



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**  
**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**INGENIERIA ELECTRÓNICA**

**RESIDENCIA PROFESIONAL**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

**SERVICIO DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS PARA EL MONITOREO  
CLIMÁTICO (NUBIC´S).**

**TRABAJO:**

**INFORME TECNICO**

**ALUMNO:**

**ABRAHAM OCAMPO SANTOS**

**NUM. CONTROL 12270497**

**LUGAR:**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

**ASESOR:**

**DR. HÉCTOR RICARDO HERNANDEZ DE LEÓN**

**Tuxtla Gutiérrez Chiapas; a 02 de Junio de 2017.**

Contenido	Pág.
1. Introducción.....	5
1.1. Información de la institución donde se desarrolló el proyecto Historia... del ITTG	5
1.2. Misión.....	6
1.3. Visión.....	6
1.4. Localización.....	6
1.5. Área específica relacionada directamente con el proyecto.....	7
1.6. Antecedentes.....	7
1.7. Planteamiento de Problema.....	8
1.8. Objetivos.....	8
1.8.1. Objetivo General.....	8
1.8.2. Objetivos Específicos.....	8
1.9. Justificación.....	9
1.10. Problemas a resolver.....	10
1.11. Delimitación del Tema.....	11
2. Fundamento Teórico.....	11
2.1. Descripción general de una Estación Meteorológica Automática.....	12
2.2. Variables y elementos de una estación meteorológica automática.....	14
2.2.1. Humedad Relativa.....	14
2.2.2. Viento.....	15
2.2.3. Precipitación.....	18
2.3. Componentes electrónicos utilizados.....	20
2.3.1. Microcontrolador.....	20
2.3.2. Características del microcontrolador.....	21
2.3.3. Controlador de carga solar (Driver).....	22
2.3.3.1. Controladores PMW.....	22
2.3.3.2. Controladores MPPT.....	23
2.3.4. Relevador.....	23
2.3.5. TIP31.....	23
2.3.6. Diodo 1N4148.....	24
2.3.7. TRIAC.....	24
3. Procedimiento y descripción de las actividades realizada.....	25
3.1. Diagrama a bloques de la estación meteorológica.....	27
3.2. Diseño del datalogger.....	28
3.2.1. Primer diseño (local).....	28
3.2.2. Segundo diseño (regional).....	30
3.2.3. Tercer diseño (nacional).....	32
3.3. Diseño del controlador de carga.....	35
3.4. Programación del microcontrolador.....	38

3.5. Diseño del prototipo de la estación.....	41
4. Resultados.....	44
4.1. Pruebas de funcionamiento.....	44
4.2. Mejora continua del proyecto.....	46
Conclusión.....	50
Fuentes de información.....	51

## Índice de imágenes

Fig. 1.1. Carretera Panamericana Km 1080. Tuxtla Gutiérrez Chiapas
Fig. 1.2. Desastres naturales
Fig. 2.1. Estación meteorológica
Fig. 2.2. Partes de una estación meteorológica
Fig. 2.3. Diagrama de bloque de una estación meteorológica
Fig. 2.4. Instrumento para medir Humedad relativa
Fig. 2.5. Ilustración de una veleta
Fig. 2.6. Ilustración de un anemómetro
Fig. 2.7. Pluviómetro de balancín
Fig. 2.8. Pluviómetro de pesaje
Fig. 2.9. Sensor óptico para medir precipitación
Fig. 2.10. Microcontrolador Tiva C
Fig. 2.11. Controlador de carga PMW
Fig. 2.12. Controlador de carga MPPT
Fig. 2.13. Ilustración de un relevador
Fig. 2.14. Ilustración de un transistor TIP31
Fig. 2.15. Ilustración de un TRIAC
Fig. 3.1. Diseño de circuito en Proteus
Fig. 3.2. Diseño de PCB en ARES
Fig. 3.3. Imagen de circuito a imprimir en placa fenólica
Fig. 3.4. Segundo diseño de circuito en Proteus
Fig. 3.5. Segundo diseño de PCB en ARES
Fig. 3.6. Visualización en 3D del circuito diseñado
Fig. 3.7. tarjeta construida
Fig. 3.8. Pista ruteadas en placa fenólica
Fig. 3.9. Tercer diseño de circuito en Proteus
Fig. 3.10. Tercer diseño de PCB en ARES
Fig. 3.11. Visualización en 3D del circuito diseñado parte frontal
Fig. 3.12. Visualización en 3D del circuito diseñado parte posterior
Fig. 3.13. Tarjeta construida en placa fenólica parte frontal
Fig. 3.14. Tarjeta construida en placa fenólica parte posterior
Fig. 3.15. Diagrama de un comparador
Fig. 3.16. Gráfica de un comparador

- Fig. 3.17. Simulación y diseño de controlador de carga
- Fig. 3.18. Visualización en 3D de controlador de carga
- Fig. 3.19. Prueba del controlador de carga
- Fig. 3.20. Placa construida del controlador de carga
- Fig. 3.21. Diseño de estación en AutoCAD
- Fig. 3.22. Estación convencional Campbell
- Fig. 3.23. Estación meteorológica en el local
- Fig. 3.24. Estación meteorológica en el regional
- Fig. 3.25. Estación meteorológica en el nacional
- Fig. 3.26. Logo de la empresa Cloudi
- Fig. 4.1. Accesos a plataforma web
- Fig. 4.2. Estaciones meteorológicas activas dentro de la republica
- Fig. 4.3. Página principal de plataforma web
- Fig. 4.4. Gráfica del sensor pluviómetro
- Fig. 4.5. Diseño de circuito driver en Proteus
- Fig. 4.6. Diseño de PCB de driver en ARES
- Fig. 4.7. Visualización en 3D de la tarjeta electrónica vista frontal
- Fig. 4.8. Visualización del ruteo de pistas en 3D de la tarjeta electrónica
- Fig. 4.9. Circuito en placa fenolica
- Fig. 4.10. Placa fenólica dentro de su gabinete
- Fig. 4.11. Pruebas de carga y descarga de driver

## **1. Introducción**

Una Estación Meteorológica Automática, está conformada por un grupo de sensores que registran y transmiten información meteorológica de forma automática de los sitios donde están estratégicamente colocadas. Su función principal es la recopilación y monitoreo de algunas Variables Meteorológicas para generar archivos del promedio de cada 10 minutos de todas las variables, esta información es enviada vía satélite en intervalos de 1 a 3 horas por estación.

