly for agriculture, which benefits from information giving more accurately know about the best conditions of temperature, humidity, evaporation to proceed with the planting of various products.

The teams that have this weather station are completely analogous, which require the intervention of a person to collect the information and depending on weather conditions is performed once or twice a day.
The information collected relates to the speed and wind direction, humidity, temperature, rainfall and evaporation of water and the absence of automatic sensors, since it is done manually, it is not possible to collect data constantly, resulting not an accurate record of the above takes climatic parameters.

Since technological developments and in order to capture data at the time, it has made the design of an automatic weather station, able to get updated information and in the time required.
The proposed design consists of three stages. The first describes the models of temperature and humidity sensors "SHT11" precipitation "Young 52203" evaporimeter "255-100", speed and wind direction "Young 05103". These teams were considered for the design of the proposal, for their performance and sensitivity and based on the experience that the Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología "INAMHI" in the management and use of these sensors that are installed on their weather stations national level.

The second stage raises the design of communication between the sensors and the microcontroller PIC 16F877A, whose function is to process the data from each sensor, this information is displayed in a graphical device LCD 16x2 pixels, which is connected through the output port of the PIC.

The third stage raises the design to establish communication between the PIC and the computer via RS232 serial port and through the design made in the Labview program, the data from each sensor will be in real time and allow you to save the information in a file Excel.

Moreover, as a contribution to the project and to demonstrate its feasibility, because it was not provided for in the plan, a prototype capable of indicating data by temperature and humidity sensor plus three potentiometers that simulate real equipment was designed.

INDICE

1. Introducción a la estación meteorológica..... 1

1.1. Marco Teórico……..……..... 1

1.2. Meteorología……...…….…… 1

1.3. Introducción general a la Estación Meteorológica..... 2

1.4. Estación Meteorológica…….....……...……. 2

1.4.1. Instrumentos Meteorológicos……..……...……. 3

1.4.2. Tipos de Estaciones Meteorológicas……..…….. 4

1.4.2.1. Estación Meteorológica Principal……. 5

1.4.2.2. Estación Meteorológica Ordinaria……..... 5

1.4.2.3. Estaciones Meteorológicas Automáticas…… 5

1.4.2.3.1. Equipos típicos de una estación - meteorológica automática…….....……. 6

1.4.2.3.2. Panel solar……...……...…….....… 7

1.4.2.3.3. Ventajas de una estación meteorológica automática…… 9

1.4.2.3.4. Desventajas de una estación meteorológica automática…… 9

1.5. Estación Meteorológica Granja UDLA……...……...……..…10

1.5.1. Medidor pluviométrico……..……11

1.5.2. Medidor de evaporación del agua……...……..13

1.5.3. Medidor de temperatura…….……..…15

1.5.3.1. Termómetro de máxima……..……..…17

1.5.3.2. Termómetro de Mínima……..……..….18

1.5.3.3. Psicrómetro…….……18

1.5.3.3.1. Termómetro seco……...…….…19

1.5.3.3.2. Termómetro húmedo……19

1.5.4. Medidor de precipitación manual……..…….....20

1.5.5. Anemómetro o medidor de velocidad del viento..…….……22

1.5.5.1. Usos del anemómetro…….....23

2. Diseño del circuito de la estación-Meteorológica.....24

2.1. Introducción……24
2.2. Sensores……24
2.2.1. Sensor de velocidad del viento y dirección……25
2.2.1.1. Especificaciones del anemómetro Wind Monitor 05103……27
2.2.1.2. Especificaciones del sensor de velocidad del viento……28
2.2.1.3. Especificaciones del sensor de dirección……28
2.2.2. Sensor de temperatura y humedad……28
2.2.2.1. Características del sensor SHT11……29
2.2.2.2. Descripción de Pines del circuito integrado Sht11……30
2.2.3. Sensor de precipitación……32
2.2.3.1. Características del medidor de precipitación 52203……32
2.2.3.2. Diagrama del sensor de precipitación 52203……33
2.2.3.3. Mantenimiento……34
2.2.4.Sensor de evaporación……34
2.2.4.1. Características del evaporímetro 255-100……36
2.2.4.2. Descripción del evaporímetro 255-100……36
2.2.4.3. Descripción de los pines del sensor……37
2.2.4.4. Tanque de evaporación tipo “A”……38
2.2.4.4.1. Características del tanque de evaporación Tipo “A”……38
2.3. Diseño del circuito de la estación meteorológica……39
2.3.1. Microcontrolador PIC 16F877A……40
2.3.1.1. Características del PIC 16F877A……41
2.3.1.2. Distribución de pines del PIC16F877……43
2.3.2. Oscilador……45
2.3.2.1. Oscilador de cristal……45
2.3.3. Circuito Integrado, reloj de tiempo real DS1307……46
2.3.3.1. Característica del circuito integrado DS1307……47
2.3.3.2. Descripción de Pin……47
2.3.3.3. Registros del DS1307……48
2.3.4. LCD……49
2.3.4.1. Pulsantes……49
2.4. Conexión de los circuitos……50

2.4.1. Conexión del microprocesador con los sensores……..…51
2.4.2. Entradas de distribución del PIC16F877…….....52
2.4.3. Distribución de salidas del PIC16F877A……52
2.5. Energía de respaldo…….……53
2.5.1. Baterías…….....54
2.5.2. Cálculo de baterías de respaldo …….....54
3. Diseño del circuito de comunicación entre el – Pic y la Computadora.....56
3.1. Comunicación de PIC con la PC…….....56
3.1.1. Circuito Integrado MAX232…….....57
3.1.2. Puerto serial RS232……59
3.2. Tipo de formas de comunicación con el PIC……..60
3.2.1. Comunicación Paralela……..……61
3.2.2. Comunicación Serial……..……62
3.2.2.1. Transmisión Sincrónica…….…….....62
3.2.2.2. Transmisión Asincrónica…….....63
3.3. Diseño del circuito de comunicación y fuente- de alimentación……...….....63
3.3.1. Corriente necesaria para el circuito……63
3.3.2. Fuente de Alimentación……..……64
3.3.2.1. Circuito de la Fuente de Alimentación para 5V a 1A..……65
3.3.3. Diseño del circuito de conexión entre el microprocesador y- la PC……66
3.4. Diseño del menú para la lectura de Datos en la - computadora……67
4. Conclusiones y recomendaciones.....70
4.1. Conclusiones……70
4.2. Recomendaciones……...……71
REFERENCIAS…….....…72
ANEXOS…….....77

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN A LA ESTACIÓN METEREOLÓGICA

1.1 MARCO TEÓRICO

1.2 METEREOLÓGIA

Meteorología es el estudio de los fenómenos atmosféricos y los efectos que estos producen. La atmósfera es la capa gaseosa del ambiente físico que rodea un planeta. La atmósfera de la Tierra es de aproximadamente 100 a 125 kilómetros (65-75 millas) de espesor.

Los meteorólogos utilizan principios científicos para observar, explicar y predecir nuestro clima. A menudo se centran en la investigación atmosférica o la predicción meteorológica operativa. Meteorólogos que hacen investigación cubren varias subdisciplinas de la meteorología para incluir: la modelización del clima, la teledetección, la calidad del aire, la física atmosférica y el cambio climático. Ellos también investigan la relación entre la atmósfera y los climas de la Tierra, los océanos y la vida biológica.

Los meteorólogos utilizan la información de las investigaciones, junto con los datos atmosféricos, para evaluar científicamente el estado actual de la atmósfera y hacer predicciones de su futuro estado. Las condiciones atmosféricas tanto en la superficie de la Tierra como por encima de ella, se miden a partir de una variedad de fuentes: estaciones meteorológicas, buques, boyas, aviones, radares, globos meteorológicos y satélites, estos datos se transmiten a los centros de todo el mundo que producen los análisis informáticos del clima global. Los análisis se transmiten a los centros nacionales y regionales de clima, que se alimentan de estos datos y se registran en las computadoras que modelan el estado futuro de la atmósfera. (National Geographic, s.f.).

1.3 INTRODUCCIÓN GENERAL A LA ESTACIÓN METEREOLÓGICA

La granja de experimentación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias FICA de la UDLA, se encuentra ubicada en la parroquia San Miguel de Nono, a 18 km de la ciudad de Quito en el noroccidente de la Provincia de Pichincha, aproximadamente a 45 minutos de la Universidad.

La granja tiene como propósito implementar diferentes proyectos que los estudiantes de la Universidad de las Américas han propuesto, con el fin de poder realizar estudios y hacer prácticas relacionadas con sus carreras. Se enfoca en cuatro carreras que son: Ing. Agroindustrial, Veterinaria, Biotecnología e Ing. Ambiental.
La granja UDLA busca fomentar la investigación, generar nuevos estudios y proyectos con la intervención de los docentes y estudiantes; de igual manera, busca establecer vínculos con los sectores agroproductivos cercanos a Nono y brindar el asesoramiento técnico.

En la granja, la Facultad de Ingeniería Ambiental, ha desarrollado una fase de experimentación, colocando una Estación Meteorológica del INAMHI, para tomar muestras de la Temperatura, Pluviometría, Velocidad del viento y Evaporación del agua. (Universidad de las Américas**,** 2013, p.5).

Esta estación meteorológica dispone de equipos que son totalmente análogos, es decir que, en su lectura de datos no interviene ningún software ni hardware, efectuándose la toma de datos de manera visual.

1.4 Estación Meteorológica

Una estación meteorológica se compone de un conjunto de instrumentos climáticos, que son operados automática o manualmente. La calidad y el

número de los instrumentos pueden variar ampliamente de acuerdo a la necesidad, pero generalmente se incluye cuatro o más sensores.

Las estaciones que están conectadas a una computadora y a internet, tienen la opción de visualizar los datos en un sitio web previamente diseñado, permitiendo de esta manera, ver en tiempo real la información captada por los sensores.

1.4.1 Instrumentos Meteorológicos

Son equipos utilizados para probar las condiciones de la atmósfera en un momento dado. La meteorología es una ciencia que no utiliza un solo equipo de laboratorio, se basa más en el modo campo de la observación

Muchos intentos se han hecho antes del siglo XV para construir el equipamiento adecuado para medir variables atmosféricas, entre ellas se tiene, el anemómetro, veleta, termómetro, higrómetro, barómetro, pluviómetro y la radiación solar, que calcula evapotranspiración. Estaciones más sofisticadas también pueden medir el índice ultravioleta (UV), humectación de hoja, humedad del suelo, temperatura del suelo, temperatura del agua, entre otros datos.

Existe un sin número de instrumentos que permiten obtener datos, entre los más comunes, se tiene los siguientes.

- Termómetro de máxima
- Termómetros capaces de obtener la temperatura del subsuelo a 5, 10, 20, 50 y 100 cm de profundidad
- Termómetros de mínima que permiten obtener la temperatura a una distancia de 15 cm sobre el suelo
- Barómetro
- Pluviómetro

- Psicrómetro
- Piranómetro, mide la insolación solar
- Heliógrafo, mide las horas de sol
- Anemómetro, mide la velocidad del viento y veleta para registrar su dirección
- Ceilómetro, mide la altura de las nubes, pero sólo en el punto donde éste se encuentre colocado

Gran parte de las estaciones meteorológicas en la actualidad se encuentran automatizadas, las cuales necesitan de un mantenimiento preventivo para alargar su vida útil. Hay otras estaciones que a más de ser automáticas, tienen personal que recogen otro tipo de información como la altura, variedad y cantidad de nubes, haciéndolas más completas. A este tipo de información recogida, se llama observación sinóptica.

Las estaciones meteorológicas no solo se encuentran en tierra si no que es posible encontrarlas en los océanos, utilizando equipos especiales para esas condiciones en boyas.

Dependiendo de los requerimientos y necesidades, otras estaciones meteorológicas tienen dispositivos de envío de datos remotos, como las satelitales, la desventaja es su alto costo.

1.4.2 Tipos de Estaciones Meteorológicas

Las estaciones meteorológicas desde sus inicios han tenido un gran crecimiento tecnológico, se pueden encontrar diversos tipos de estaciones meteorológicas con un sin número de instrumentos, dependiendo de las necesidades, condiciones climáticas y los recursos económicos disponibles. (Universidad Nacional de Colombia, 2002).

Tomando en cuenta los parámetros mencionados anteriormente se han divido en:

- Estación Meteorológica Principal
- Estación Meteorológica Ordinaria
- Estaciones Meteorológicas Automáticas

1.4.2.1 Estación Meteorológica Principal

Una estación meteorológica principal es aquella que es operada por una persona, club, asociación o empresa. La calidad y el número de los instrumentos pueden variar, y no se adhieren a las normas, los datos más comunes que se recoge son, de lluvia, temperatura del aire, temperatura máxima y mínima, humedad, viento, radiación, brillo solar, evaporación.

1.4.2.2 Estación Meteorológica Ordinaria

Este tipo de estaciones tienen pocas herramientas, generalmente se puede hacer observaciones de temperatura y precipitación, algunas tienen equipos adicionales como un tanque de evaporación y un equipo para medir la velocidad del viento.

1.4.2.3 Estaciones Meteorológicas Automáticas

Una estación meteorológica automática, es un tipo de estación que permite tomar mediciones de áreas remotas o ahorrar mano de obra. El sistema puede informar de varias maneras, puede ser en tiempo real a través de un enlace local a un sistema informático o a través de telecomunicaciones o sistemas satelitales. (Geerts y Linacre, 2009).

Una alternativa es el almacenamiento de la información en discos locales de datos, tal como una memoria flash para recuperarlos en una etapa posterior. La mayoría de estaciones meteorológicas automáticas poseen un termómetro para medir la temperatura, anemómetro para medir la velocidad del viento, higrómetro para medir la humedad, barómetro para medir la presión. Algunas de ellas incluso tienen pluviómetro para medir la precipitación, ceilómetros para medir la altura de las nubes, sensor de presencia de clima o sensor de visibilidad.

A pesar de continuos avances en la tecnología de estaciones meteorológicas automáticas, no pueden informar de la clase y cantidad de nubes; además, en las mediciones de precipitación en nieve requieren permanente limpieza del embudo de recolección de agua.

Las primeras estaciones meteorológicas automáticas, necesitaban la disponibilidad de líneas eléctricas y de comunicación. En aplicaciones más modernas, el panel solar, turbina eólica y la tecnología de telefonía móvil han hecho posible tener estaciones meteorológicas inalámbricas.

1.4.2.3.1 Equipos típicos de una estación meteorológica automática

Los equipos de una estación meteorológica automática, pueden variar debido a las necesidades, un ejemplo claro es la que se puede ver en la Figura 1, normalmente consta de:

- Un gabinete resistente a la intemperie que contiene el registrador de datos.
- Sensores meteorológicos
- Panel solar o una turbina eólica
- Un mástil capaz de soportar el peso de los sensores
- Cerramientos

Los armarios utilizados en estaciones meteorológicas automáticas suelen ser de fibra de vidrio a prueba de las peores condiciones climáticas, o acero inoxidable.

Los armarios de plástico son de peso ligero y de bajo costo, ellos son comúnmente utilizados en la producción masiva de las estaciones meteorológicas, pero son menos seguros y resistentes que la fibra de vidrio o de acero inoxidable.

Los armarios de fibra de vidrio se utilizan cuando se requiere resistencia química, incluyendo la corrosión por el agua.

Armarios de acero inoxidable son la elección óptima, son robustos, resistentes al vandalismo y a la corrosión, resistentes químicamente. Estos recintos también son caros y por lo general puede llegar a costar más del doble de los mismos recintos de fibra de vidrio.

1.4.2.3.2 Panel solar

La fuente de alimentación principal de una estación meteorológica automática es generalmente uno o más paneles solares conectados en paralelo con un regulador y una o más baterías recargables. Como regla general, la radiación solar está en su punto óptimo de sólo 5 horas cada día, como tal, el ángulo de montaje y la posición del panel solar son vitales. En el hemisferio norte el panel solar se montaría en dirección al hemisferio sur. El ángulo del panel difiere de un lugar a otro, pero nunca se debe montar con un ángulo de 5 grados, por la acumulación de polvo que reducirá drásticamente la salida del panel.

La salida del panel solar aproximada en pleno sol a 12 voltios de corriente continua es la siguiente. (Arcsin, s.f.).

- 5W = 400 mA / h
- 10W = 800 mA / h
- 20W = 1.6A / hr

  40W = 3,3 A / hr

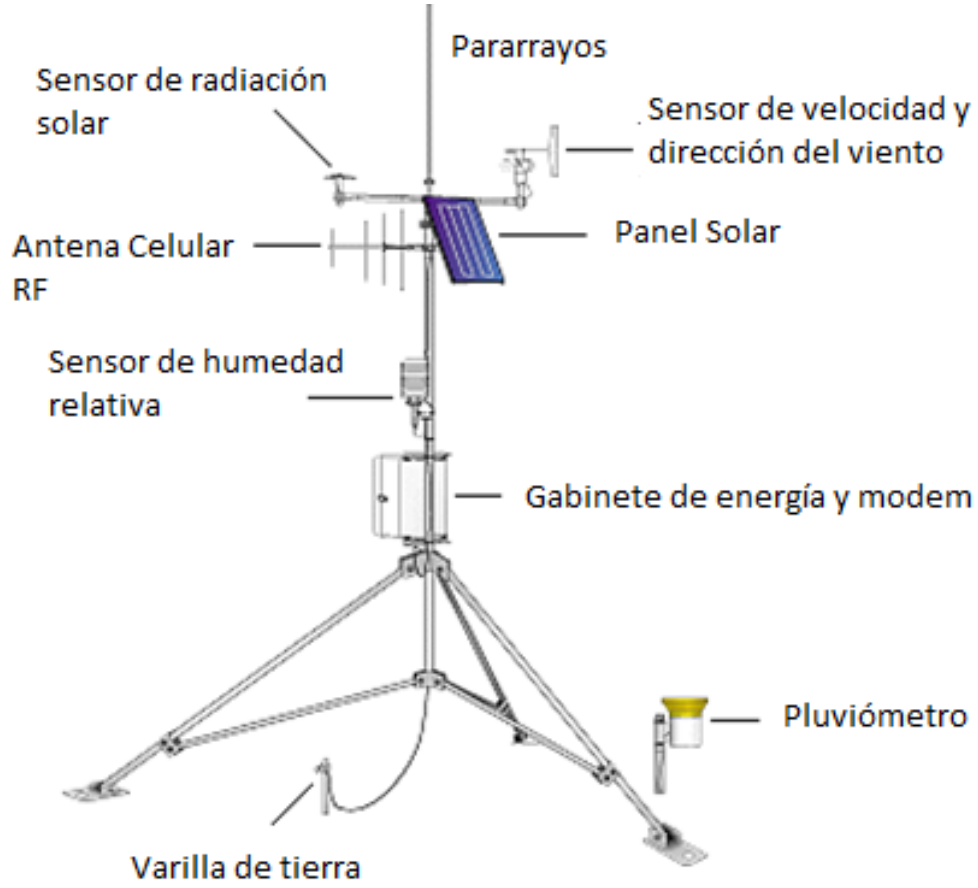


Figura 1. Estación Meteorológica Automática

Tomado de Campbellsci, s.f.