Una estación meteorológica automática (E.M.A.), es una herramienta por la cual se obtienen datos de los parámetros meteorológicos como temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, presión atmosférica, lluvia y otros, leídos por medio de sensores eléctricos. Las lecturas son acondicionadas para luego ser procesadas mediante la tecnología de microcontroladores o microprocesadores, y transmitidas a través de un sistema de comunicación (radio, satélites, teléfono, etc.) en forma automática. La estación automática funciona en forma autónoma, las 24 horas, con un sistema de alimentación a través de energía solar (paneles solares), o mediante el uso de la energía eólica.

La implementación de una estación de esta naturaleza tiene varias ventajas como por ejemplo adquisición de datos en tiempo variable de acuerdo a la necesidad del meteorólogo (durante eventos atmosféricos severos, se requiere mayor cantidad de datos) necesidad de colocar estaciones automáticas en lugares hostiles de difícil acceso mayor confiabilidad en algunos datos meteorológicos y, rapidez en realizar tareas estadísticas.

### **1.1. Información de la institución donde se desarrolló el proyecto**

#### Historia del ITTG

El Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez es una institución pública dependiente de la Secretaría de Educación Pública. Imparte 8 licenciaturas y 2 programas de posgrado en las áreas de Ingeniería, Tecnología y Ciencias Administrativas.

El Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez fue fundado el 24 de octubre de 1972, se encuentra ubicado en el centro del estado de Chiapas, que por su gran variedad de climas y suelos es propio para el cultivo de muy diversas especies vegetales nativas y adaptadas, con lo que se puede desarrollar la agroindustria, así como muchos otros procesos industriales a partir del gran potencial que ofrece este estado, en el cual el Instituto debe constituirse en el sujeto de cambio, al presentar alternativas de desarrollo sustentable del estado en forma multidisciplinaria.

Los principales laboratorios con los que cuenta el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez son:

- ✓ Microbiología
- ✓ Biotecnología
- ✓ Química
- ✓ Química pesada
- ✓ Mecánica Sistemas computacionales
- ✓ Ingeniería industrial
- ✓ Plantas piloto
- ✓ Polo Tecnológico Nacional

*Proyectos de vinculación exitosos con la industria*

- ✓ Aprovechamiento integral del timbre
- ✓ Incremento en el contenido de sacarosa en la caña de azúcar
- ✓ Efectos del boro en la producción del cacahuate
- ✓ Factibilidad técnica en la extracción de aceites esenciales de la flora chiapaneca

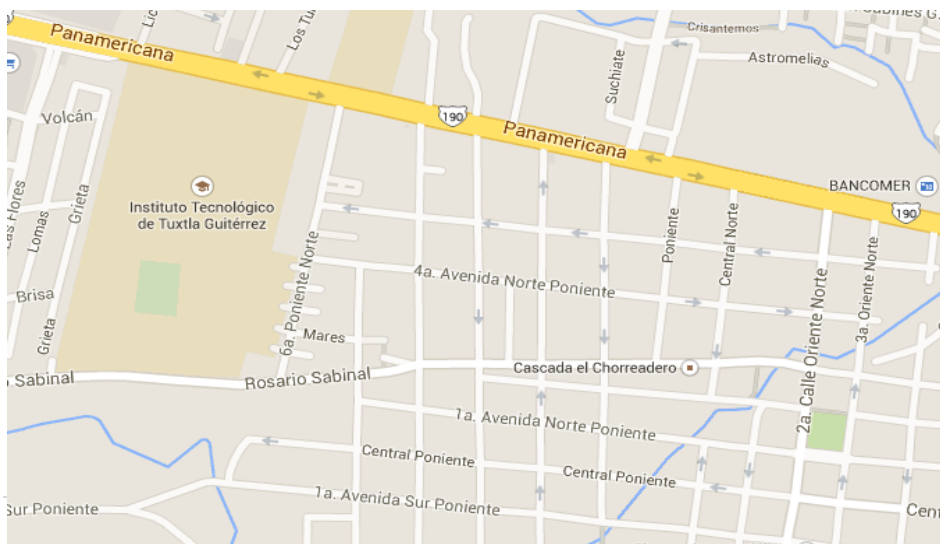
## 1.2. Misión

Formar de manera integral profesionistas de excelencia en el campo de la ciencia y la tecnología con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores éticos.

## 1.3. Visión

Ser una Institución de excelencia en la educación superior tecnológica del Sureste, comprometida con el desarrollo socioeconómico sustentable de la región.

## 1.4. Localización



**Fig. 1.1.**  
**Carretera**  
**Panamericana**  
**Km 1080.**  
**Tuxtla**  
**Gutiérrez**  
**Chiapas, C.P.**  
**29050.**

## 1.5. Área específica relacionada directamente con el proyecto

El laboratorio de Ingeniería Electrónica cuenta con 8 áreas destinadas a la investigación, desarrollo e implementación de proyectos escolares, 5 de las cuales son educativas, en las que los docentes imparten clases de: electrónica digital, PLC, electrónica de potencia, instrumentación, mediciones eléctricas, programación en c y electrónicas analógicas. Dos más son para investigación, una pertenece al grupo de IEEE y la otra es de desarrollo de circuitos electrónicos. La última área está destinada para que los alumnos desarrollen sus actividades en extra clase. Parte del área que se ocupó en la realización de éste proyecto fueron las de IEEE, las de Electrónicas Analógicas y desarrollo de circuitos electrónicos y el almacén de Mecatrónica.

La carrera de Ingeniería Electrónica tiene como misión “formar profesionales de excelencia con competencias en el ámbito de la Ingeniería Electrónica, motivados para la promoción del desarrollo profesional y el conocimiento científico y tecnológico, con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores cívicos y éticos”.

## 1.6. Antecedentes

Los estados de Chiapas y principalmente de Tabasco son afectados de manera importante por eventos climatológicos inherentes a la zona (lluvias, vientos, etc.)