1.4.2.3.3 Ventajas de una estación meteorológica automática

Las estaciones meteorológicas análogas son caras de operar debido a los costos de mano de obra, por lo que están siendo reemplazados gradualmente por las estaciones meteorológicas automáticas, al menos en los países desarrollados.

Las ventajas de las estaciones meteorológicas automáticas incluyen menor costo laboral, sobre todo en las zonas remotas, además se obtienen datos más frecuentes (posiblemente cada minuto).

Muchas estaciones utilizan energía solar, los datos se transmiten a grandes distancias, ya sea a través de un teléfono o en las zonas remotas a través de satélite.

Los sensores que se tiene en una estación meteorológica por lo general son más caros y más complejos, pero su valor será minimizado en el tiempo por reducción de mano de obra, además ocupan un menor espacio.

1.4.2.3.4 Desventajas de una estación meteorológica automática

Los equipos de las estaciones meteorológicas aún requieren de calibración y mantenimiento, por lo que se debe proveer recursos para dichos trabajos.

Los sensores a pesar de tener una protección al medio ambiente, no están exentos de una sobrecarga producida por un rayo, tratándose de un equipo análogo por ejemplo un termómetro, no se verá afectado por el rayo.

Al no tener una persona fija en el lugar, los equipos meteorológicos podrían ser sustraídos si no se tiene una buena seguridad que aísle por completo a la estación meteorológica del exterior.

1.5 Estación Meteorológica Granja UDLA

Figura 2. Estación Meteorológica UDLA

La estación de la Granja UDLA, que se la puede ver en la Figura 2, tiene 5 equipos meteorológicos y al ser totalmente análogos, su toma de datos es visual y su información es recolectada y enviada cada mes por personal de la granja.

Su mantenimiento es periódico, para limpiar impurezas ocasionadas por el polvo, lluvia, o desechos traídos por el viento.

Los equipos que dispone la estación meteorológica son:

- Medidor pluviómetro
- Medidor de evaporación del agua
- Medidor de temperatura
- Medidor de precipitación

- Anemómetro o medidor de velocidad del viento

1.5.1 Medidor pluviométrico

Figura 3. Medidor Pluviómetro

El medidor pluviómetro, el cual se puede ver en la Figura 3, permite registrar la cantidad de lluvia en milímetros (mm), que ha caído durante un período de tiempo.

El receptor del pluviógrafo está ubicado dentro de una caja cilíndrica de una altura de 110 cms, en la que se encuentra todo el sistema del pluviómetro y el recipiente recolector.

El agua recolectada en el recipiente pasa por un embudo y un tubo, el mecanismo registrador, formado por un cilindro en cuyo interior hay un flotador que se desplaza verticalmente dispuesto, va el sistema inscriptor, un brazo de palanca con una pluma que registra en la banda, como se puede observar en la Figura 3, colocada sobre un tambor con un sistema similar a un reloj, capturando los valores de precipitaciones.

La instalación del pluviógrafo debe mantener las mismas precauciones que las del pluviómetro, tratando de que el agua recogida represente de mejor manera la cantidad de lluvia caída. El equipo debe estar protegido de los efectos del viento.

La altura de la boca del pluviógrafo es de 1m 50 cms, sobre el suelo, y su base está situada sobre una plancha de concreto, permitiendo que el equipo esté totalmente nivelado, para que su funcionamiento y lectura sean correctas, además que se aísla del suelo.

Las bandas o gráficas que se ajustan al tambor, pueden utilizarse en forma diaria, semanal o mensual. Las diarias se usan más en períodos o zonas lluviosas, la semanal en lugares donde la lluvia es ocasional y las mensuales en períodos de estación seca o verano.

En el pluviógrafo la lectura se la realiza normalmente cada 12 horas, los datos recolectados son de mucha importancia porque determinan la intensidad de las precipitaciones. (Webserver2, s.f.).

1.5.2 Medidor de evaporación del agua

Figura 4. Tanque de evaporación del agua

El tanque de evaporación, que se puede ver en la Figura 4, se utiliza para retener el agua caída para su debida medición, para determinar la cantidad de evaporación en una ubicación determinada.

Estos tanques son de diferentes tamaños y formas, la circular es más comúnmente utilizada o cuadrada. La más conocida de las cacerolas son la "Clase A" tanque de evaporación. A menudo, los tanques de evaporación son automatizados con sensores de nivel de agua y una pequeña estación meteorológica que se encuentra cerca.

En Estados Unidos, el Servicio Meteorológico Nacional ha estandarizado sus mediciones en el tanque de evaporación Clase A, un cilindro con un diámetro de 47,5 pulgadas (120,7 cm) que tiene una profundidad de 10 pulgadas (25 cm). La bandeja se apoya en una base de madera cuidadosamente nivelada y a menudo está rodeada por una valla de tela metálica para evitar que los animales beban de ella. La evaporación se mide diariamente con la

profundidad del agua (en pulgadas). La medición comienza con la bandeja llena, exactamente a dos pulgadas (5 cm) de la bandeja superior.

A veces la precipitación es mayor que la evaporación, por una lluvia constante. La evaporación no se puede medir en una bandeja clase A cuando se congela la superficie del agua del tanque.

El tanque de evaporación Clase A es de uso limitado en los días con eventos de lluvia de > 30 mm (203 mm pluviómetro) a menos que se vacíe más de una vez por 24 horas. Análisis de lecturas diarias de las precipitaciones y la evaporación en áreas con fuertes lluvias, muestran que, en los días con precipitaciones superiores a 30 mm (203 mm Pluviómetro) la evaporación diaria es falsamente mayor que en días normales.

El error más común se produce por el desbordamiento ocasionado por el exceso de agua en el tanque de evaporación. (Miliarium, s.f.) .

1.5.3 Medidor de temperatura

Figura 5. Gabinete Meteorológico

La estación de la granja UDLA, siguiendo las recomendaciones de la organización meteorológica mundial (OMM), dispone de un gabinete de madera con ranuras y de color blanco para reflejar la radiación, tal como se puede observar en la Figura 5, sus tapas poseen una buena ventilación gracias a sus ranuras a cada lado, las puertas impiden que la luz del sol incida sobre los termómetros directamente y como seguridad para resguardar los 4 termómetros.

El gabinete está fijado sobre una base metálica y con gradas para impedir el contacto directo con el suelo, impidiendo la corrosión o inundación.
Dentro del gabinete se encuentran los siguientes termómetros: (Iesloscardones, s.f.).

- Termómetro de máxima
- Termómetro de mínima
- Termómetro seco
- Termómetro húmedo

Figura 6. Medidor de Temperatura

1.5.3.1 Termómetro de máxima

El termómetro de máxima, que se puede observar en la Figura 7 de forma horizontal, se utiliza para medir la temperatura máxima dentro de un período de tiempo (por lo general en el día). El termómetro de máxima más común es el termómetro de mercurio en tubo de vidrio con un estrechamiento en el agujero debajo de la graduación más baja. Cuando la temperatura aumenta, la fuerza de expansión empuja el mercurio a través del estrechamiento. Cuando la temperatura desciende después de alcanzar el valor máximo, el mercurio se contrae, el hilo se rompe en el estrechamiento y el extremo queda libre, obteniendo la máxima temperatura alcanzada.

Después de obtener los valores proporcionados por el termómetro, se deberá posicionarlo en su estado inicial, para ello se saca el termómetro del soporte y en posición vertical, quedando la angostura en la parte inferior y con firmeza, se sacudirá con el fin de que el mercurio llegue hasta la angostura y se indique la temperatura actual. (Smg, s.f.).

- Alcance escala: -31,5ºC +51,5º C
- División escala: 0,5ºC

Figura 7. Termómetro de máxima colocado en la parte superior y termómetro de mínima en la parte inferior

1.5.3.2 Termómetro de Mínima

El líquido utilizado en el termómetro de mínima, es de alcohol, en el que se establece un índice de forma de pesa de gimnasia. Cuando la temperatura desciende, la columna de alcohol arrastra el índice hacia el extremo del bulbo pero cuando la temperatura se eleva la columna de alcohol se expande y pasa por el índice sin perturbarla. Al final, el índice más lejano de la bombilla, mostrará la temperatura más baja alcanzada en el día.

En el gabinete se puede encontrar al termómetro de máxima y mínima, Figura 7 predispuesto de forma horizontal.

- Rango de medición: -44,5ºC +40,5ºC
- División de la escala: 0,5ºC

1.5.3.3 Psicrómetro

El psicrómetro está conformado por el termómetro seco y húmedo, como se puede observar en la Figura 8, generalmente viene incluido junto al termómetro de máxima y mínima, dependiendo de las condiciones climáticas y los valores que se desea recolectar.

Para obtener mayores resultados, la estación de la granja dispone además de los termómetros de mínima y máxima un termómetro seco y húmedo (Psicrómetro) verticales. (Iesloscardones, s.f.).

*Figura 8.*Termómetro Seco y Húmedo

1.5.3.3.1 Termómetro seco

El termómetro seco es aquel que permite medir la temperatura del aire, se puede medir usando un termómetro normal, libremente expuesto al aire, pero protegido de la radiación y la humedad.
La temperatura se mide generalmente en grados Celsius (° C) o grados Fahrenheit (° F).

1.5.3.3.2 Termómetro húmedo

El termómetro húmedo propiamente dicho, está conformado por el termómetro seco y el termómetro húmedo, tiene ese nombre porque su bulbo de mercurio está en contacto con una pequeña cantidad de agua, a través de un algodón

sumergido en un basó o un recipiente, de tal forma que el valor obtenido de temperatura no es la del aire, el valor correcto es la temperatura intermedia entre el aire y el agua existente en el envase.
Para conocer el valor correcto de la humedad relativa del aire, se calcula con la diferencia de los dos termómetros, seco y húmedo respectivamente,

1.5.4 Medidor de precipitación manual

Figura 9. Medidor de Precipitación

La estación meteorológica de la granja UDLA, posee un segundo medidor de precipitación manual, como se puede observar en las Figuras 9, 10 y 11, cumple la misma función que el pluviómetro de la Figura 3, está formado por un cilindro y en su interior hay una jarra recolectora de agua, esta se encuentra aislada del exterior, dentro un tubo cilíndrico para impedir que el agua se evapore.

La cantidad de agua recogida en la jarra, se la lleva a una probeta, la cual posee una escala en milímetros y decímetros, que sirve para medir la precipitación recogida. (Baylina, 2003).

El pluviómetro debe ubicarse en un espacio abierto sobre un piso fijo o como se observa en la Figura 10 sobre concreto.

Figura 10. Interior del medidor de Precipitación

Figura 11. Interior del medidor de Precipitación

1.5.5 Anemómetro o medidor de velocidad del viento

Figura 12. Anemómetro

El anemómetro o medidor de viento como se lo puede observar en la Figura 12, es un dispositivo que permite medir la velocidad del viento, y es un instrumento de la estación meteorológica, este está colocado sobre un mástil sujeto con 3 tensores.

En la granja UDLA gracias al anemómetro, se puede medir la velocidad contando cada diente colocado en la punta del mástil y con el timón la dirección del viento. Este equipo es muy importante para predecir tormentas y es de gran ayuda para conocer en qué época se puede sembrar o cosechar.

1.5.5.1 Usos del anemómetro

Los anemómetros se utilizan en casi todas las estaciones meteorológicas, desde el gélido Ártico hasta las regiones ecuatoriales.
La velocidad del viento ayuda a indicar un cambio en los patrones climáticos, como una tormenta que se acerca, lo cual es importante para los pilotos, ingenieros, y climatólogos.

Los ingenieros aeroespaciales y físicos a menudo utilizan anemómetros láser. Este tipo de anemómetro se utiliza en los experimentos de velocidad.
La velocidad es la medición de la velocidad y dirección del cambio en la posición de un objeto. Los anemómetros láser, calculan la velocidad del viento alrededor de los autos, aviones y naves espaciales, por ejemplo, los anemómetros ayudan a los ingenieros a hacer los vehículos más aerodinámicos. (National Geographic, s.f.).

CAPÍTULO II: DISEÑO DEL CIRCUITO DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA

2.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se diseñará el circuito para la estación meteorológica automática de la granja UDLA, en base a este diseño en un futuro se podrá implementarla junto a la actual estación.

La base fundamental del circuito será el micro-controlador PIC 16F877A, quien se encargará de receptar y dar las ordenes a los demás elementos, que en su conjunto con los respectivos sensores, módulos de fecha, entre otro circuitos que se describirán, formarán el diseño para la nueva estación meteorológica automática de la granja.

Otro eje fundamental para el circuito, son los dispositivos o sensores capaces de captar distintos datos que se requieren en una estación. Cada etapa del diseño esta cuidadosamente analizada, con el fin de llegar a lo planteado.

En base a la actual estación análoga que posee la granja UDLA, se describirá a continuación los elementos a utilizar.

- Sensores
- Micro-controlador PIC 16F877A
- Módulo para la fecha
- Circuitería en general

2.2 Sensores

Dado el alcance del presente proyecto y la ubicación donde podrían instalarse los sensores, se procedió a tomar la mejor alternativa por su utilidad y además por la experiencia que el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

“INAMHI” posee en la utilización de estos equipos como ente responsable de información sobre las condiciones climáticas del país.

Para la selección del sensor de velocidad del viento y dirección, sensor de temperatura y humedad, sensor de precipitación y sensor de evaporación, se investigó varias empresas que las distribuyen a nivel nacional por su versatilidad y precio, entre las cuales se tiene la compañía Sistemas Tecnológicos “ALCATECNI” y la empresa de Diseño de Compra Implementación e Integración Tecnológica Ambiental “SENSORVITAL”.

2.2.1 Sensor de velocidad del viento y dirección

Figura 13. Anemómetro
Tomado de Youngusa, s.f.

En el diseño de la primera etapa, se ha considerado el sensor Wind Monitor Modelo 05103 que se puede observar en la Figura 13, por su robustez y desempeño. Su función es medir la velocidad y dirección del viento en cualquier condición climática, es totalmente impermeable e incorrosible gracias a que está hecho en material termoplástico, haciéndola ideal para un gran número de diferentes estaciones meteorológicas y para su instalación se requiere de una tubería estándar de 1 pulgada.

El sensor de velocidad del viento posee 4 cuchillas helicoidales, permitiéndole captar cualquier ráfaga del viento, al girar la hélice se obtiene una señal de onda sinusoidal de AC con una frecuencia directamente proporcional a la velocidad del viento.

El sensor de dirección del viento tiene una paleta resistente pero ligera a la vez, con una relación de aspecto suficientemente baja para asegurar una buena fidelidad en la fluctuación de las condiciones del viento, su ángulo puede variar gracias a un potenciómetro de precisión alojado en una cámara y está elaborado de plástico UV estabilizado con acero inoxidable y accesorios de aluminio anodizado. (Youngusa, s.f.).

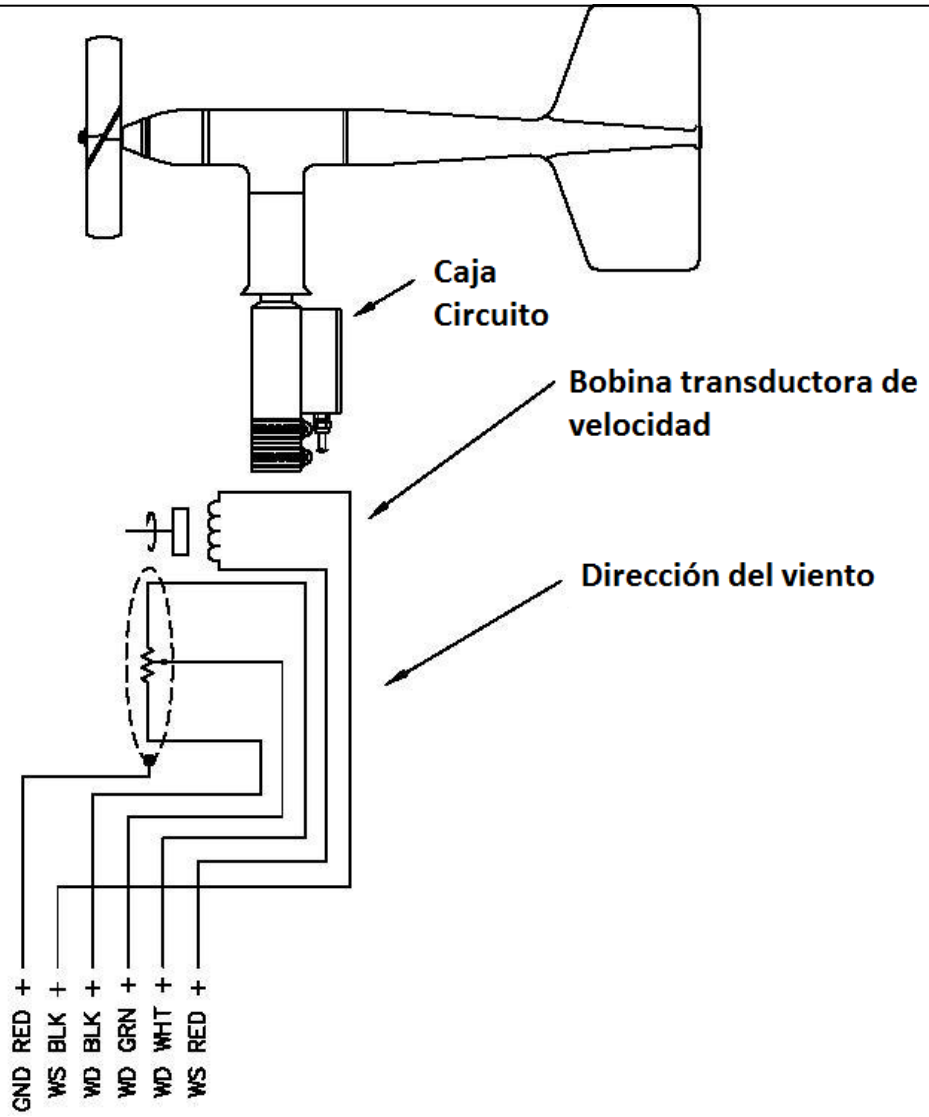


Figura 14. Esquema del Anemómetro
Tomado de Uvic, 2005

2.2.1.1 Especificaciones del anemómetro Wind Monitor 05103

- Temperatura de funcionamiento: -50° a +50°C
- Altura Total: 37 cm
- Longitud Total: 55 cm
- Diametro:5 cm
- Diámetro de la Hélice: 18 cm
- Diámetro de montaje: 34 mm

- Peso: 1.5 kg (3.2 lb)

2.2.1.2 Especificaciones del sensor de velocidad el viento

- Rango: 0 a 100 m/s (0 a 224 mph)
- Precisión: ±0.3 m/s (0.6 mph) o 1% de la lectura
- Voltaje: AC(tres pulsos por revolución); 90 hz (1800 rpm) = 8.8 m/s (19.7 mph)

2.2.1.3 Especificaciones del sensor de dirección

- Rango: 0 a 360°
- Precisión: ±3°
- Coeficiente de amortiguamiento: 0.3
- Voltaje: 15V DC excitación potenciómetro, R 10k Ω; tiempo de vida 50 millones de revoluciones
- Alimentación: Es suministrada por el circuito

2.2.2 Sensor de temperatura y humedad

Figura 15. Sensor de temperatura y humedad SHT11
Tomado de Universidad Politécnica De Valencia, 2011.