Estos estados cuentan con una gran cantidad de cuerpos de agua como lo son en mayor medida los ríos Grijalva y el Usumacinta (cuenca Grijalva-Usumacinta), que son los de mayor caudal y los que más afectan a las comunidades cercanas a estos.

Se dice que los eventos naturales se han agravado por diferentes situaciones, tal como la tala inmoderada, los cambios efectuados a la geografía natural de estos sitios, el creciente y avasallador cambio climático, entre otros.



**Fig. 1.2.**

La mayoría de estos sucesos pueden ser revertidos quizá no de manera inmediata, pero si comenzar con medidas que propicien que estas destructivas, nocivas y costosas secuelas de eventos naturales, no mengüen las actividades socio-económicas de la región.

Uno de los eventos más desastrosos fue el ocurrido en el año 2007 a causa de un frente frío en concomitancia con el huracán Noel en el mar Caribe, las constantes y prolongadas lluvias repercutieron de manera inmediata en presas tan importantes como son La Angostura, Chicoasen, Peñitas y Malpaso, elevando y sobrepasando el NAMO (Nivel de Aguas Máximas Ordinarias), propio de cada una.

Al desfogar las presas, el agua era tal, que los ríos se desbordaron, desencadenando así la inundación de una gran cantidad de poblaciones en cuestión de minutos, ocasionando pérdidas de flora, fauna, cosechas y de vidas humanas.

Se ha calculado que este episodio en la vida económica de los estados, ha tenido un gran impacto, siendo una faceta muy difícil de cubrir.

### **1.7. Planteamiento de Problema**

En el estado Chiapas, las fuertes lluvias y vientos provocan daños materiales y pérdidas humanas y esto se debe a la deficiencia de la tecnología utilizada por parte del equipo de protección civil para la prevención y alertamiento de desastres naturales, teniendo como herramienta estaciones meteorológicas obsoletas y deshabilitadas, teniendo así pérdidas de datos importantes acerca del estado climático.

### **Nombre del Proyecto**

“SERVICIO DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS PARA EL MONITOREO CLIMÁTICO (NUBIC´S)”.

### **1.8. Objetivos**

#### **1.8.1. Objetivo General**

Crear un prototipo autónomo de monitoreo de variables climáticas, utilizando una tarjeta electrónica de Texas Instrument Tiva C para leer, almacenar y transmitir la información a través de un modem GPRS en tiempo real.

#### **1.8.2. Objetivos Específicos**

- Diseñar una tarjeta electrónica que sea una base para el microcontrolador y sus componentes electrónicos (resistencias, capacitores, conectores y reguladores).
- Integrar diferentes tecnologías de sensores a la tarjeta microcontrolador.



- Crear un algoritmo de lenguaje de programación a bajo nivel para el microcontrolador.
- Implementar desarrollo de hardware de la estación completa con sensores y su alimentación propia por energía renovable (panel solar).
- Construcción de driver de carga para controlar el proceso de carga de la batería y el panel solar.

### **1.9. Justificación**

La elaboración y desarrollo de este proyecto puede resolver diversas problemáticas, como:

- Evitar la compra de productos similares en el extranjero.
- Mediciones inexactas. Mediciones fuera de tiempo.
- Información con acceso abierto.
- Acceso restringido desde un punto único o central.
- Sistemas complejos que requieren cierto grado de preparación para su uso.
- Evitar el invertir en nuevas estaciones en caso de que algún componente falle.
- Red inestable por hacer uso de múltiples plataformas.
- La autonomía de consumo de energía ineficiente.

El diseño y construcción de una estación meteorológica tiene como objetivo leer, almacenar, interpretar y transmitir datos importantes en tiempo real a través de una comunicación inalámbrica que sea eficiente, para que con ella se pueda tener un certero alertamiento a una población o a una ciudad entera de probables desastres naturales que se puedan efectuar y que esto cause daños materiales o peor aún pérdidas humanas.

La creación e implementación de una red de estaciones meteorológicas conectadas entre sí puede ser de gran ayuda a dependencias públicas como protección civil, los cuales son los encargados de alertar a la sociedad cuando un fenómeno natural afectara a una población en específica, teniendo grandes deficiencias, como por ejemplo, las lluvias en el estado en Chiapas son muy fuerte y causan en gran parte afectaciones por deslaves de cerros y por inundaciones de calles a causa del escurrimiento de los cerros, pero con un sistema de alertamiento por estaciones de una red de pluviómetros situadas en partes estratégicas de una ciudad en específica se puede ganar tiempo para poder evacuar si es necesario a una población y alertar a tiempo.

Las dependencias privadas también pueden requerir de una red de estaciones meteorológicas como por ejemplo los aeropuertos, los campos agrícolas, entre otros, esto para tener datos importantes leídos por sensores analógicos y digitales que proporcionen información de variables climáticas de conveniencia importante para tener un control del tiempo.

### **1.10. Problemas a resolver**

El suministro de información meteorológica relacionada con el tiempo, el clima y el agua también se necesita para apoyar a las actividades socioeconómicas vitales, tales como la agricultura, salud, transporte, generación de energía, la gestión de recursos hídricos, etc.

Debido a esto, surge la imperiosa necesidad de desarrollar tecnologías alternativas las cuales permitan el monitoreo climático, generando la información climática, permitiendo que las empresas u organizaciones de distintas índoles planeen sus actividades en razón del clima así mejorar el desarrollo, producción, planeación, organización y optimización de las actividades.

Con el proyecto se pretende vincular el sector tecnológico y el sector agrometeorológico mediante el lanzamiento de un servicio de monitoreo climático y generación de información para el estudio meteorológico.

En el estado de Chiapas existe una falta de monitoreo climatológico además de carecer de los datos en tiempo real, el cual impide tener todos los beneficios que otorga la información climática.

El Instituto Nacional de Investigación Forestal Agropecuario y Pecuaria del estado de Chiapas es la autoridad encargada de realizar estudios meteorológicos como la agrometeorología, esto implica implementar estaciones meteorológicas que cubran sus necesidades.

Una de las grandes problemáticas que existen en el estado de Chiapas son las fuertes lluvias y los huracanes que provocan en gran parte afectaciones en municipios, dejando desastres a su paso.

En la ciudad de Tuxtla Gutiérrez la problemática son las fuertes lluvias que afectan a la sociedad en general, esto se debe a que la zona geográfica de esta ciudad esta rodeada de cerros y cañones, que cuando se presentan las lluvias, el escurrimiento de los cerros baja a la ciudad provocando desbordamiento del rio y causando inundaciones de calles y avenidas, teniendo un corto tiempo para la evacuación de las personas que pueden ser afectadas por este fenómeno.

La solución que se tiene para este problema es crear una red de pluviómetros entrelazados y ubicados en lugares estratégicos, para medir la cantidad de lluvia que cae por milímetro cuadrado en un determinado tiempo, y transmitiendo la información obtenida por los sensores en tiempo real inalámbricamente con un modem GPRS, además tener la visualización de los datos en una plataforma web para tener un monitoreo constante y actualizado; así también con el mismo modem que cuenta con tres tecnologías (GPS, GPRS Y GSM), se puede tener la posición exacta de las estaciones instaladas, el envío de los datos obtenidos por los sensores y además mensajes de alertamiento por la red GSM para cuando las variables se desborden y marquen un nivel de riesgo que pueda causar algún daño, y con esa alerta por mensaje, será más práctico para los encargados de la protección civil para tomar medidas de precaución ante la sociedad.

Un problema menos común es cuando se presentan incendios forestales a causa de la inconciencia de las personas y con ayuda de las ráfagas de viento esto se produce en masa y genera grandes incendios quemando una gran parte de los cerros. Para el departamento de bomberos y protección civil es de gran importancia saber la dirección y velocidad del viento, porque para poder apagar un incendio necesitan saber hacia dónde se dirige el viento para acudir en dirección contraria y atacar el fuego; para darle solución a esto es necesario tener veletas y anemómetros conectados en red para monitorear la variable viento, y así tener una noción certera de que tan fuertes y de qué dirección proviene el viento.

### **1.11. Delimitación del Tema**

El proyecto está contemplado para poderse desarrollar dentro de las instalaciones del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, teniendo como un objetivo principal ser el primer Tecnológico que tenga su propio centro meteorológico y monitorear variables de importancia para la prevención y alertamiento de desastres naturales en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

## **2. Fundamento Teórico**

Una estación meteorológica es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables meteorológicas. Estos datos se utilizan tanto para la elaboración de predicciones



**Fig. 2.1.**

meteorológicas a partir de modelos numéricos como para estudios climáticos.

La mayor parte de las estaciones meteorológicas están automatizadas (E.M.A.) requiriendo un mantenimiento ocasional. Además, existen observatorios meteorológicos sinópticos, que sí cuentan con personal (observadores de meteorología), de forma que además de los datos anteriormente señalados se pueden recoger aquellos relativos a nubes (cantidad, altura, tipo), visibilidad y tiempo presente y pasado. La recogida de estos datos se denomina observación sinóptica.

La estación está constituida por los siguientes componentes:

1. Sensores aéreos
2. Consola
3. Software

Las estaciones meteorológicas miden las siguientes variables:

- Temperatura exterior (que permite determinar la Tmax y Tmin).
- Temperatura de rocío
- Presión atmosférica
- Humedad relativa exterior
- Magnitud y dirección del viento
- Precipitación
- Tasa de precipitación
- Radiación solar
- Radiación ultravioleta (UV)

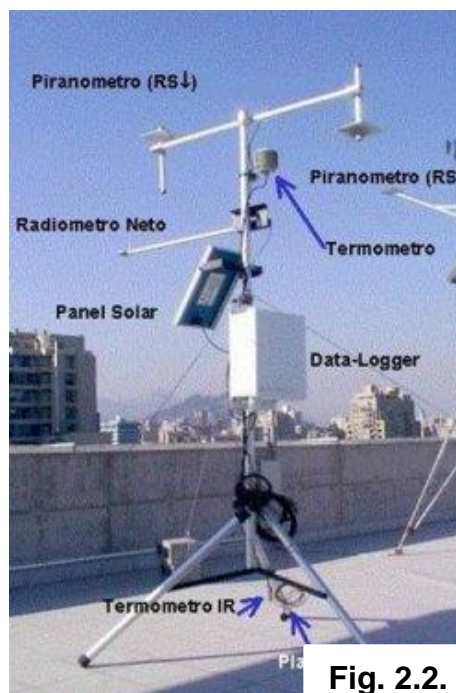


Fig. 2.2.

### 2.1. Descripción general de una Estación Meteorológica Automática

Una estación meteorológica automática (EMA) está definida (según la OMM, Organización mundial de meteorología) como una estación en la que los instrumentos efectúan, registran y/o transmiten automáticamente las observaciones o mediciones.

La finalidad de estas estaciones es generar redes con un mayor número de estaciones que proporcionen mayor cantidad de datos, así como de fiabilidad en

los mismos. En los sitios en los que hay alguna persona encargada de las observaciones, realizarlas en horas en las que el encargado no lo pueda hacer.

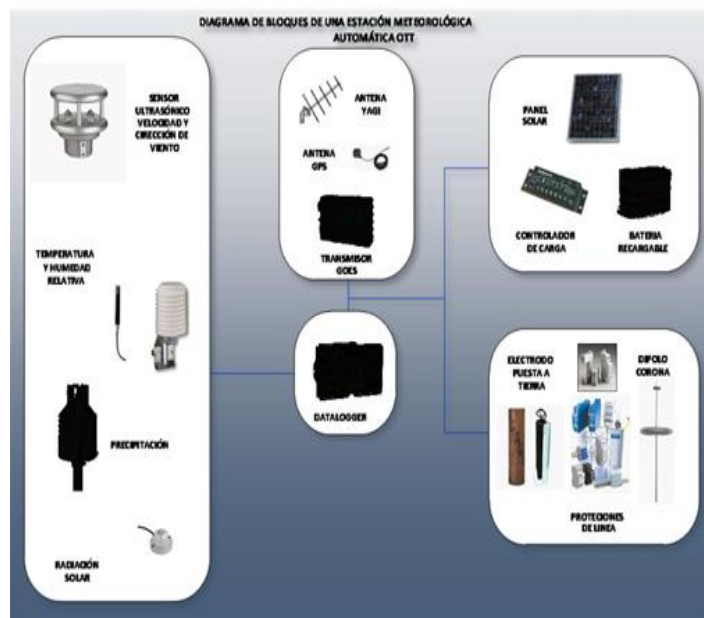
### *Tipos de estaciones*

Las estaciones meteorológicas se utilizan para satisfacer diferentes situaciones desde la ayuda al observador de la estación hasta sustituirlo de manera total. Las hay de varios tipos sin embargo, en general se clasifican en sistemas de tiempo real y sistemas que solo registran datos para su posterior análisis.