El sensor de temperatura y humedad está integrado en el circuito SHT11, con el cual se tiene datos precisos.

2.2.2.1 Características del sensor SHT11

- Voltaje de Alimentación = 2.4 – 5.5 VDC.
- Rango de Temperatura = -40 ºC a 123.8 ºC
- Reducido consumo de Energía (30µW normalmente)
- Comunicación serial de 2 líneas.
- Precisión de temperatura +/- 0.4 ºC a 25 ºC
- Precisión de precisión +/- 3.0 ºC
- Tensión 5V, 1mA.

El circuito integrado SHT11 debe ser alimentado a una fuente de entre 2.4 DC y 5.5DC que se conecta entre los terminales VDD y GND. Durbadal y otros (2014, p. 61)

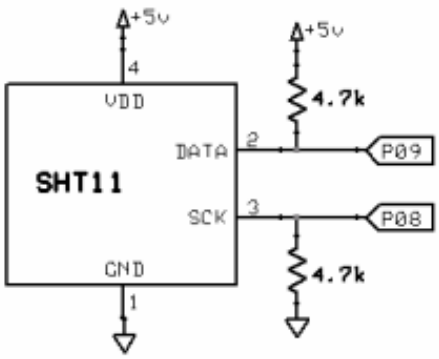


Figura 16. Esquema del circuito integrado SHT11

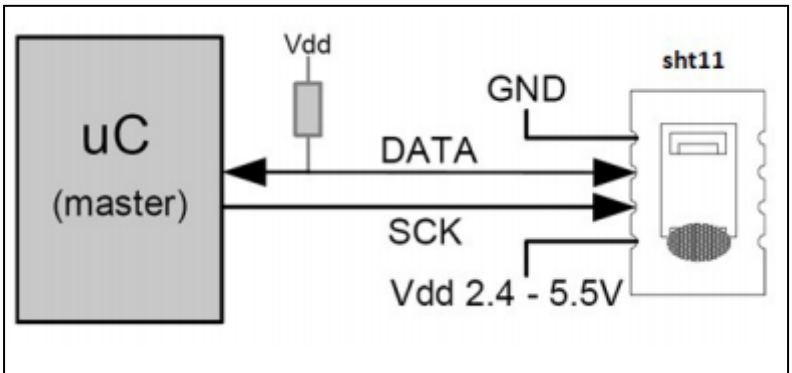


Figura 17. Esquema de conexión con el uC

2.2.2.2 Descripción de Pines del circuito integrado SHT11

En la Tabla 1, se describen los pines del circuito integrado SHT11, el pin 2 y 3 se acoplarán a las entradas requeridas por el uC.

Tabla 1. Descripción de Pines circuito integrado SHT11

IN	DESCRIPCION
1	GND
2	DATA
3	SCK
4	VDD
5	-
6	-
7	-
8	-

La trasferencia de datos con el micro controlador se la realiza gracias al pin de DATA que es un pin de tres estados, el cual se usa para entablar la comunicación entre los dos elementos.

El terminal de DATA requiere una resistencia de pull-up (10kΩ o 4.7kΩ), la cual se encarga de que las entradas lógicas del sistema se mantengan en los

niveles correctos en caso de que otros dispositivos se desconecten del sistema.

EL terminal de SCK permite realizar la sincronización entre el micro-controlador y el circuito integrado SHT11, en la Figura 18 se muestra la secuencia de inicio de comunicación entre el terminal DATA y SCK, a continuación se explica su proceso.

- Colocar a “0” la línea DATA, mientras SCK está a “1”.
- Colocar a “0” SCK mientras DATA continua a “0”.
- Regresar a “1” SCK sin cambiar el estado de DATA
- Finalmente pasar DATA a “1” mientras SCK está a “1”

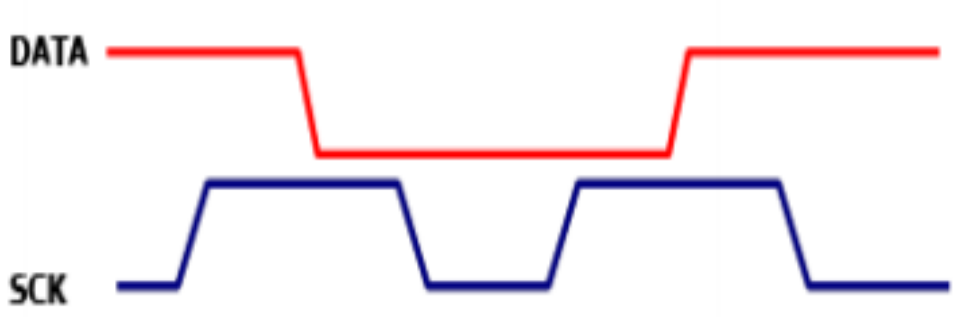


Figura 18. Secuencia de inicio de la comunicación

2.2.3 Sensor de precipitación

Figura 19. Sensor de precipitación 52202
Tomado de Young, s.f.

El sensor 52202 del fabricante Young que se puede observar en la Figura 19, es un medidor de precipitación eléctrico, que proporciona la medición de la cantidad de lluvia caída. Este medidor requiere una fuente confiable de energía de 24 V.

El medidor de precipitación está construido de componentes termoplásticos que le dan una mayor durabilidad y resistencia a la corrosión, gracias a su tamaño, se lo puede colocar en cualquier sitio, siempre y cuando no sea obstruido por árboles o plantas. (Young, s.f.).

2.2.3.1 Características del medidor de precipitación 52203

- Área de captación: 200 cm^2
- Sensibilidad: 0.1 mm
- Precisión: +/- 2%

- Temperatura de operación: -20°C a +50°C
- Ancho: 18.5 cm
- Alto: 39 cm

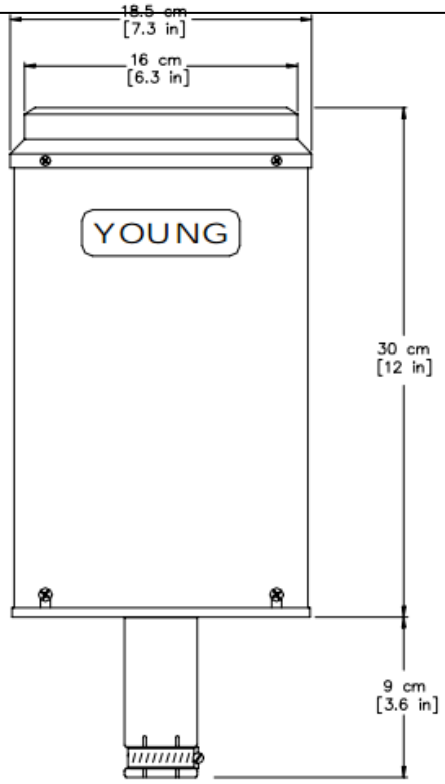


Figura 20. Dimensiones del sensor de precipitación 52202
Tomado de Young, s.f.

2.2.3.2 Diagrama del sensor de precipitación 52203

En la Figura 21 se muestra la forma de conexión de los cables del sensor 52203 al micro controlador, en la versión 52202 viene un calentador para climas muy fríos, en este caso se usan los pines C y D. (Campbellsci, s.f.).

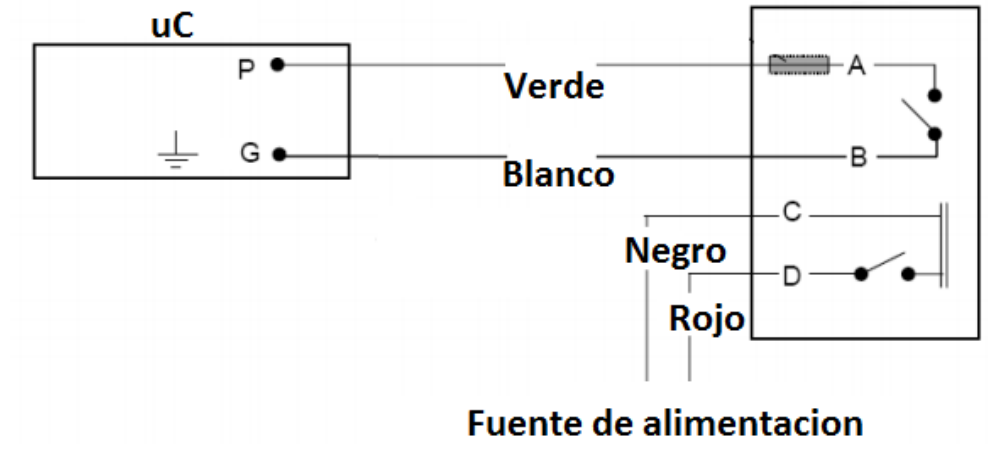


Figura 21. Diagrama de conexión del sensor de precipitación 52203 Tomado Campbellsci, s.f.

2.2.3.3 Mantenimiento

El medidor de precipitación requerirá ser revisada periódicamente. La suciedad y los desechos acumulados deberán limpiarse del embudo y de la cubierta protectora. Las conexiones eléctricas deberán revisarse y limpiarse, en lo posible cubrirlas con una cinta aislante.

2.2.4 Sensor de evaporación

Para el sensor de evaporación se ha basado en el evaporímetro 255-100 del fabricante Nova Lnx que se lo puede ver en la Figura 20, gracias a su precisión del 0.25% puede ser colocado en cualquier estación meteorológica. Para su funcionamiento requiere de un tanque de evaporación tipo “A”, puede ser conectado al evaporímetro por una tubería directa o colocada dentro del tanque, según sea la necesidad o espacio del lugar. (Geonica, s.f.).

Figura 22. Evaporímetro 255-100
Tomado de Geonica, s.f.

El medidor de evaporación Figura 22, permite determinar la velocidad de evaporación mediante el control del nivel de agua.

El sensor está formado por un flotador, una polea y el contrapeso unido a un potenciómetro con una precisión de 1,000 ohm, montado a través de un conjunto de engranajes en una carcasa resistente a las condiciones atmosféricas. La base triangular está equipada con tres tornillos de nivelación.

El instrumento se puede colocar directamente en el tanque o conectado a través de una tubería de acero inoxidable, en la Figura 22 se puede observar dentro del tanque, los datos no se verán alterados en cualquiera de las dos formas.

2.2.4.1 Características del evaporímetro 255-100

Especificaciones

- Altura: 70cm
- Diámetro: 20,3 cm
- Peso: 7,5lbs
- Flotador: 4" de diámetro, plástico
- Contrapeso: 4 oz (114 g), acero inoxidable
- Agujero de entra de agua: 1/2"
- Dimensiones de la base: 16" triángulo con tornillos de nivelación

Potenciómetro

- Precision: 0.25%
- Rotación: 360°
- Resistencia: 1,000 ohms, ± 10%
- Temperatura de operación: -40 a +140° f (-40 a +60° c)
- Linealidad: 0.25%

2.2.4.2 Descripción del evaporímetro 255-100

En la Figura 23 se puede identificar cada parte del equipo, el potenciómetro actuará según la cantidad de agua que ingrese y por la evaporación del agua el flotador descenderá. El principio es similar al que se usa en los tanques del inodoro.

La cadena metálica está anclada al flotador y al piñón que hace girar al potenciómetro, el contra peso mantendrá firme a la boya.

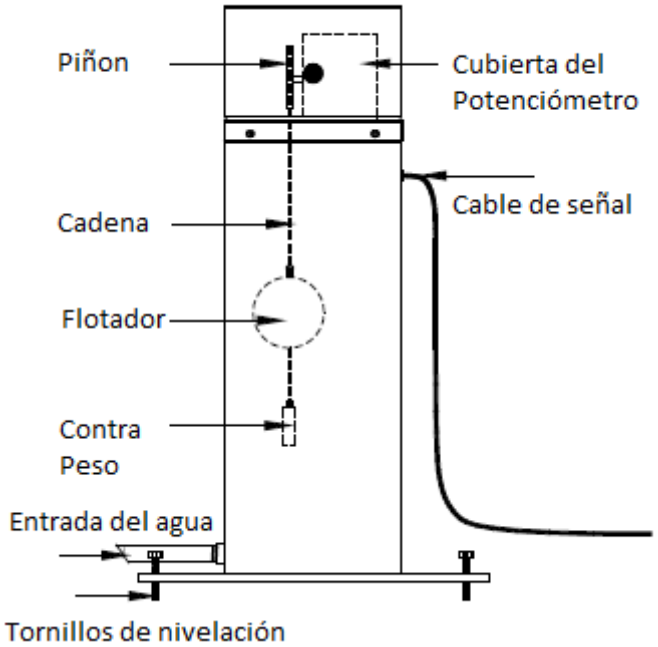


Figura 23. Descripción del evaporímetro 255-100
Tomado de Geonica, s.f.

2.2.4.3 Descripción de los pines del sensor

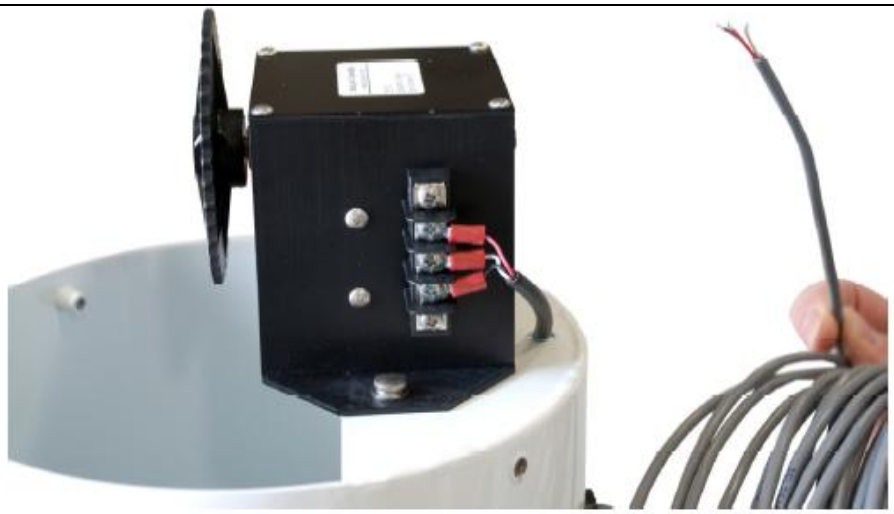


Figura 24. Potenciómetro del evaporímetro 255-100
Tomado de Novalynx, s.f.

Tabla 2. Descripción de Pines sensor de evaporación

PIN	DESCRIPCCION	COLOR
1	5V	Rojo
2	Señal	Blanco
3	GND	Negro

2.2.4.4 Tanque de evaporación tipo “A”

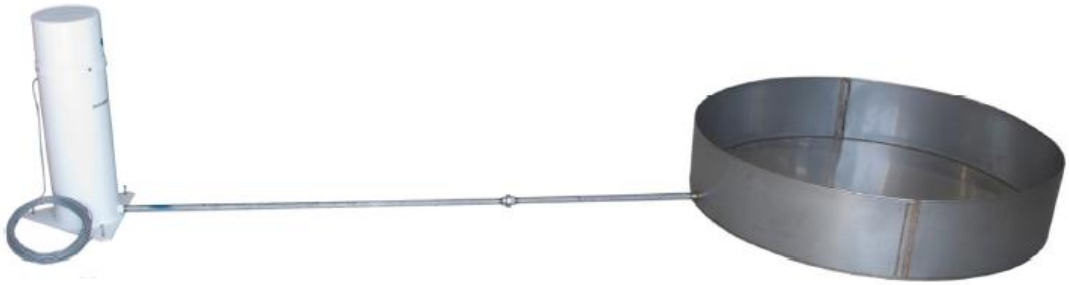


Figura 25. Tanque de evaporación y evaporímetro 255-100
Tomado de Novalynx, s.f.

En la Figura 25 se puede observar cómo sería la instalación del sensor y del tanque, la tubería puede ir enterrada o sobre el piso, pero se debe cuidar de que este nivelada para no alterar los datos resultantes. (Novalynx, s.f.).

2.2.4.4.1 Características del tanque de evaporación Tipo “A”

- Material: Acero inoxidable
- Dimensiones: 10” de profundidad, 25,4 cm x 120,7 cm
- Volumen: Aproximadamente 77 galones (291 litros)
- Peso: 48 Lbs

2.3 Diseño del circuito de la estación meteorológica

El circuito para la estación meteorológica se lo ha diseñado de tal forma que cada elemento, cada parte del circuito, trabaje de una forma conjunta y coordinada, los sensores no pueden trabajar por si solos y la información receptada debe ser procesada, en el Capítulo 3 se indicará la forma de comunicación entre el circuito principal y la computadora.