### *Características de una estación meteorológica automática*

Una estación meteorológica está constituida básicamente por 5 bloques, uno de ellos son los sensores, los cuales se encuentran midiendo de manera constante la variable asignada de acuerdo a su construcción.

Un sistema central de adquisición de datos (datalogger), que tiene la capacidad de registrar las lecturas que realizan los sensores, almacenarlas y tenerlas disponibles para una posible visualización o transmisión mediante telemetría.



**Fig. 2.3.**

Un sistema de energía autónomo, que brinde a la EMA energía de manera constante. Muchas veces las EMA's son instaladas en sitios de difícil acceso o en definitiva inhóspitos, lo cual repercute en la ausencia de servicios como lo es la red de energía eléctrica.

El sistema de energía autónomo, se provee de energía solar o eólica, dentro de este sistema en general debe existir un dispositivo transformador, un regulador y uno de almacenamiento de la energía.

Un sistema de protección primario, que salvaguarde al sistema en general y otro secundario que proteja a cada dispositivo de manera independiente.

## 2.2. Variables y elementos de una estación meteorológica automática

En el prototipo están incluidas 4 variables climáticas, las cuales son medidas por 4 sensores meteorológicos como lo son: pluviómetro, anemómetro, veleta y sensor de temperatura; cada uno cuenta con un protocolo de comunicación y conexasión, esto se debe a las diferentes marcas de proveedores que diseñan los sensores.

Para poder lograr la unión de diferentes marcas de sensores en una sola consola, se tendrá que crear un método para la integración de diferentes tecnologías y así leer diferentes sensores y todo conectado a una sola tarjeta microcontrolador que se encargara y que tenga la capacidad de leer, almacenar, interpretar y transmitir la información proporcionada por los sensores y poder incrementar el número de sensores no importando si son analógicos o digitales.

### 2.2.1. Humedad Relativa

Cuando el aire está constituido por la mezcla de aire seco y de vapor de agua, se dice que es aire húmedo.

La humedad relativa es la relación entre la masa de vapor de agua contenido en la unidad de volumen del aire y la de vapor de agua, que sería necesario para saturar este volumen a la misma temperatura. Normalmente se expresa en porcentaje (%).

- Instrumentos de medida

Los instrumentos para medir la humedad o el contenido de vapor de agua en la atmosfera se llaman Higrómetros.

A continuación se mencionan tres instrumentos usados para hacer estas medidas en las proximidades de la superficie terrestre:

1. Los higrómetros, compuestos de un termómetro seco y un termómetro húmedo.

2. Los higrógrafos, que utilizan el cambio de dimensiones de sustancias.

3. Sensores capacitivos, por lo general están conformados por electrodos porosos. El material dieléctrico absorbe o elimina vapor de agua del ambiente



Fig. 2.4.

dependiendo de la humedad del ambiente. Los cambios reflejados en la constante dieléctrica causan una variación en el valor de la capacidad del dispositivo por lo que resulta una impedancia que varía con la humedad.

Desde el siglo XVII, se descubrió que el cabello humano completamente desengrasado es un buen medidor de la humedad. Para un cambio de humedad relativa de 0 a 100% el cabello aumenta su longitud de 2 a 2.5 % en promedio. Si bien, el cambio de longitud varía con diferentes tipos de cabello, hay una relación aproximada constante entre la humedad y la variación de la longitud del cabello.

De los aparatos que se usan habitualmente en los observatorios mexicanos tenemos en primer término el sensor de humedad relativa y el higrómetro.

- Requisitos generales de instalación del sensor

El equipo utilizado para las observaciones psicrométricas debe ajustarse, en todo lo posible, a las recomendaciones siguientes:

- a) Los dispositivos deben estar ventilados y protegidos de la radiación por materiales aislantes.
- b) Debe haber conducciones de aire separadas para los dos termómetros.
- c) Se debe procurar impedir en todo momento la transferencia de cantidades significativas de calor a los dispositivos de medición.
- d) Las medidas deben tomarse a una altura comprendida entre 1.5 y 2 metros por encima del nivel del terreno.

### **2.2.2. Viento**

La intensidad del viento es una cantidad vectorial que tiene dirección y magnitud (velocidad). Es considerada en términos de tres componentes, ubicándose dos de ellos en un plano paralelo a la superficie de la Tierra, y el tercero perpendicular a ese plano. Para la mayoría de los eventos climatológicos la tercera componente es despreciable.

La intensidad del viento está sujeta a variaciones, tanto en periodo como en amplitud. Esto se debe a que el flujo de aire conocido como viento no es laminar.

El viento sobre la superficie de la Tierra es un flujo turbulento, que comprende remolinos de diversos tamaños y parámetros físicos que se desplazan con el flujo. La orografía de la Tierra es el principal factor que determina la estructura turbulenta del viento. Esta estructura del flujo de aire se manifiesta a través de la llamada "rafagosidad" del viento, o sea fluctuaciones de los parámetros del viento de superficie.

Para la mayoría de los propósitos, la intensidad media del viento se toma como un promedio de valores instantáneos, calculado sobre un intervalo de diez minutos en los sistemas mecánicos, actualmente los sensores suelen registrar este evento de manera puntual.

- Unidades de medida.

La velocidad del viento se puede indicar en cualquiera de las siguientes unidades:

- Nudos (millas náuticas por hora), abreviado kt
- Metros por segundo: m/s
- Kilómetros por hora: km/h
- Millas por hora: mph.
- Pies por segundo: ft/s

Para propósitos de intercambio internacional de información meteorológica, la velocidad del viento se informa en metros por segundo (m/s) o nudos (kt). En México se suelen utilizar los kilómetros por hora.

Además de las unidades presentadas, la velocidad del viento se puede indicar en unidades de la escala de Beaufort. La escala Beaufort hace uso de fenómenos naturales familiares que se relacionan con diferentes velocidades del viento.

Número de Beaufort	Descripción	Velocidad del Viento en nudos	Equivalente	Especificaciones para observaciones sobre suelo firme
0	Calma		0-0.2	Calma, el humo sube verticalmente
1	Ventolina	1 - 3	0.3 - 1.5	Se define la dirección del viento por humo no por las veletas
2	Brisa Suave	4 - 6	1.6 - 3.3	El viento se siente en la cara; se mueven las hojas de los árboles;
3	Brisa Leve	7 - 10	3.4 - 5.4	Las hojas de las ramas pequeñas se hallan en constante movimiento
4	Brisa Moderada	11 - 16	5.5 - 7.9	Se levanta polvo y papeles sueltos; se mueven las ramas pequeñas de los árboles
5	Brisa fresca	17 - 21	8.0 - 10.7	Se mueven los árboles pequeños; se forman pequeñas olas en los estanques y lagunas
6	Brisa Fuerte	22 - 27	10.8 - 13.8	Se mueven las ramas grandes de los árboles; los paraguas se utilizan con dificultad
7	Viento Fuerte	28 - 33	13.9 - 17.1	Todos los árboles se mueven, es difícil caminar contra el viento
8	Temporal	34 - 40	17.2 - 20.7	Se rompen las ramas delgadas de los árboles; generalmente no se puede andar contra el viento
9	Temporal Fuerte	41 - 47	20.8 - 24.4	Se producen pequeños daños a los edificios (se caen los sombreros de las chimeneas, las tejas de los techos)
10	Temporal Violento	48 - 55	24.5 - 28.4	Se arrancan árboles; se producen daños considerables a las construcciones
11	Temporal muy Violento	56 - 63	28.5 - 32.6	Daños generales por doquier.
12	Huracán	63 y más	32.7 y más	

Nota: las velocidades de viento equivalentes se refieren a una altura estándar de 10m sobre terreno llano abierto.

**Tabla 2.1.**



- Problemas generales

Debido al efecto de fricción, la velocidad del viento puede variar considerablemente en las primeras decenas de metros por encima del terreno e incluso después. Por esta razón se ha definido una altura normalizada sobre el terreno para la exposición de los instrumentos de medida del viento.

En un terreno desigual o que presente obstáculos, tanto la velocidad como la dirección del viento pueden afectarse considerablemente.

La localización normal de los instrumentos de medida del viento sobre un terreno llano es de diez metros por encima de dicho terreno. Se llama terreno abierto a una zona en donde la distancia entre el anemómetro y cualquier otro obstáculo es al menos diez veces la altura del obstáculo.

- Observación de la dirección y velocidad del viento

En el reporte sinóptico se debe reportar la velocidad y dirección del viento de los últimos 10 minutos previos a la hora. La velocidad del viento corresponderá al promedio de los 10 minutos previos, y se reportará en metros por segundo. La dirección del viento, será la predominante en los 10 minutos.

#### *La veleta*

La veleta consiste en una lámina metálica de forma rectangular (u otra forma apropiada) fija a una varilla metálica, que pivotea y es capaz de rotar alrededor de un eje vertical con un mínimo de fricción. El peso de la lámina de metal es equilibrado por un contrapeso metálico en el otro extremo de la varilla. En lugar de una se pueden fijar dos laminas metálicas juntas, haciendo cierto ángulo con la varilla; un tipo desplegado de veleta.



**Fig. 2.5.**

Debido a que la presión del viento es aplicada a la lámina metálica del lado de barlovento (término marino que indica el sentido contrario al que siguen los vientos dominantes; dicho de otra manera, la dirección desde la cual llega el viento.) del eje que pivotea, la veleta tiende a orientarse de manera tal que apunta por sí sola hacia la dirección de la cual proviene el viento.

### *Anemómetro de Cazoletas*

El anemómetro de cazoleta está basado en el uso de un molinete con tres o cuatro tazas o cazoletas de plástico o aluminio montadas simétricamente alrededor de un eje vertical. Debido a que la fuerza del viento es mayor sobre el lado cóncavo de la taza en comparación con el lado convexo, la corriente de aire hace rotar el molinete.

Para un anemómetro de cazoletas existe una velocidad mínima que propiciara el movimiento el mismo, esto dependerá del diseño y los elementos que generen fricción dispuesto en el mismo.



**Fig. 2.6.**

### *El anemómetro de placa*

Es un instrumento robusto pero poco satisfactorio para la medición de la dirección y velocidad del viento. Se trata en esencia de una placa metálica, capaz de oscilar como un péndulo respecto de un eje horizontal. El eje mismo y la escala del instrumento van fijos a la veleta, de manera que la placa metálica tiene siempre un flanco expuesto al flujo del viento.

### **2.2.3. Precipitación**

El efecto que puede tener la lluvia sobre los cultivos depende de varios factores: topografía del terreno, textura del suelo, cubierta vegetal, dirección de los vientos dominantes, distancia al mar, cantidad de agua evaporada, altitud, latitud, etapa de desarrollo del cultivo, especie, variedad, etc., pero principalmente depende de las características más conocidas de la precipitación como son la cantidad, distribución y frecuencia que tiene la lluvia durante un año.

Se denomina precipitación al agua de la atmósfera que cae en forma líquida, sólida, o líquida y sólida desde las nubes hasta la superficie de la tierra.

La precipitación incluye toda el agua que cae de la atmósfera a la superficie terrestre, en muchas y variadas formas. En la hidrología tiene especial importancia la precipitación pluvial líquida (lluvia) y la precipitación helada (nieve, granizo, etc.), al igual que la condensación que se deposita en forma de rocío y/o escarcha blanca.

El objetivo de medir la precipitación es obtener tanta información como sea posible, acerca de la cantidad y distribución, en el tiempo y el espacio de esta.

La forma más simple y usual de realizar la medición es con un medidor de abertura horizontal, circular y de diámetro conocido. Se colecta y mide, a intervalos regulares, la cantidad que cae por unidad de área de la abertura del medidor y es igual a la cantidad de precipitación por unidad de área que cae en los alrededores.