El diseño del circuito principal, en un futuro podrá ser modificado según las condiciones y requerimientos, se puede agregar más sensores o etapas de acuerdo al espacio, recursos económicos, etc.

Para el circuito principal se ha basado en el siguiente micro-controlador y elementos necesarios que requiere el PIC.

- Microcontrolador PIC 16F877A.
- Oscilador de cristal de cuarzo
- Reloj de tiempo real DS1307

2.3.1 Microcontrolador PIC16F877A

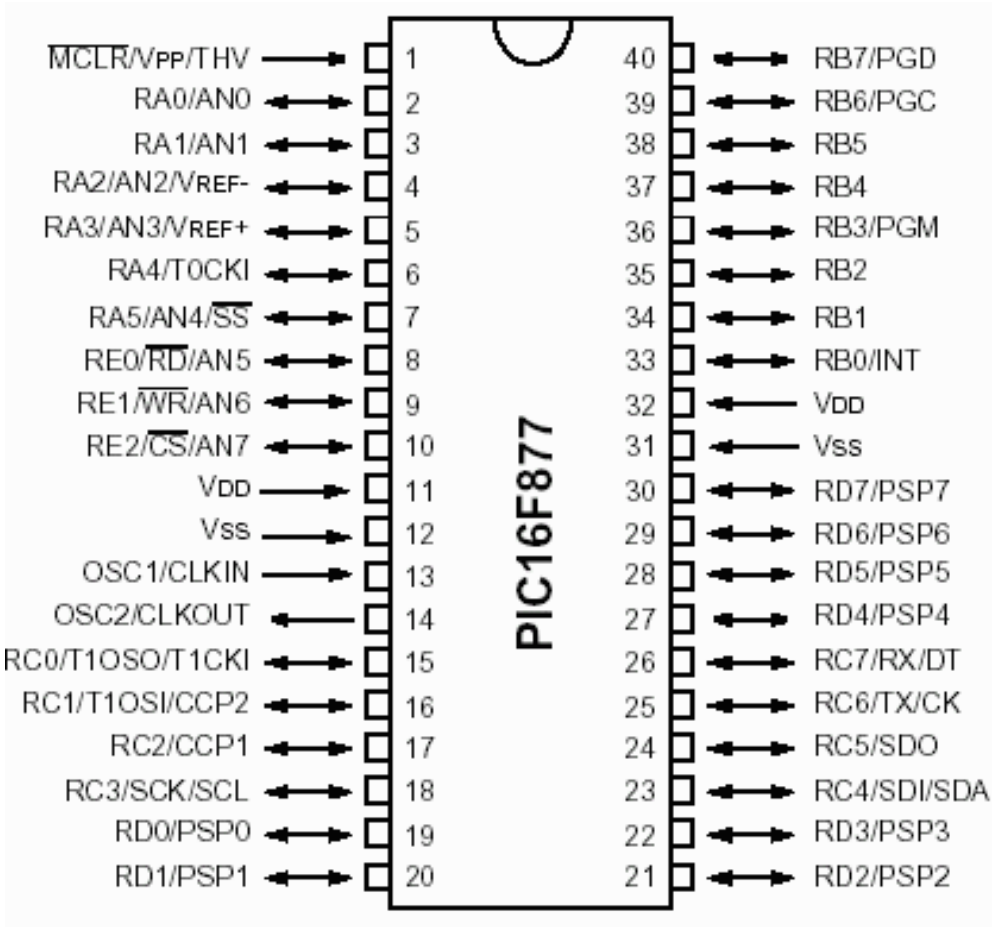


Figura 26. Microcontrolador PIC 16F877
Tomado de Microchip, s.f.

El PIC16F887 es fabricado por la compañía Microchip, es un microcontrolador con memoria tipo Flash, permitiéndole ser reprogramado tantas veces sean necesarias, haciéndolo muy versátil y de gran facilidad en el desarrollo de prototipos. Cuenta con todos los componentes que los PICS actuales normalmente tienen.

Gracias a su precio tan económico, versatilidad para cualquier tipo de aplicación y de fácil asequibilidad, es ideal en aplicaciones tales como:

automatizaciones industriales, dispositivos de control de máquinas, medición de diferentes valores, etc. (Microchip, s.f.).
El consumo del PIC16F877 es muy bajo, puede ser energizado con una pila o una fuente que energice a todo el circuito a 5 voltios.

Algunas de sus principales características se enumeran a continuación

2.3.1.1 Características del PIC 16F877A

Arquitectura

- El micro-controlador cuenta con solo 35 instrucciones diferentes
- Todas las instrucciones son uni-ciclo excepto por las de ramificación

Frecuencia de operación 0-20 MHz

Voltaje de la fuente de alimentación de 2.0V a 5.5V

- Consumo: 220uA (2.0V, 4MHz), 11uA (2.0 V, 32 KHz) 50nA (en modo de espera)

Ahorro de energía en el *Modo de suspensión*

Reprogramable

35 Líneas de entrada/salida

- Alta corriente de fuente y de drenado para manejo de LED
- Resistencias *pull-up* programables individualmente por software
- Interrupción al cambiar el estado del pin

Memoria ROM de 8K con tecnología FLASH

- El chip se puede re-programar hasta 100.000 veces

Opción de *programación serial en el circuito*

- El chip se puede programar incluso incorporado en el dispositivo destino.

256 bytes de memoria EEPROM

- Los datos se pueden grabar más de 1.000.000 veces

368 bytes de memoria RAM

Convertidor A/D: Convierte señales analógicas a digitales

- 14 canales
- Resolución de 10 bits

3 temporizadores/contadores independientes

Módulo comparador analógico con

- Dos comparadores analógicos
- Referencia de voltaje fija (0.6V)
- Referencia de voltaje programable en el chip

Modulo por ancho de pulsos o PWM incorporado, permite modificar el ciclo de trabajo de una señal periódica.

Módulo USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) mejorado, permite intercambiar información con la computadora y es compatible con el protocolo RS232

- Soporta las comunicaciones seriales RS-485, RS-232 y LIN2.0
- Auto detección de baudios

Puerto Serie Síncrono Maestro (MSSP)

- Soporta los modos SPI e I2C

2.3.1.2 Distribución de pines del PIC16F877

El micro-controlador posee 40 pines entrada/salida, su uso depende del tipo de sensores o elementos que se requiera, tal como un display, sus pines están divididos en 5 puertos con un tamaño de líneas en las cuales se puede programar para un sin fin de requerimiento, en la Tabla 3 se puede ver su distribución.

Tabla 3: Puerto del microcontrolador

PUERTO	N LÍNEAS
A	6 líneas
B	8 líneas
C	8 líneas
D	8 líneas
E	3 líneas

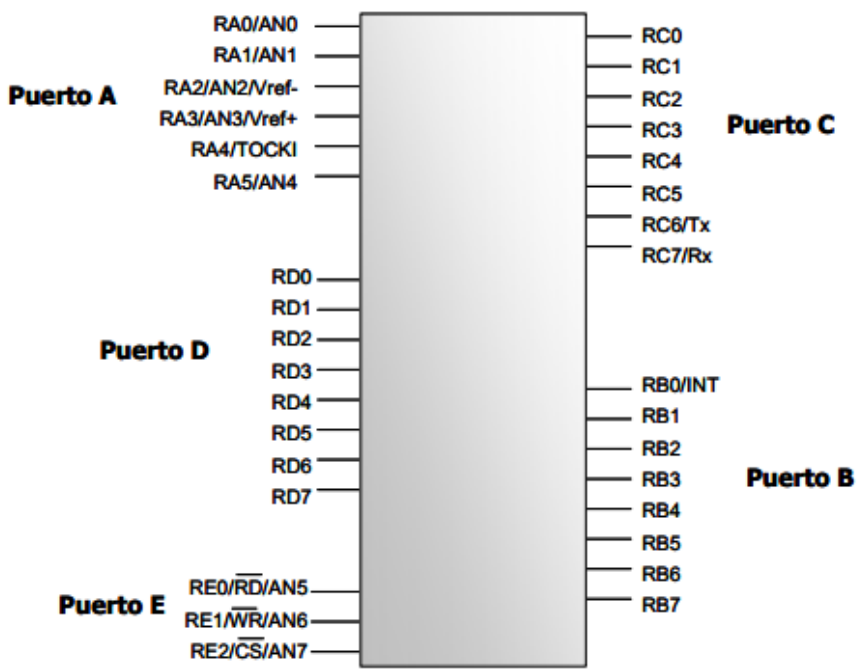


Figura 27. Microcontrolador PIC 16F877
Tomado de Microchip, s.f.

El puerto A y puerto E, generalmente son ocupados en las entradas para el convertidor análogo a digital interno, en sus pines se puede colocar la señal procedente de los sensores de temperatura, velocidad del viento, humedad, precipitación, etc, o para la conversión de un circuito análogo a digital, permitiendo de esta manera que los datos obtenidos se los pueda usar en un equipo digital actual o según se lo requiera.

Las líneas RD (rojo), WR (escritura) y CS (selección de chip) pueden ser usadas para controlar la comunicación con otros dispositivos, cuanto se lo usa de esta forma al puerto E, el puerto D se lo ocupa como bus de datos de 8 bits (pines PSP). (Microchip, s.f.).

La corriente máxima que puede tener los pines de los puertos por separado es de 25 mA y su máxima capacidad de corriente en los puertos es:

Tabla 4.Máxima capacidad de corriente

	PUERTO A	**PUERTO B**	**PUERTO C**	**PUERTO D**
Modo sumidero	150 mA	200 mA	200 mA	200 mA
Modo fuente	150 mA	200 mA	200 mA	200 mA

Para el funcionamiento del microcontrolador PIC16F877 se requiere de una corriente directamente proporcional al voltaje de operación, frecuencia, sensores o cargas que se conecten en sus pines.

Se recomienda en no sobrepasar la corriente máxima permitida, el microcontrolador podría dañarse o entregar datos errados.

2.3.2 Oscilador

Un oscilador es un dispositivo mecánico o electrónico que funciona en los principios de la oscilación: una fluctuación periódica entre dos cosas basadas en cambios en la energía.

La frecuencia con la que un oscilador funciona normalmente se determina por un cristal de cuarzo. Cuando se aplica una corriente continua a un cristal, vibrará a una frecuencia determinada, esta también depende de su grosor. Algunos osciladores emplean combinaciones de inductores, resistencias, condensadores. Se obtiene la mejor estabilidad en osciladores que utilizan cristales de cuarzo.

Para el funcionamiento adecuado del microcontrolador se necesita de un oscilador externo, capaz que indique la velocidad a la cual debe operar. El PIC16F877 soporta 4 tipos de osciladores, los cuales son:

- RC: Oscilador con resistencia y condensador.
- XT: Cristal (por ejemplo de 1 a 4 MHz).
- HC: Cristal de alta frecuencia
- LP: Cristal para baja frecuencia y bajo consumo de potencia

2.3.2.1 Oscilador de cristal

Figura 28. Oscilador de cristal de cuarzo 20000 Mhz
Tomado de Micropik, s.f.

Para el diseño de la estación meteorológica, se ha basado en el oscilador de cristal de cuarzo de 20000 Mhz, Figura 28, por su precisión y bajo costo, haciéndolo muy práctico para cualquier tipo de proyecto. (Micropik, s.f.).

2.3.3 Circuito Integrado, reloj de tiempo real DS1307

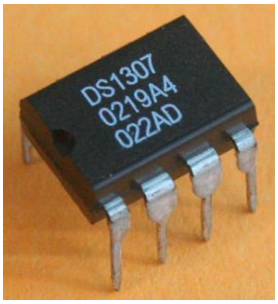


Figura 29. DS1307
Tomado de Electroschematics, s.f.

Los datos recolectados por los sensores serán enviados al microcontrolador cada cierto tiempo, para llevar un control de la medición, se ha usado el circuito integrado DS1307, con el cual se podrá saber el tiempo real de la toma de datos, haciendo de esta manera automática la estación meteorológica.

El DS1307 Reloj de Tiempo Real gracias a la batería externa, puede trabajar independientemente de la fuente de alimentación principal.

Este dispositivo es una parte fundamental para cualquier proyecto en el cual se desee llevar un control estadístico de los datos receptados por sensores o equipos que capten diferentes señales. (Electroschematics, s.f.).

2.3.3.1 Característica del circuito integrado DS1307

- Reloj de tiempo real (RTC) cuenta segundos, minutos, horas, día del mes, día de la semana, y año con año bisiesto
- Compensación válida hasta 2100
- 56 bytes, con batería de respaldo, no volátil (NV)
- RAM para el almacenamiento de datos
- Interfaz en serie de dos hilos
- Señal de salida de onda cuadrada programable
- Encendido automático
- Consume menos de 500nA
- Rango de temperatura:-40 ° C a + 85 ° C
- Disponible en DIP de 8 pines

2.3.3.2 Descripción de Pin

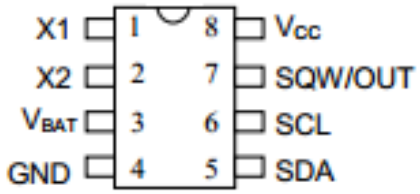


Figura 30. Descripción de Pin, DS1307
Tomado de Electroschematics, s.f.

Tabla 5. Descripción de Pin

PIN	DESCRIPCIÓN
Vcc	Energía
X1, X2	Conexión del cristal 32.768KHz
VBat	+ 0 a 5V Entrada de Batería
GND	Tierra

SDA	Datos Seriales
SCL	Reloj Serial
SQW/OUT	Señal de onda

Tomado de Semiconductor, s.f.

2.3.3.3 Registros del DS1307

El reloj de tiempo real DS1307 dispone de varios registros de los cuales cada uno cumple una función específica. Los 7 primeros registro empezando desde el registro 00H hasta el registro 06H, guardan la información de tiempo real en formato BCD, el registro 07H se lo utiliza para el registro de control y desde el registro 08H para la ram.

Tabla 6. Descripción de los registros

Registro	**Descripción**
00H	Segundos
01H	Minutos
02H	Horas
03H	Día de la semana
04H	Fecha
05H	Mes
06H	Año
07H	Control
08H	Ram

Tomado de Dallas Semiconductor, s.f.

2.3.4 LCD4

Figura 31. LCD 16x2
Tomado de TecMikro, s.f.

En el diseño del circuito se ha incorporado un LCD 16x2 o 16 caracteres x 2 filas, que se puede ver en la Figura 31, en el cual se mostrará la información proveniente del PIC, el brillo del display podrá ser variado gracias al potenciómetro de 10k. (TecMikro, s.f.).

2.3.4.1 Pulsantes

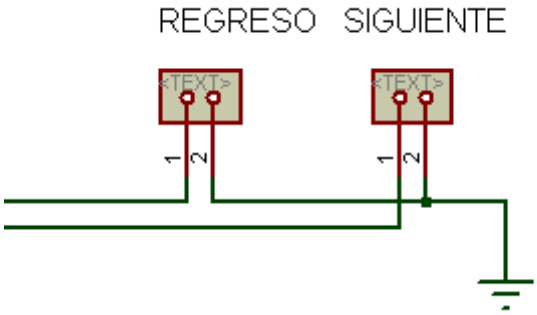


Figura 32. Esquema de Pulsantes en Isis Proteus

Los pulsantes que se han colocado en el diseño del circuito Figura 32, mostrarán directamente los datos de los sensores que se han descrito anteriormente en el LCD 16x2, los cuales realizan varias funciones, entre las cuales son:

- Regreso: Va hacia la opción anterior
- Siguiente: Va hacia la opción siguiente

2.4 Conexión de los circuitos

En base a los sensores, microprocesador y diferentes elementos descritos, se ha realizado el diseño de la interconexión del circuito para la primera etapa, sin incluir la conexión con la computadora.

Para una futura implementación se deberá colocar los sensores, display, elementos, al microprocesador tal como se muestra en la Figura 33.

2.4.1 Conexión del microprocesador con los sensores

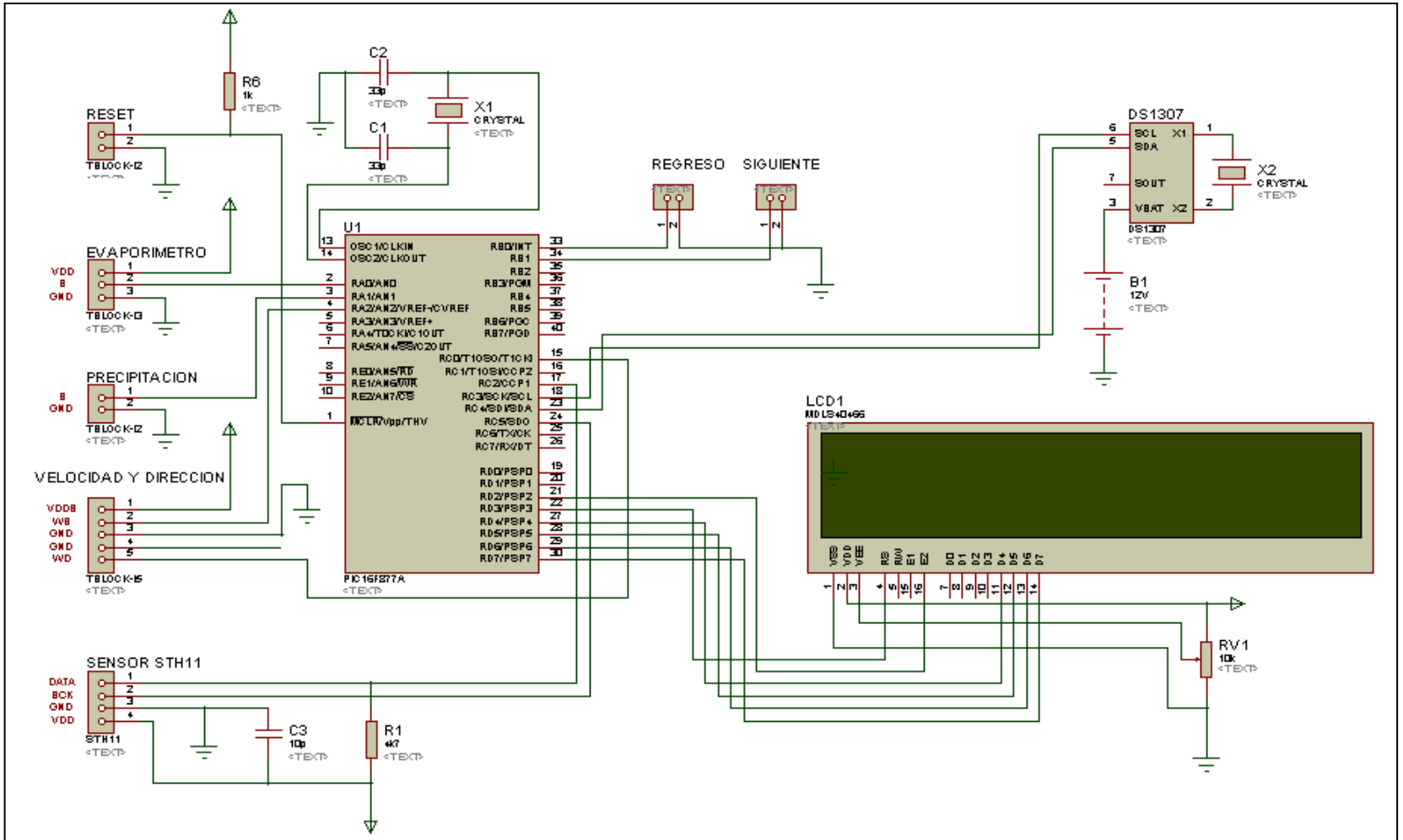


Figura 33. Diseño del Circuito en Isis Proteus

2.4.2 Entradas de distribución del PIC16F877A

Tabla 7. Distribución de Pines

PIN	PUERTO	DESCRIPCIÓN
2	RA0/AN0	Entrada del sensor evaporímetro
3	RA1/AN1	Entrada del sensor de precipitación
4	RA2/AN2	Entrada del sensor velocidad del viento
15	RC0	Entrada del sensor dirección del viento
17	RC2/CCP1	Entrada del sensor SHT11
24	RC5/SDO	Entrada del sensor SHT11
18	RC3/SCK	Pin de comunicación SCK
23	RC4/SDA	Pin de comunicación SDA
1	MCLR	Entrada del switch de reset del PIC16f877A
33	RB0/INT	Pulsante de reseteo del LCD 16x2
34	RB1	Pulsante de siguiente del LCD 16x2
35	RB2	Pulsante de regreso del LCD 16x2
37	RB4	Pulsante enter del LCD 16x2

2.4.3 Distribución de las salidas del PIC16F877A

Tabla 8. Distribución de Pines

PIN	PUERTO	DESCRIPCIÓN
13	OSC1/CLKIN	Oscilador externo del PIC16F877A
14	OSC2/CLKOUT	Oscilador externo del PIC16F877A
21	RD2/PSP2	Pin de conexión enable del LCD
22	RD3/PSP3	Pin de control RS del LCD
27	RD4/PSP4	Pin de conexión D4 del LCD
28	RD5/PSP5	Pin de conexión D5 del LCD
29	RD6/PSP6	Pin de conexión D6 del LCD
30	RD7/PSP7	Pin de conexión D7 del LCD

2.5 Energía de respaldo

Para el diseño de la estación meteorológica automática, se ha planteado incorporar una fuente de energía de respaldo, con el fin de que todos los elementos que conformarán la estación meteorológica no se apaguen a pesar de que exista un corte de energía. La perdida de fluido eléctrico ocasionaría que no se almacenen los datos recibidos de cada sensor, lo que llevaría a no disponer de información real.

Para el equipo de respaldo de energía se propone usar un sistema de generación autónomo “APS”, que proporciona energía durante un tiempo limitado y durante un apagón eléctrico a todos los equipos que tenga conectados.

Los APS tienen las mismas funciones que los UPS (Uninterrupted Power Supply), pero en diferencia a ellos tienen las baterías en un banco de baterías aparte. Esto tiene dos ventajas: el banco de batería puede ser ajustado a los requerimientos específicos y el tiempo de respaldo o autonomía es mayor.

El tiempo de duración del APS en modo de respaldo, será determinado por la potencia que entrega, número de baterías conectadas al APS y la potencia total de todos los equipos.

Tomando en cuenta que la potencia requerida de los elementos que intervienen en el circuito es de 2.6W más la de un CPU que es de 600W en la cual se guardarán los datos, se ha planteado usar un APS de 750W, porque se tiene disponible APS de 300W y superiores a 1250W. (BattCompany, s.f.).

2.5.1 Baterías

El tipo de batería que se debe usar en un APS es de tipo industrial, puede ser de tipo AGM (Absortion Glass Mat) o de GEL.

Las baterías AGM son baterías selladas tipo plomo-ácido, desarrolladas en la década de 80 para uso en la aviación militar, donde la confiabilidad y el rendimiento son fundamentales.

Las baterías de GEL son baterías plomo-ácido selladas, donde el electrolito no es líquido, pero si gelificado. Con eso, hay menos evaporación y un aumento de la vida útil, garantizando un número mucho mayor de ciclos de cargas y descargas. Estas baterías soportan descargas profundas y ambientes con vibraciones, golpes y altas temperaturas, por ello es recomendado usar este tipo baterías. (BattCompany, s.f.).

2.5.2 Cálculo de baterías de respaldo

Paso 1: Calcular la potencia total de todos los equipos que van a ser conectado al APS. Para la estación meteorológica se tiene una potencia de 602.6W, en el caso que se use un CPU.

Paso 2: Determinar los amperios de la batería, para ello se divide la potencia total sobre el voltaje de la batería, la cual es de 12V.

$$602.6W \div 12V = 50{,}22 \text{ amperes} \qquad \text{(Ecuación 1)}$$

Paso 3: Calcular los Amperes-Hora necesarios de la batería, para ello se multiplica los amperes calculados en el paso 2 por la cantidad de horas que se estima que operará las baterías en un corte de energía eléctrica y por 1.2.
Para la estación meteorológica se ha estimado un tiempo de 4 horas en modo de respaldo. (Tripp-Lite, s.f.).

50,22 amperes X 4hrs X 1.2 = 241.056 Amperes-Hora (Ecuación 2)

Con 241.056 Amperes-Hora se requieren 3 baterías de 12V a 90 Ah.

En la estación meteorológica para guardar los datos de los sensores, al colocar una Laptop con una potencia de 65W en lugar de un CPU con una potencia de 600W, se tendría una potencia total de 67.6W, con lo cual el número de baterías necesarias sería:

67.6W ÷ 12V = 5,63 amperes (Ecuación 3)

5,63 amperes X 4hrs X 1.2 = 27.024 Amperes-Hora (Ecuación 4)

Con 27.024 Amperes-Hora se requiere 1 batería de 12V a 40 Ah.

CAPITULO III: DISEÑO DEL CIRCUITO DE COMUNICACIÓN ENTRE EL PIC Y LA COMPUTADORA

La segunda etapa del circuito se acoplará al circuito principal formado por el PIC, sensores y distintos elementos, en la cual se realizará el diseño para establecer la comunicación entre el PIC y la computadora, permitiendo vigilar la estación meteorológica de forma remota.
Las actuales estaciones meteorológicas cuentan con un sistema remoto, ya sea por cable, inalámbricamente o satelitalmente en el caso que los equipos se encuentren en el mar o en lugares de difícil acceso, en general todas requieren comunicarse con una máquina.

3.1 Comunicación de PIC con la PC

La comunicación entre el PIC y la PC es muy importante para el diseño, ambas partes están ligadas al requerir la visualización de los datos obtenidos por los sensores a una cierta distancia fuera del área donde está colocada la estación meteorológica.

Directamente no se puede transferir los datos hacia el computador a través de los puertos TX y RX del PIC16F877A y por la distancia que se requiere, no es factible ya que se requiere amplificar la señal del PIC al lugar remoto donde se monitoreará la estación meteorológica, si se conecta directamente, los valores serán errados.
Tomando ese parámetro y el puerto se ha basado para el diseño en los siguientes elementos.

- Circuito Integrado MAX232
- Puerto serial

3.1.1 Circuito Integrado MAX232

El circuito integrado MAX232, Figura 34, permite convertir señales TTL de circuitos a señales de un puerto serial RS232, facilitando la comunicación entre la PC y el PIC y viceversa. Requiere de una alimentación simple de 5v.

Al momento que el circuito MAX232 recibe un nivel TTL lo convierte, cambia un nivel lógico TTL de 0 a un nivel comprendido entre +3 y +15 V, y cambia un nivel lógico TTL 1 a un nivel comprendido entre -3 a -15 V, y viceversa, para convertir niveles de RS232 a TTL.

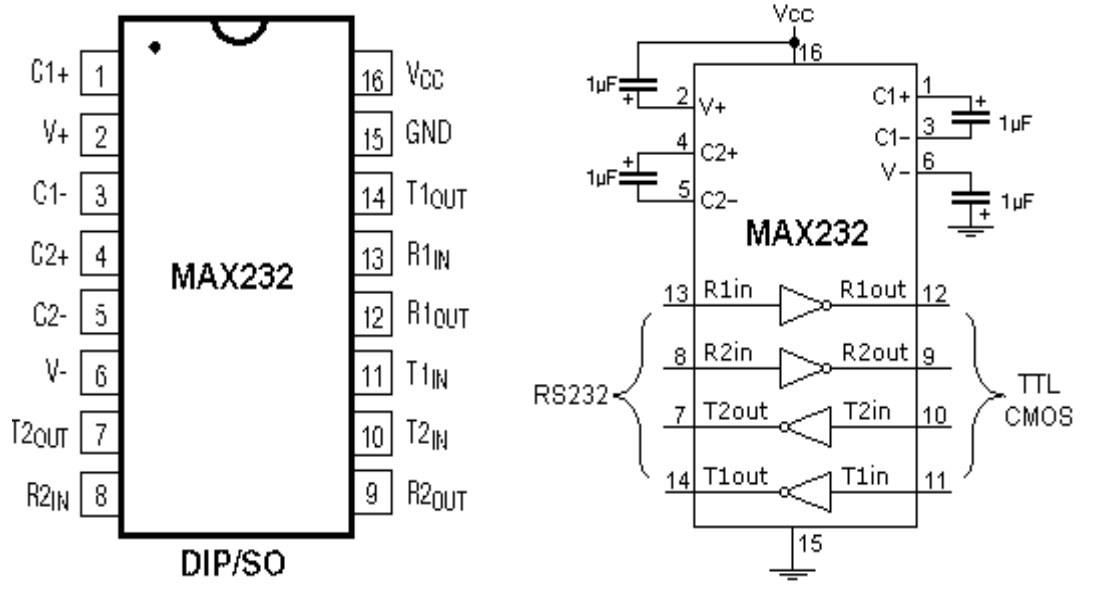


Figura 34. MAX232
Tomado de Carletti, 2003.

El circuito integrado MAX232 tiene dos conversores de nivel TTL a RS232 y además tiene otros dos conversores que convierten las señales de RS232 a TTL.

Los dos conversores se utilizan para el funcionamiento de los puertos de TX, RX, RTS y CTS del puerto serie de la PC. (Chipswinner, s.f.).

Tabla 9. Descripción de puerto RS232

PUERTO	DESCRIPCIÓN
TX	Señal de transmisión de datos
RX	Señal de recepción de datos
RTS	Establecen el protocolo para la TX y RX de datos
CTS	

Tabla 10. Descripción del MAX232

PUERTO	DESCRIPCIÓN
C1 (Positivo)	Conexión positiva del condensador C1 del doblador de voltaje de +5V a +10V
C1 (Negativo)	Conexión negativa del condensador C1 del doblador de voltaje de +5V a +10V.
C2 (Positivo)	Conexión positiva del condensador C2 del inversor de voltaje de +10V a -10V.
C2 (Negativo)	Conexión negativa del condensador C2 del inversor de voltaje de +10V a -10V.
V (Negativo)	Conexión de salida del voltaje de -10V.
V (Positivo)	Conexión de salida del voltaje de +10V.
T1 Entrada **T2 Entrada**	Conexiones a niveles de voltaje de TTL o CMOS.
R1 Salida **R2 Salida**	Conexiones a niveles de voltaje de TTL o CMOS.
T1 Salida **T2 Salida**	Conexiones a niveles de voltaje del protocolo RS-232.
R1 Entrada **R2 Entrada**	Conexiones a niveles de voltaje del protocolo RS-232.
VCC	Alimentación positiva del MAX232
GND	Alimentación negativa del MAX232

3.1.2 Puerto serial RS232

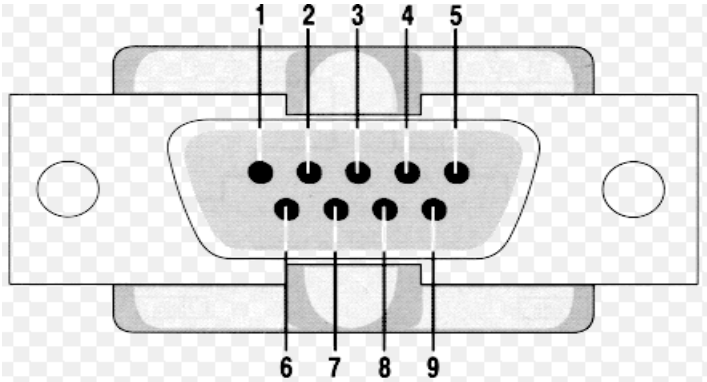


Figura 35. Puerto serial RS232
Tomado de Arcelect, s.f.

El protocolo más usado para establecer la comunicación es el RS232, su velocidad de trasferencia de datos, forma de control de transferencia, niveles de voltaje, etc, han sido estandarizados.
La velocidad de transmisión esta expresada en baudios o (bits por segundos), en la PC se suele utilizarse 4800, 9600 baudios o más.

El protocolo RS232 maneja un nivel alto (1) de -3v a -15v y un nivel bajo (0) de +3v a +15v. (Arcelect, s.f.).

Tabla 11. Descripción del puerto RS232

PIN	DESCRIPCIÓN
1	Detección de señal recibida en la línea (Data carrier detect)
2	Recepción de Datos (RXD)
3	Transmisión de Datos
4	Terminal de lectura de Datos
5	Tierra
6	Seteo de datos de lectura

6	Respuesta para enviar
7	Limpiar para enviar
8	Indicador ring

Para entender de una mejor manera como trabaja el protocolo RS232 con sus niveles, se pondrá un ejemplo enviando desde el PIC la letra (R) hacia el puerto de comunicaciones serial de la PC.

Para iniciar con el envío de los caracteres ASCII al PC, se debe conectar una salida de PIC al Pin 2 (RXD), se puede ver en la Tabla 10, del puerto RS232 del PC

La letra (R) en decimal corresponde al número 82 y a su vez en binario se tendría 1010010, siendo el código a transmitir.

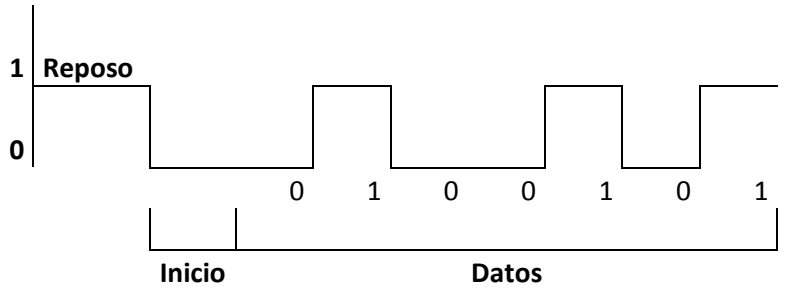


Figura 36. Transmisión de Datos

La transmisión será asincrónica debido a que los bits llegarán uno de tras de otro de forma continua hasta completar los datos originales.

3.2 Tipo de formas de comunicación con el PIC

La comunicación entre el microcontrador y la computadora puede darse de dos formas, todo depende de las necesidades y requerimientos que se necesiten, teniendo en cuenta se han divido en:

- Comunicación Paralela
- Comunicación Serial

3.2.1 Comunicación Paralela

En la transmisión en paralelo, Figura 37, múltiples bits (normalmente 8 bits o un byte / carácter) se envían simultáneamente en diferentes canales, transmitiendo cada bit de dato por diferente cable. Dispositivos paralelos tienen un bus de datos más amplio que los dispositivos de serie y por lo tanto pueden transferir datos en palabras de uno o más bytes de una forma más rápida. Como resultado, hay una aceleración en la tasa de bits de transmisión paralelo sobre la tasa de bits de transmisión en serie. Sin embargo, este aumento de velocidad tiene una desventaja, que es su costo ya que múltiples cables cuestan más que un solo cable y como un cable paralelo se hace más largo, el tiempo de sincronización entre múltiples canales se vuelve más sensible a la distancia. Al enviar los datos de esta manera se considerará su transmisión de forma sincrónica. (Electronics, s.f.).

Figura 37. Comunicación Paralela
Tomado de Electronics, s.f.

3.2.2 Comunicación Serial

En la transmisión en serie, los bits se envían secuencialmente en el mismo canal (cable) que reduce los costos drásticamente a la hora de la implementación, pero también enlentece la velocidad de transmisión.
Otra ventaja de la comunicación serial es que permite trasmitir datos a una distancia más larga de hasta 15m en la norma RS232.

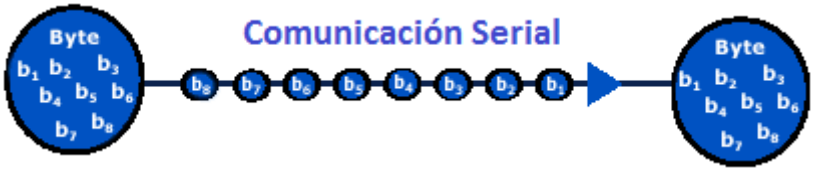


Figura 38. Comunicación Serial
Tomado de Electronics, s.f.

En comunicación serial, la transmisión puede ser:

- Sincrónica
- Asincrónica

3.2.2.1 Transmisión Sincrónica

En la transmisión sincrónica, grupos de bits se combinan en tramas y se envían continuamente una de tras de otra, en la Figura 38 se puede ver un ejemplo de ello.
En este tipo de transmisión se necesita un pulso de reloj.