### *Tipos de pluviómetros*

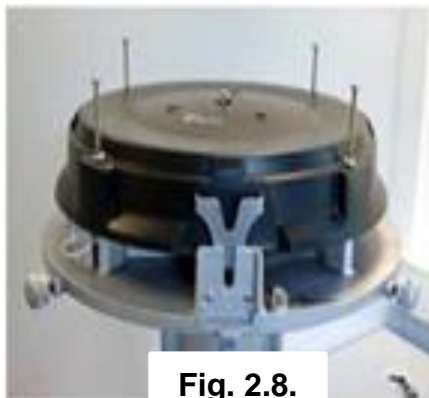
Existe una gran variedad de instrumentos para las diferentes fases de la precipitación, de los cuales, los más importantes son los que miden la cantidad y la intensidad. Existen otros instrumentos que tienen medidores de tamaño y distribución de las gotas y otros que establecen el principio y fin de la precipitación.

Entre estos sensores existen los de tipo balancín, que suelen tener un embudo y por este mismo es captada el agua que a partir de un pequeño balancín que cambia de posición para interactuar con un sensor magnético y así enviar pulsos caracterizados de acuerdo al tipo de balancín. Conociendo con esto la intensidad, precipitación actual y la acumulada (con



**Fig. 2.7.**

ayuda de un datalogger).



**Fig. 2.8.**

También existen los sensores de tipo pesaje que en su principio de funcionamiento aplican por lo general galgas extensiométricas para dar a conocer el volumen, la intensidad, la precipitación actual y la acumulada (todo a partir del peso registrado). Siendo estos un cuanto tanto más precisos en su funcionamiento.

Por otro lado existen sensores ópticos que llegan a cuantificar la lluvia, su intensidad y el volumen tanto de gotas de agua como de nieve. Estos sistemas no son tan precisos como los anteriores pero son bastante útiles en aeropuertos.



**Fig. 2.9.**

### *Unidades y hora de las medidas*

Las unidades de precipitación son medidas lineales. Las cantidades diarias de precipitación deben leerse con la precisión de 0.2 mm y de ser posible, con la precisión de 0.1 mm; las cantidades semanales o mensuales deben leerse con la precisión de 1 mm (al menos).

- *Requisitos para pluviómetros*

Los requisitos más importantes que ha de reunir un pluviómetro son los siguientes:

- a) La boca del colector debe tener un borde afilado, siendo la vertiente interior siempre vertical y la exterior con un profundo biselado; el diseño de los pluviómetros utilizados para medir la nieve debe ser tal que se disminuya al máximo la posibilidad de obturación del orificio por acumulación de nieve húmeda alrededor de la boca.
- b) El área de la boca del pluviómetro debe conocerse con una precisión de un 0.5 por ciento y la construcción debe ser tal que esta área permanezca constante mientras el pluviómetro este en uso normal.

El pluviómetro debe colocarse en lugares abiertos y su boca debe permanecer horizontal y de 100 a 150 cm del suelo.

Al elegir el emplazamiento de un pluviómetro se debe tener en cuenta la deformación sistemática del campo de viento por encima de la boca del pluviómetro, así como los efectos que el lugar mismo ejerce en la trayectoria del aire.

Los efectos del campo de viento se pueden reducir eligiendo un lugar abrigado, pero no tanto que los perfiles circundantes interfieran demasiado y causen una reducción de la precipitación captada.

En general, la proximidad de cualquier objeto respecto del pluviómetro no deberá ser inferior al doble de la distancia de su altura por encima de la boca del pluviómetro. Para cada lugar deberá estimarse el ángulo vertical medio de los obstáculos y deberá también hacerse un plano de la ubicación.

Los mejores emplazamientos suelen ser con frecuencia los claros de los bosques o de los huertos, entre los árboles, matorrales o arbustos o en otros sitios en donde haya obstáculos que actúen como eficaces barreras contra el viento en todas direcciones.

## **2.3. Componentes electrónicos utilizados.**

### **2.3.1. Microcontrolador**

La tarjeta electrónica que se utiliza es una de las mejores patentes de la empresa Texas Instrument, llevando por nombre TIVA C, es un microcontrolador que trabaja con lenguajes de programación a bajo y alto nivel como lo son C y ensamblador; El controlador se utiliza como sistema embebido por ser utilizado para un solo objetivo, y trabajar en conjunto con otro microcontrolador y teniendo una comunicación con un modem GPRS.

Tiva C Series TM4C123G LaunchPad Kit de evaluación es una plataforma de evaluación de bajo costo para microcontroladores ARM® Cortex™-M4F de Texas Instruments. El diseño de la TM4C123G LaunchPad pone de relieve el microcontrolador TM4C123GH6PM con una interfaz de dispositivo USB 2.0 y módulo de hibernación.

### 2.3.2. Características del microcontrolador

El Tiva C Series TM4C123G LaunchPad Kit de Evaluación ofrece las siguientes características:

- Microcontrolador Tiva C Series TM4C123GH6PM
- Conector Micro USB AB
- Configuración predeterminada del modo de dispositivo
- Host/OTG modes supportable
- LED RGB
- Dos interruptores de usuario (*application/Wake*)
- Interfaz de depuración (ICDI)
- El microcontrolador TM4C123GH6PM tiene 64 pines y trabaja a 80MHz como máximo.
- El cristal oscilador principal es de 16MHz.
- Un cristal de reloj de tiempo real de 32.768 KHz.
- 256KB de Memoria Flash.
- Sistema RAM de 32 KB.
- Cuenta con una memoria EEPROM de 2 KB.
- El microcontrolador cuenta con 6 timer de 32 bit y 6 de timer de 64 bit de propósito general.
- El microcontrolador puede atender hasta 71 interrupciones con 8 programables de nivel prioritaria.
- Tiene 2 ADC DE 12 bits para controlador 12 sensores analógicos al mismo tiempo.
- Internamente el microcontrolador cuenta con un sensor de temperatura.
- Tiene 8 uarts de la uart 0 a la uart 7.
- Cuenta con 6 puertos desde el puerto A hasta el puerto F configurables para ser tanto analógicos como digitales.
- Tiene un módulo de hibernación el cual sirve prácticamente para dormir al procesador cuando no está siendo requerido su funcionamiento.
- Cuenta con 2 comparadores analógicos independientemente integrados.
- Cuenta con 16 comparadores digitales.
- Cuenta con 2 timer watchdog.