3.2.2.2 Transmisión Asincrónica

La transmisión asincrónica es un poco más fácil a la hora de la implementación, ya que no requiere de una señal de un pulso de reloj, tomo como referencia tierra para la norma RS232.

3.3 Diseño del circuito de comunicación y fuente de alimentación

Una vez explicado cómo se dará la comunicación entre el microprocesador y la computadora, en la Figura 40, se mostrará la segunda etapa correspondiente al diseño de la estación metereológica para la Granja UDLA, usando la interfaz RS232 del computador.

3.3.1 Corriente necesaria para el circuito

Para la fuente que alimentará al circuito, se puede usar un adaptador de 5v, tomando en cuenta el cálculo de corriente necesario, se ha colocado en la Tabla 12 los valores de corriente de cada elemento.

Tabla12. Cálculo de corriente necesaria para el circuito

CANTIDAD	DISPOSITIVO	CORRIENTE	VOLTAJE	POTENCIA
1	PIC16F877A	300mA	5V	1.5W
1	Sensor de temperatura y humedad SHT11	1mA	5V	0.005W
1	Evaporímetro 255-100	0.5mA	5V	0.0025W
1	Reloj de tiempo real DS1307	1.5mA	5V	0.0075W
1	LCD	200mA	5V	1W
	Otros	5mA	5V	0.04W

CORRIENTE		508mA		
TOTAL	I*Factor de Seguridad(1.2)	**609.6mA**	**5v**	**2.6W**

En base a las condiciones meteorológicas del lugar se ha optado por diseñar una propia fuente de alimentación, capaz de energizar a los sensores, microprocesador, display y diferentes elementos que intervienen.

3.3.2 Fuente de Alimentación

La fuente que se ha diseñado Figura 39, tiene elementos fáciles de conseguir, con un valor bajo y gracias a ello se puede alimentar a todo el circuito sin la necesidad de usar un adaptador adicional, simplemente conectando la fuente a una toma de corriente.

Tabla 13. Descripción de elementos de la Fuente de Alimentación

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	Transformador de 12V
1	Puente de Diodos tipo 1N4007
2	Condensador de 2200uF/25V
1	Regulador de Tensión 7805
1	Switch
1	Fusible
1	Diodo Led
2	Borneras 2 Pines

3.3.2.1 Circuito de la Fuente de Alimentación para 5V a 1A

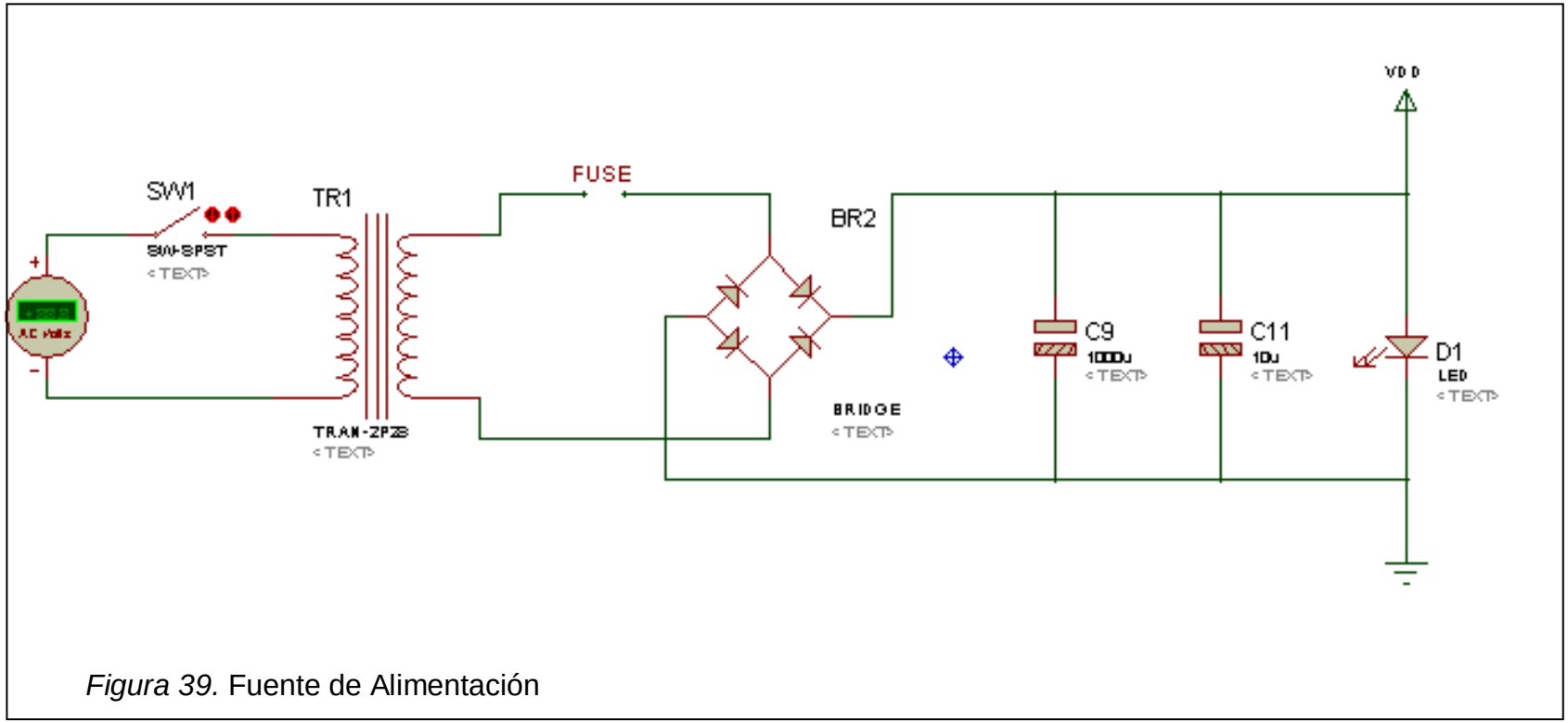


Figura 39. Fuente de Alimentación

3.3.3 Diseño del circuito de conexión entre el microprocesador y la PC

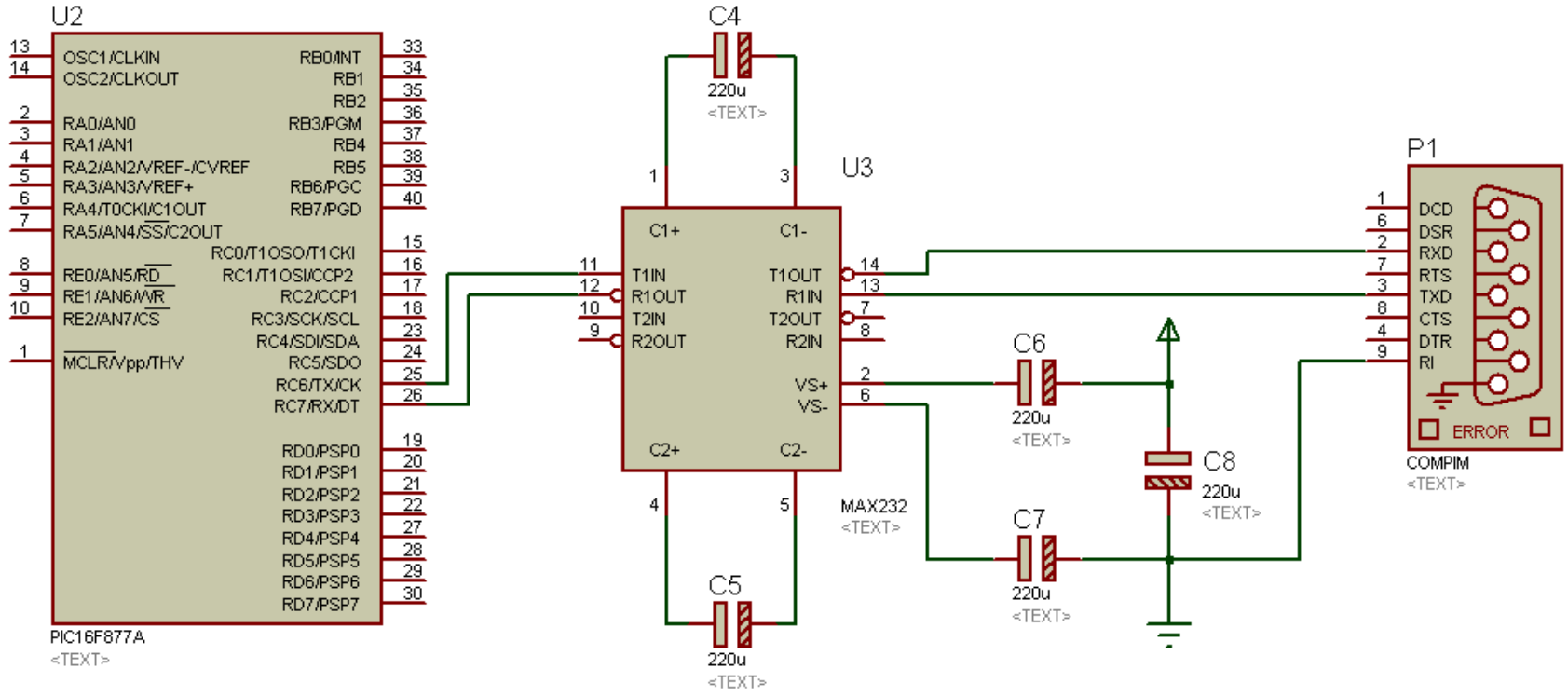


Figura 40. Circuito entre el PIC y puerto RS232

3.4 Diseño del menú para la lectura de Datos en la computadora

Una vez que los datos son enviados a través del PIC y hacia la computadora por el puerto RS232, van a ser mostrados en la pantalla del computador, mediante el programa Labview.

En la implementación del proyecto, se podrá desplegar los datos de cada uno de los sensores anteriormente descritos con su fecha, hora, con lo cual facilitará llevar un registro de las condiciones meteorológicas del sector.

El diseño del menú en el Labview puede ser modificado según las condiciones que se presenten.

En la Figura 41, se puede ver el diseño para los sensores realizado en Labview, este permite seleccionar el puerto en el cual está conectado el cable serial a la computadora para establecer la comunicación.

Es importante seleccionar el lugar en donde van hacer almacenados los datos, para este caso se guardará en el disco C.

El botón de STOP parará la visualización de los datos en el Labview y al dar un clic en el botón de ARCHIVO, se empezará a guardar los datos.

Al momento de dar clic en play en las opciones de Labview, se mostrará los datos receptados por los sensores, los cuales se puede ver en la Figura 42.

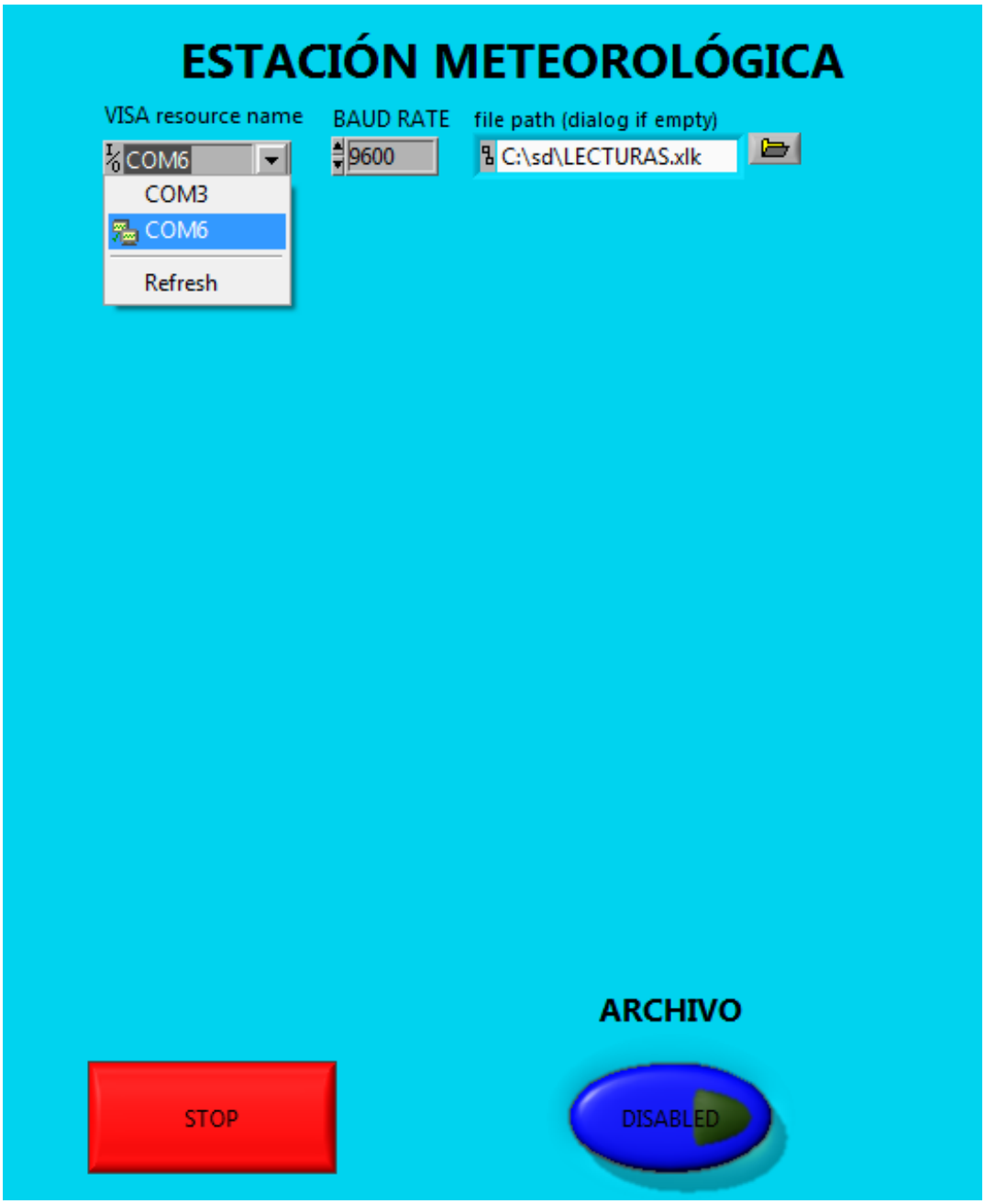


Figura 41. Diseño en Labview

En la Figura 42, se puede ver el diseño en el cual se mostrarán los datos receptados por los sensores.

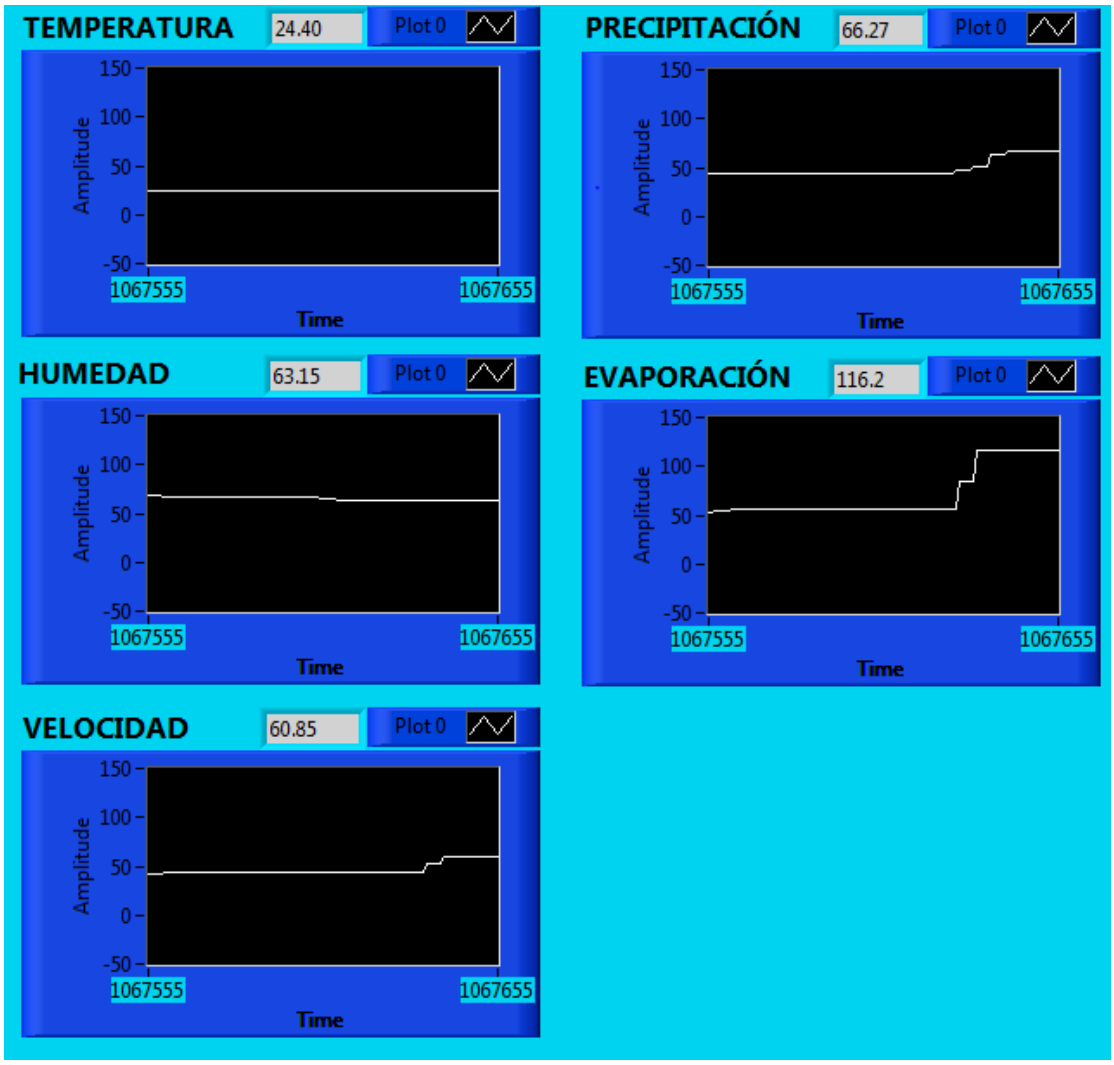


Figura 42. Diseño de recepción de datos en Labview.

CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El diseño realizado para la estación meteorológica cumple los estándares exigidos por el INAMHI en la precisión de los datos y para una futura implementación en la granja UDLA, este diseño será de gran ayuda ya que indica todos los elementos necesarios y las especificaciones técnicas así como deben ser conectados e interrelacionados.

- Este proyecto es similar a las actuales estaciones automáticas que utiliza el INAMHI, con la diferencia que dado el avance tecnológico se puede apreciar nuevos elementos que tienen la capacidad de soportar las condiciones atmosféricas del lugar.

- La cantidad de sensores que se puede colocar para la estación, depende de varios factores como los parámetros a medir y principalmente de las condiciones económicas que se disponga, los sensores mientras más exactos sean y presenten mejores características tendrán un mayor costo y por consiguiente los resultados brindarán mayor confiabilidad y precisión.

- En el análisis realizado, entre una estación meteorológica análoga y una estación digital, se puede observar diferencias en cuanto a la obtención de datos, rapidez y exactitud, ya que la estación automática brinda la facilidad de obtener información sin la presencia de una persona en la estación meteorológica, así como también no restringe la toma de datos por las condiciones climáticas que pueden presentarse en el lugar donde está localizada la granja.

- Como un aporte al proyecto y con el propósito de demostrar que es factible el diseño propuesto para la estación meteorológica de la granja UDLA, se ha elaborado un prototipo en el que se integra el sensor SHT11 y en razón de su costo tres potenciómetros para simular los sensores reales. Cabe indicar que en este modelo no se incluye el reloj de tiempo real DS1307 porque se determinó que se puede usar el reloj de la computadora, en la cual se guardará los datos receptados por los sensores y en el diseño se recomienda usar un UPS como respaldo en el caso que exista un corte de energía eléctrica.

4.2 Recomendaciones

- Para implemente el circuito, se deberá tener cuidado en polarizar correctamente el PIC y los diferentes circuitos usados, para no ocasionar daños o lectura de datos erróneos.

- En el diseño del circuito se observa que es más conveniente y factible utilizar el reloj de la computadora, porque los datos se van almacenando en la pc, por lo tanto se puede prescindir del circuito DS1307, lo que incidiría una reducción en el costo del proyecto.

- A los sensores se los debe colocar a una altura adecuada y si es posible sobre una base de cemento, para evitar posibles daños por inundaciones.

- El sensor de velocidad del viento se debe colocar en un mástil de 6 a 9m con sus respectivos tensores para que no se vea afectado por el viento o el peso del equipo.

- Los sensores de temperatura y humedad SHT11 son muy sensibles por lo cual se debe instalar en un lugar fijo, con el cuidado necesario.

REFERENCIAS

Arcelect. (s.f.). Interfaz RS232. Recuperado el 14 de Enero del 2015 de http://www.arcelect.com/rs232.htm

Arcsin. (s.f). Automatic weather station. Recuperado el 4 de Octubre del 2014 de www.automaticweatherstation.com

BattCompany. (s.f.). Baterías AGM y GEL. Recuperado el 20 de Junio del 2015 de http://www.battcompany.com/blog/sobre-baterias/58-diferencias-entre-baterias-agm-y-gel.html

Baylina. R. (2003). *Pluviómetro*. Recuperado el 5 de Octubre del 2014 de http://www.rumtor.com/pluviometro.html

Campbellsc.i. (s.f.). Diagrama de conexión del sensor de precipitación 52202. Recuperado el 27 de Noviembre del 2014 de http://s.campbellsci.com/documents/eu/manuals/52202_52203.pdf.

Campbellsci. (s.f.). Estación Meteorológica Automática. Recuperado el 19 de octubre del 2014 de https://www.campbellsci.com/weather-climate

Carletti J. (2003). *UPS de respaldo.* Recuperado el 14 de Enero del 2015 de http://robots-argentina.com.ar/Comunicacion_max232.htm

Chipswinner. (s.f.). MAX232. Recuperado el 14 de Enero del 2015 de http://www.icbase.com/File/PDF/CHI/CHI00050812.pdf

Dallas Semiconductor. (s.f.). DS1307. Recuperado el 15 de Diciembre del 2014 de https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/DS1307.pdf

Dallas Semiconductor. (s.f.). Reloj de Tiempo Real. Recuperado el 15 de Diciembre del 2014 de

http://iesmachado.org/web%20insti/depart/electr/apuntes/files/dpe/curso2/proyectos/pic_f_877/I2C/TEMA_20_3_perifericos_i2c_reloj_ds1307.pdf

Durbadal, M., Rajib, K., Swagatam, D. y Bijaya, K. (2014). *Sensor SHT11*. Nueva Delhi, India: Springer.

Ascii. (s.f.). El código ascii. Recuperado el 19 de Enero del 2015 de http://www.elcodigoascii.com.ar/

Electroschematics. (s.f.). DS1307. Recuperado el 15 de Diciembre del 2014 de http://www.electroschematics.com/8886/ds1307-datasheet/

Electronics. (s.f.). Comunicación Paralela. Recuperado el 19 de Enero del 2015 de http://www.bb-elec.com/Learning-Center/All-White-Papers/Serial/Parallel-Communication-Overview.aspx.

Fondriest. (s.f.). Manual Wind Monitor. Recuperado el 20 de Noviembre del 2014 de https://www.fondriest.com/pdf/rm_young_05103_manual.pdf

Geonica. (s.f.). Evaporímetro 255-100. Recuperado el 27 de Noviembre del 2014 de http://www.geonica.com/prod/89/147/Sensores-Meteorologicos-e-Hidrologicos/Evaporacion/

Geerts, B. y Linacre, E. (2009). *Automatic weather station.* Recuperado el 3 de Octubre del 2014 de http://www-das.uwyo.edu/~geerts/cwx/notes/chap15/asos.html

Iesloscardones. (.s.f). Psicrómetro. Recuperado el 4 de Octubre del 2014 de http://www.iesloscardones.es/cursos/2006-2007/proyectos/proyectos4X/CAMEIII/cameIII__24.htm

Microchip. (s.f.). Microcontrolador PIC 16F877. Recuperado el 3 de Diciembre del 2014 de

http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?product=PIC16F877A

Micropik. (s.f.). Cristal de Cuarzo. Recuperado el 9 de Diciembre del 2014 de http://www.micropik.com/pag_ci_cristales_cuarzo.htm

Miliarium. (s.f.). Evaporación. Recuperado el 4 de Octubre del 2014 de http://www.miliarium.com/

National Geographic. (s.f.). Meteorology. Recuperado el 2 de Octubre del 2014 de http://education.nationalgeographic.com/education/encyclopedia/meteorology/?ar_a=1

National Geographic. (s.f.). Anemometer. Recuperado el 14 de Noviembre del 2014 de http://education.nationalgeographic.com/education/encyclopedia/anemometer/?ar_a=1

Norwatt. (s.f.). APS. Recuperado el 20 de Junio del 2015 de http://www.norwatt.es/es/aps

Novalynx. (s.f.).*Tanque* de evaporación y evaporímetro 255-100. Recuperado el 28 de Noviembre del 2014 de http://novalynx.com/products/evaporation-sensors/255-100-analog-output-evaporation-gauge/

Palacios, E., Remiro, F. y López, L. (2005). *Microcontrolador Pic16f84, Desarrollo De Proyectos.* Madrid, España: Ra-Ma.

Smg. (s.f.). MaximumThermometer. Recuperado el 5 de Octubre del 2014 de http://www.smg.gov.mo/www/dm/equip/e_maxT.htm

TecMikro. (s.f.). Laboratorio de sistemas digitales (Telemática). Recuperado el 17 de Diciembre del 2014 de http://programarpicenc.com/articulos/display-lcd-16x2-2x16-con-el-hd44780-en-mikroc-pro/

Tripp-Lite. (s.f.). APS. Recuperado el 20 de Junio del 2015 de http://www.tripplite.com/inversor-cargador-750w-conmutaci%C3%B3n-de-transferencia-autom%C3%A1tica-2-tomacorrientes~APS750/

Universidad de la Américas. (2013). *Declaración Ambiental Granja*. Quito, Ecuador: Universidad de la Américas.

Universidad Nacional de Colombia (2002). *Métodos de Medición.* Recuperado el 3 de Octubre del 2014 de http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/palmira/5000134/contenido/cap3/lec1.htm

Universidad Poliecnica De Valencia (2011). *Sensor de Temperatura y Humedad SHT11*. Recuperado el 3 de Octubre del 2014 de http://server-die.alc.upv.es/asignaturas/PAEEES

Universidad Técnica de Pereira (2014). *PIC16F877.* Recuperado el 9 de Diciembre del 2014 de http://www.utp.edu.co/~eduque/arquitec/PIC16F877.pdf

Universidad de Victoria. (2005). *Sensor de viento*. Recuperado el 20 de Noviembre del 2014 de http://web.uvic.ca/~turnerj/Web/Conditioning_data.html

Webserver2. (s.f.). Pluviómetro. Recuperado el 3 de Octubre del 2014 de http://webserver2.ineter.gob.ni/Direcciones/meteorologia/Red%20Meteorologica/pluviografo.htm

Young. (s.f.). Dimensiones del sensor de precipitación 52202. Recuperado el 27 de Noviembre del 2014 de http://www.junyangchina.com/UploadFiles/2012427101959527.pdf

Youngusa. (s.f.). Monitor de Velocidad**.** Recuperado el 20 de Noviembre del 2014 de http://www.youngusa.com/products/7/5.html

ANEXOS

MICROCHIP

PIC16F87XA

28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers

Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

High-Performance RISC CPU:

- Only 35 single-word instructions to learn
- All single-cycle instructions except for program branches, which are two-cycle
- Operating speed: DC – 20 MHz clock input
  DC – 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of Flash Program Memory,
  Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM),
  Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to other 28-pin or 40/44-pin PIC16CXXX and PIC16FXXX microcontrollers

Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during Sleep via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master mode) and I^2C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) – 8 bits wide with external $\overline{RD}$, $\overline{WR}$ and $\overline{CS}$ controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

Analog Features:

- 10-bit, up to 8-channel Analog-to-Digital Converter (A/D)
- Brown-out Reset (BOR)
- Analog Comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference (V_{REF}) module
  - Programmable input multiplexing from device inputs and internal voltage reference
  - Comparator outputs are externally accessible

Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycle Enhanced Flash program memory typical
- 1,000,000 erase/write cycle Data EEPROM memory typical
- Data EEPROM Retention > 40 years
- Self-reprogrammable under software control
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Single-supply 5V In-Circuit Serial Programming
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving Sleep mode
- Selectable oscillator options
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins

CMOS Technology:

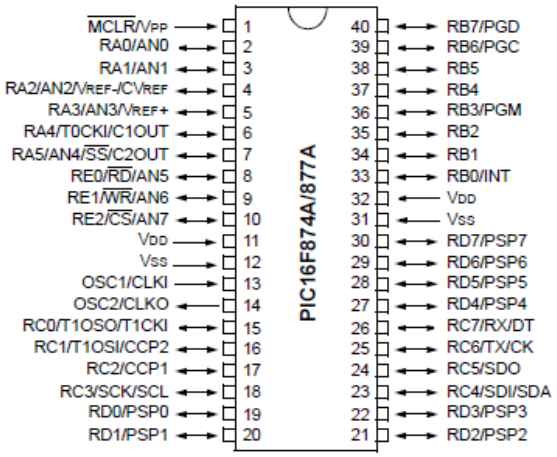
- Low-power, high-speed Flash/EEPROM technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption

Device	Program Memory		Data SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)	I/O	10-bit A/D (ch)	CCP (PWM)	MSSP		USART	Timers 8/16-bit	Comparators
	Bytes	# Single Word Instructions						SPI	Master I^2C			
PIC16F873A	7.2K	4096	192	128	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F874A	7.2K	4096	192	128	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F876A	14.3K	8192	368	256	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F877A	14.3K	8192	368	256	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2

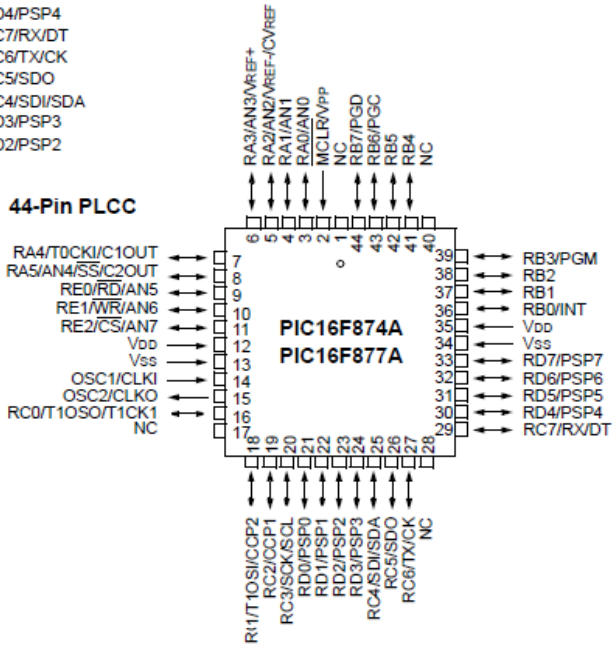
© 2003 Microchip Technology Inc.

Pin Diagrams (Continued)

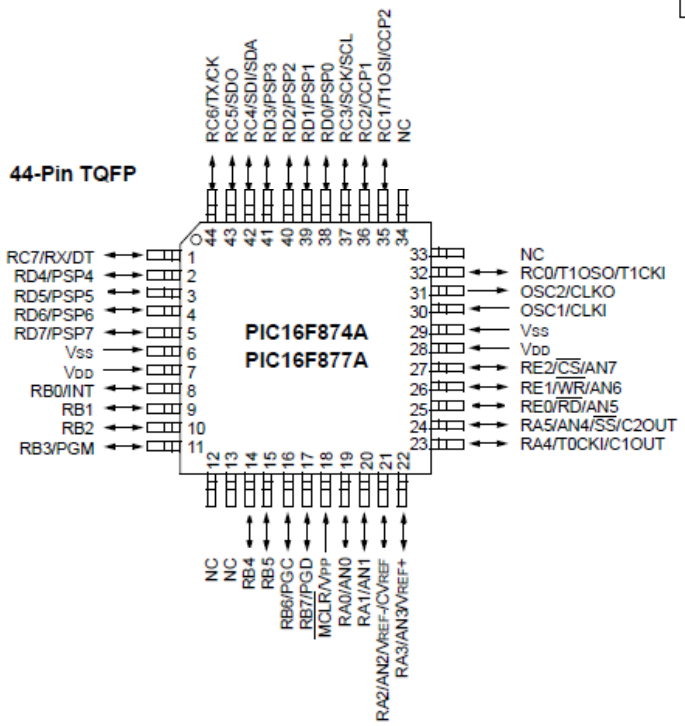
40-Pin PDIP



44-Pin PLCC



44-Pin TQFP



YOUNG — Model 05103 Wind Monitor

The Wind Monitor is a high performance, rugged wind sensor. Its simplicity and corrosion-resistant construction make it ideal for a wide range of wind measuring applications.

The wind speed sensor is a four blade helicoid propeller. Propeller rotation produces an AC sine wave voltage signal with frequency directly proportional to wind speed. Slip rings and brushes are eliminated for increased reliability.

The wind direction sensor is a rugged yet lightweight vane with a sufficiently low aspect ratio to assure good fidelity in fluctuating wind conditions. Vane angle is sensed by a precision potentiometer housed in a sealed chamber. With a known excitation voltage applied to the potentiometer, the output voltage is directly proportional to vane angle. A mounting orientation ring assures correct realignment of the wind direction reference when the instrument is removed for maintenance.

The instrument is made of UV stabilized plastic with stainless steel and anodized aluminum fittings. Precision grade, stainless steel ball bearings are used. Transient protection and cable terminations are in a convenient junction box. The instrument mounts on standard 1 inch pipe.

For offshore and marine use, **Model 05106, Wind Monitor-MA** features special waterproof bearing lubricant and a sealed, heavy duty cable pigtail in place of the standard junction box. Separate signal conditioning for voltage or current outputs is available.

The Wind Monitor is available with two additional output signal options. **Model 05103V** offers calibrated 0-5 VDC outputs, convenient for use with many dataloggers. **Model 05103L** provides a calibrated 4-20 mA current signal for each channel, useful in high noise areas or for long cables (up to several kilometers). Signal conditioning electronics are integrated into the sensor junction box.

Specifications

Range:
Wind speed: 0-100 m/s (224 mph)
Azimuth: 360° mechanical, 355° electrical (5° open)

Accuracy:
Wind speed: ±0.3 m/s (0.6 mph) or 1% of reading
Wind direction: ±3 degrees

Threshold:*
Propeller: 1.0 m/s (2.2 mph)
1.1 m/s (2.4 mph) 05106
Vane: 1.1 m/s (2.4 mph) 05103

Dynamic Response:*
Propeller distance constant (63% recovery) 2.7 m (8.9 ft)
Vane delay distance (50% recovery) 1.3 m (4.3 ft)
Damping ratio: 0.3
Damped natural wavelength: 7.4 m (24.3 ft)
Undamped natural wavelength: 7.2 m (23.6 ft)

Signal Output:
Wind speed: magnetically induced AC voltage, 3 pulses per revolution, 1800 rpm (90 Hz) – 8.8 m/s (19.7 mph)
Azimuth: analog DC voltage from conductive plastic potentiometer – resistance 10K Ω, linearity 0.25%, life expectancy – 50 million revolutions

Power Requirement:
Potentiometer excitation: 15 VDC maximum

Dimensions:
Overall height: 37 cm (14.6 in)
Overall length: 55 cm (21.7 in)
Propeller: 18 cm (7 in) diameter
Mounting: 34 mm (1.34 in) diameter (standard 1 inch pipe)

Weight:
Sensor weight: 1.0 kg (2.2 lbs)
Shipping weight: 2.3 kg (5 lbs)

**Nominal values, determined in accordance with ASTM standard procedures.*

MODEL 05103V 0-5 VDC outputs

Power Requirement:
8-24 VDC (5 mA @ 12 VDC)

Operating Temperature:
-50 to 50° C

Output Signals:
0-5.00 VDC full scale

MODEL 05103L 4-20 mA outputs

Power Requirement:
8-30 VDC (40 mA max.)

Operating Temperature:
-50 to 50° C

Output Signals:
4-20 mA full scale

CE *Complies with applicable CE directives.*
Specifications subject to change without notice.

Ordering Information — MODEL

WIND MONITOR	**05103**
WIND MONITOR 0-5 VDC OUTPUTS	**05103V**
WIND MONITOR 4-20 mA OUTPUTS	**05103L**
WIND MONITOR-MA (MARINE MODEL)	**05106**
WIND SENSOR INTERFACE (FOR USE WITH 05106) 0-5 VDC	**05603C**
WIND LINE DRIVER (FOR USE WITH 05106) 4-20 mA	**05631C**

R.M. YOUNG COMPANY
2801 Aero Park Drive
Traverse City, Michigan 49686 USA
TEL: (231) 946-3980 FAX: (231) 946-4772
E-mail: met.sales@youngusa.com
Web Site: www.youngusa.com

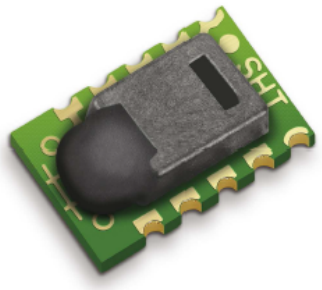
Copyright © 2005 R.M. Young Company, Printed in U.S.A. 11/05

SENSIRION
THE SENSOR COMPANY

Datasheet SHT1x (SHT10, SHT11, SHT15)

Humidity and Temperature Sensor IC

- Fully calibrated
- Digital output
- Low power consumption
- Excellent long term stability
- SMD type package – reflow solderable



Product Summary

SHT1x (including SHT10, SHT11 and SHT15) is Sensirion's family of surface mountable relative humidity and temperature sensors. The sensors integrate sensor elements plus signal processing on a tiny foot print and provide a fully calibrated digital output. A unique capacitive sensor element is used for measuring relative humidity while temperature is measured by a band-gap sensor. The applied CMOSens® technology guarantees excellent reliability and long term stability. Both sensors are seamlessly coupled to a 14bit analog to digital converter and a serial interface circuit. This results in superior signal quality, a fast response time and insensitivity to external disturbances (EMC).

Each SHT1x is individually calibrated in a precision humidity chamber. The calibration coefficients are programmed into an OTP memory on the chip. These coefficients are used to internally calibrate the signals from the sensors. The 2-wire serial interface and internal voltage regulation allows for easy and fast system integration. The tiny size and low power consumption makes SHT1x the ultimate choice for even the most demanding applications.

SHT1x is supplied in a surface-mountable LCC (Leadless Chip Carrier) which is approved for standard reflow soldering processes. The same sensor is also available with pins (SHT7x) or on flex print (SHTA1).

Dimensions

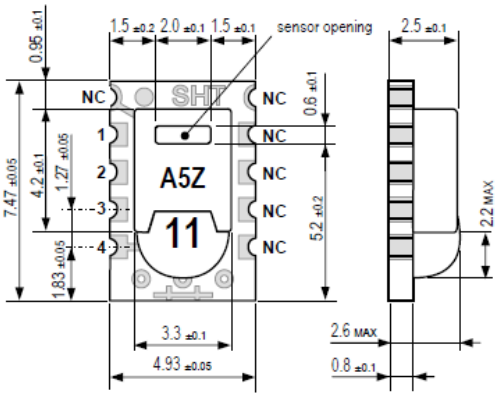


Figure 1: Drawing of SHT1x sensor packaging, dimensions in mm (1mm = 0.039inch). Sensor label gives "11" for SHT11 as an example. Contacts are assigned as follows: 1:GND, 2:DATA, 3:SCK, 4:VDD.

Sensor Chip

SHT1x V4 – for which this datasheet applies – features a version 4 Silicon sensor chip. Besides the humidity and temperature sensors the chip contains an amplifier, A/D converter, OTP memory and a digital interface. V4 sensors can be identified by the alpha-numeric traceability code on the sensor cap – see example "A5Z" code on Figure 1.

Material Contents

While the sensor is made of a CMOS chip the sensor housing consists of an LCP cap with epoxy glob top on an FR4 substrate. The device is fully RoHS and WEEE compliant, thus it is free of Pb, Cd, Hg, Cr(6+), PBB and PBDE.

Evaluation Kits

For sensor trial measurements, for qualification of the sensor or even experimental application (data logging) of the sensor there is an evaluation kit *EK-H4* available including SHT71 (same sensor chip as SHT1x) and 4 sensor channels, hard and software to interface with a computer. For other evaluation kits please check www.sensirion.com/humidity.

MODELO 52202 / 52203
SONDA DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL

HOJA DE INSTRUCCIÓN 52202-90-sp
REV 01-01

INTRODUCCIÓN

El Modelo 52202/52203, sonda de precipitación pluvial, cumple con las especificaciones de la Organización Meteorológica Mundial (WMO). El uso extensivo de sus componentes termoplásticos, otorga un máximo funcionamiento y resistencia a la corrosión. El Modelo 52203 sin calentador, es para usarse en climas cálidos. El Modelo 52202 con calentador para un año de uso, aproximadamente.

LOCALIZACIÓN DE LA SONDA DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL

La medición de la precipitación se afecta por la ubicación de la sonda de precipitación. Seleccione una localización que se encuentre naturalmente protegida de ráfagas de viento y vientos fuertes. Evite instalarlo inclinado hacia contaminantes y desechos, tales como polvo, hojas de árbol, etc.

INSTALACIÓN

El Modelo 52202/52203 está totalmente calibrado de fábrica. La cubeta movible está asegurada para prevenir algún daño durante el transporte. Para la instalación, deberá seguirse el siguiente procedimiento:

1. Quite los tres tornillos que sujetan la cubeta a la base de ensamble. Cuidadosamente levante la estructura separándola de la base.
2. Quite los seguros de transporte de la cubeta. Verifique que el balancín de la cubeta se mueva libremente.
3. Coloque los cables del sensor y los del calefactor (cuando se utilicen) a las terminales, según se muestra en el diagrama de instalación.
4. Ajuste los tornillos niveladores hasta que la burbuja quede centrada.
5. Coloque la cubeta. Si es el modelo calentado, los cables correspondientes (grises) deben colocarse en las terminales C y D antes de colocar la cubeta. Apriete los tornillos.

MANTENIMIENTO

La sonda de precipitación deberá ser revisada periódicamente. La suciedad y los desechos acumulados deberán limpiarse del embudo, la pantalla y de la cubeta del ensamble. Las conexiones eléctricas deberán revisarse y limpiarse. Los tornillos niveladores deberán reajustarse en este momento. La recalibración periódica es recomendable para asegurar la precisión de las mediciones.

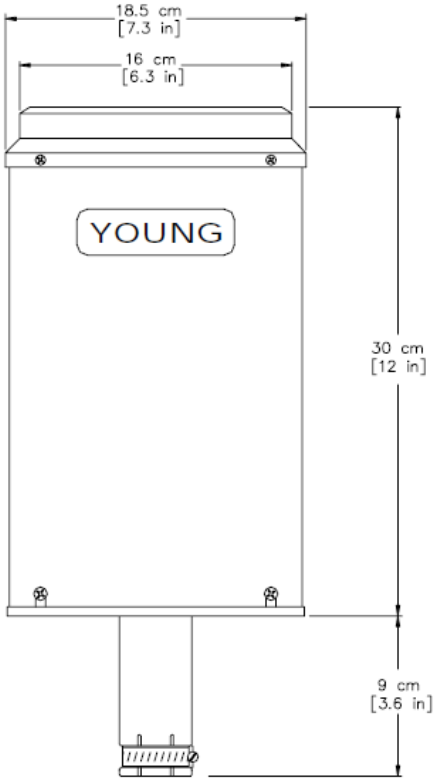
CALIBRACIÓN

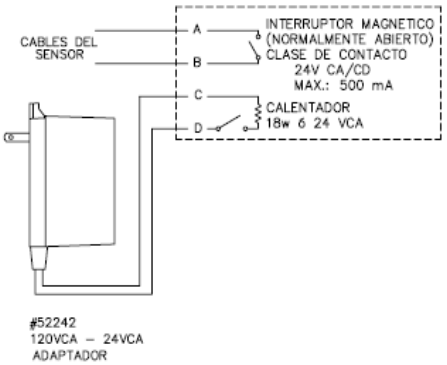
Para revisar o recalibrar la sonda de precipitación, se sugieren los siguientes pasos:

1. Con la sonda de precipitación apropiadamente nivelada, vierta despacio el volumen medido de agua dentro del embudo colector. La velocidad deberá ser de aproximadamente 0.5 ml por segundo. El balancín deberá inclinarse 5 veces por cada 10 ml de agua. Por ejemplo, 100 ml deberán mostrar un conteo de 50 +/- 1. Las inclinaciones de la cubeta podrán contarse manualmente o con un contador conectado a las terminales de la sonda de precipitación.
2. Si la medida de conteo muestra un error mayor al 2%, ajuste los tornillos de calibración para corregir el error. Eleve los tornillos si el conteo es bajo, baje los tornillos si el conteo es alto.
   Siempre ajuste ambos tornillos a la misma altura.

ESPECIFICACIONES

ÁREA DE CAPTACIÓN:	200 cm2
SENSIBILIDAD:	0.1 mm por golpe
PRECISIÓN:	2% hasta de 25 mm/hr de precipitación, 3% a precipitaciones mayores a 25 mm/hr
SALIDA:	Interruptor magnético normalmente abierto
CONTACTO:	24 V CA/CD 500 mA MAX
TEMP. DE OPERACIÓN:	-20°C a +50°C (calentado)
PODER:	18 watts @ 24 VCA para el calentador solamente.





EVAPORÍMETRO MODELO 255-100

ESPECIFICACIONES:

Potenciómetro:

Precisión: 0.25%
Rotación: Continuous
Resistencia: 1000 ohms
Temperatura de Operación: -40° a 60°C
Linealidad: 0.25%
Rango: 0-250mm

Precisión del Sistema: *Evaporímetro con tanque y tuberías ± 0.25% sobre rango 250mm*

Flotador: *10mm diametro*

Altura: *700mm*

Diametro: 200mm

Base: triángulo de 40mm con tornillos de nivelado

Puerto de entrada de agua: *1/2" acoplador NP, hembra*

Cable: *3 conductor, 15m*

Peso: *3,2 kg*

Embalaje: *380 x 380 x 760 (sobredimensionado)*

El Evaporímetro analógico automático Modelo 255-100 se utiliza para determinar la tasa de evaporación midiendo el cambio del nivel de agua en un tanque de evaporación. Se recomienda el uso de un tanque de evaporación de clase A según el Servicio Nacional Meteorológico. El sensor consiste en un flotador, una polea, y un contrapeso unido a un potenciómetro de precisión de 1,000 ohm montado a través de un conjunto de engranajes en una carcasa resistente a la intemperie. La placa base triangular tiene tres tornillos de nivelación. El potenciómetro produce una salida de resistencia proporcional a la posición del flotador que se puede conectar a nuestras estaciones meteorológicas automáticas de la Serie METEODATA-2000/3000C, que asimismo permiten la transmisión de datos a una Estación Central.

El sensor de nivel de agua se puede colocar directamente en el tanque, o conectado externamente al tanque por medio de un tubo y accesorios adecuados.

DALLAS SEMICONDUCTOR

DS1307
64 x 8 Serial Real-Time Clock

www.maxim-ic.com

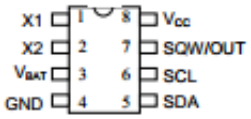
FEATURES

- Real-time clock (RTC) counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap-year compensation valid up to 2100
- 56-byte, battery-backed, nonvolatile (NV) RAM for data storage
- Two-wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power-fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500nA in battery backup mode with oscillator running
- Optional industrial temperature range: -40°C to +85°C
- Available in 8-pin DIP or SOIC
- Underwriters Laboratory (UL) recognized

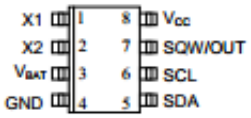
ORDERING INFORMATION

DS1307	8-Pin DIP (300-mil)
DS1307Z	8-Pin SOIC (150-mil)
DS1307N	8-Pin DIP (Industrial)
DS1307ZN	8-Pin SOIC (Industrial)

PIN ASSIGNMENT



DS1307 8-Pin DIP (300-mil)



DS1307 8-Pin SOIC (150-mil)

PIN DESCRIPTION

V_{CC}	- Primary Power Supply
X1, X2	- 32.768kHz Crystal Connection
V_{BAT}	- +3V Battery Input
GND	- Ground
SDA	- Serial Data
SCL	- Serial Clock
SQW/OUT	- Square Wave/Output Driver

DESCRIPTION

The DS1307 Serial Real-Time Clock is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially via a 2-wire, bi-directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power sense circuit that detects power failures and automatically switches to the battery supply.

MAX232x Dual EIA-232 Drivers/Receivers

1 Features

- Meets or Exceeds TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Operates From a Single 5-V Power Supply With 1.0-µF Charge-Pump Capacitors
- Operates up to 120 kbit/s
- Two Drivers and Two Receivers
- ±30-V Input Levels
- Low Supply Current: 8 mA Typical
- ESD Protection Exceeds JESD 22
  - 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Upgrade With Improved ESD (15-kV HBM) and 0.1-µF Charge-Pump Capacitors is Available With the MAX202 Device

2 Applications

- TIA/EIA-232-F
- Battery-Powered Systems
- Terminals
- Modems
- Computers

3 Description

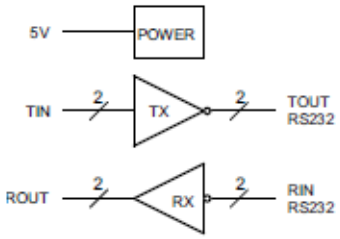
The MAX232 device is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply TIA/EIA-232-F voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts TIA/EIA-232-F inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V, a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ±30-V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into TIA/EIA-232-F levels.

Device Information(1)

ORDER NUMBER	PACKAGE (PIN)	BODY SIZE
MAX232x	SOIC (16)	9.90 mm × 3.91 mm
	SOIC (16)	10.30 mm × 7.50 mm
	PDIP (16)	19.30 mm × 6.35 mm
	SOP (16)	10.3 mm × 5.30 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the datasheet.

4 Simplified Schematic



Sistemas Tecnológicos

Educativos, meteorología, metalografía

Cliente: ***Sr. Ricardo Arevalo***
Atención: Sr. Ricardo Arevalo
Datos Cliente: E-mail: ricardo_xj@hotmail.com
Asunto: Varios Sensores

Referencia: SIS-190-2014

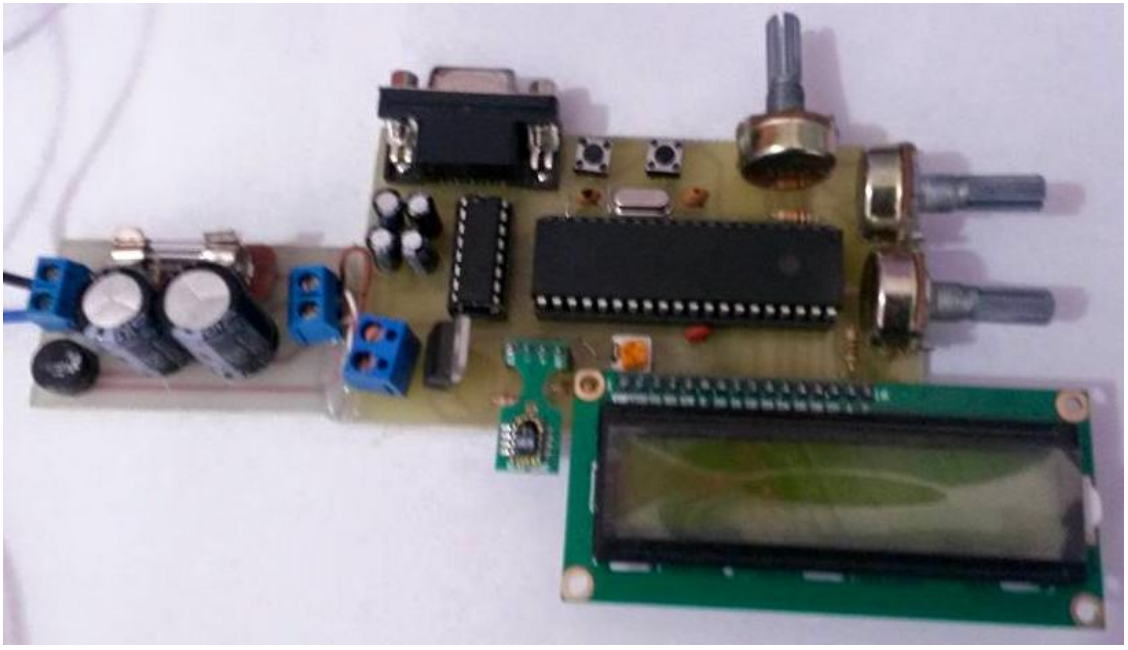
Fecha: Quito, 19 de Septiembre de 2014

Item	Cant	Código	Descripción	P. Unit	P. Total
1.1	1	HMP155 VAISALA	Sensor de Temperatura y Humedad. Incluye cable de 3 metros y certificado de calibración	900.00	900.00
1.2	1	Shield	Protector de Radiación Solar	450.00	450.00
2	1	52203	Sensor de Precipitación. Salida de contacto seco.	690.00	690.00
3	1	5103	Sensor de Dirección y Velocidad del Viento Incluye cable de 10 metros	1,215.00	1,215.00
4	1	255-100	Sensor de Evaporación	1,493.00	1,493.00

Sub - Total	USD.	4,748.00
12% IVA	USD.	569.76
Total a Pagar	USD.	5,317.76

Condiciones de pago: 70% de anticipo y 30% contraentrega.
Validez de la oferta: 45 días
Tiempo de entrega: 5 semanas después de recibir la orden de compra
Garantía Técnica: 12 meses sobre defectos de fábrica.
Atentamente,

Ing. Rodrigo Astudillo
Asesor Técnico

Miguel Alvarez Cortez Oe2-89 y Jorge Gole Telefax (02) 604 3210 / 603 6517
Celular: 0995655950 / 0998940234
E-mail: ventas@sistemastecnologicos.com.ec

Circuito