Fig. 2.10.

- Cuenta con un puerto USB para comunicación serial.
- Se pueden utilizar hasta 18 PWM.
- Tiene 4 módulos de SSI (Interfaz serial sincrónica).
- Cuenta con 5 periféricos para comunicación serial, 8 UART, 4 módulos de I2C, 2 CAN, 1 USB, 4 SSI.

### 2.3.3. Controlador de carga solar (Driver).

La función de un controlador de carga es regular la carga y descarga de las baterías o bancos de baterías. Además de esta función los controladores de carga a menudo ofrecen otras características como, la medición y registro de datos, desconexión por bajo voltaje, encendido y apagado de luces durante la noche. Los controladores de carga se pueden encontrar en tamaños que van desde 4 hasta 80 amperes y voltajes nominales de 12, 24 y 48. Los controladores de carga más sencillos y económicos interrumpen la carga de las baterías cuando estas se encuentran llenas y se reanuda la carga cuando las baterías llegan a un nivel mínimo de carga. Los controladores de carga de Ancho de Pulso Modulado (PWM por sus siglas en inglés), tienen una respuesta más rápida a la carga y descarga; mantienen las baterías completamente cargadas y hacen un mejor uso de la energía disponible. Los controladores de Seguimiento Punto de Máxima Potencia (MPPT por sus siglas en inglés), pueden encontrar el punto en el que la fuente de energía opera de forma más eficiente, y luego cargar las baterías. Los controladores de carga de MPPT se utilizan normalmente en sistemas de mayor tamaño, y permiten el uso de módulos de mayor voltaje nominal. Los controladores de tipo MPPT cuestan más que otros controladores de carga, pero puede proporcionar hasta 30% más capacidad de carga desde los paneles solares hacia el banco de baterías.

#### 2.3.3.1. Controladores PMW

Los controladores tipo PMW por sus siglas en inglés (Pulse Width Modulated) prenden y apagan muy rápidamente permitiendo una carga de baterías muy dinámica. Mantienen las baterías al máximo de carga ofreciendo la mayor cantidad de energía disponible.



**Fig. 2.11.**

### 2.3.3.2. Controladores MPPT



Fig. 2.12.

Los controladores de Seguimiento Punto de Máxima Potencia (MPPT por sus siglas en inglés), pueden encontrar el punto en el que la fuente de energía opera de forma más eficiente, y luego cargar las baterías. Los controladores de carga de MPPT se utilizan normalmente en sistemas de mayor tamaño, y permiten el uso de módulos de mayor voltaje nominal. Los controladores de tipo MPPT cuestan más que otros controladores de carga, pero puede proporcionar hasta 30% más capacidad de carga desde los paneles solares hacia el banco de baterías.

### 2.3.4. Relevador

El relevador es un dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico. El relevador nos permitirá controlar nuestros actuadores, humidificadores, y nuestro dispositivo de luminosidad.

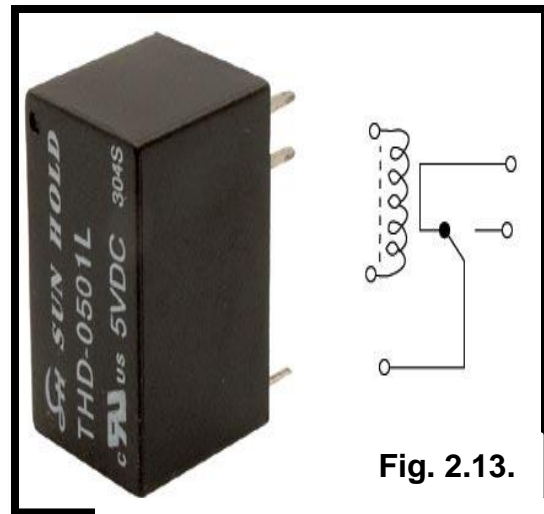
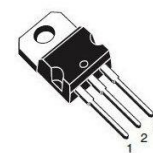


Fig. 2.13.

### 2.3.5. TIP31

- Transistor NPN de media potencia
- IC Max: 3 A
- IC pico Max: 5 A
- IB Max: 1 A



TIP31C

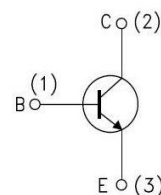


Fig. 2.14.

- PTOT: 40 W
- VCEO: 100 V, VCBO: 100 V, VEBO: 5 V
- hFE: 10 a 50 (@ IC=3 A, VCE=4 V)
- Alta velocidad de suicheo
- Complementario: TIP32
- Encapsulado: TO-220

### 2.3.6. Diodo 1N4148

El Diodo 1N4148 es un dispositivo de silicio que puede reemplazar la mayoría de los diodos de silicio de propósitos generales, muy utilizado en infinidad de equipos electrónicos.

El diodo 1N4148 es un pequeño y rápido componente electrónico fabricado de silicio, de alta conductividad, usado en el procesamiento y detección de señales de radiofrecuencias de manera muy eficaz, con un tiempo de recuperación inversa de no más de 4ns, su nombre sigue la nomenclatura JEDEC, se encuentra generalmente en un encapsulado de vidrio de tipo DO-35.

Principales características

- Tensión máxima inversa repetitiva: 100 V (V<sub>rm</sub>).
- Corriente de salida rectificada: 200 mA (I<sub>o</sub>).
- Disipación de energía: 500 mW (P<sub>tot</sub>).
- Tiempo de recuperación inverso: < 4nseg (T<sub>rr</sub>).

Aplicaciones

- Detección de señales de radiofrecuencia.
- Circuitos de conmutación de alta velocidad.

### 2.3.7. TRIAC

Un TRIAC o Triodo para Corriente Alterna es un dispositivo semiconductor, de la familia de los tiristores. La diferencia con un tiristor convencional es que éste es unidireccional y el TRIAC es bidireccional. De forma coloquial podría decirse que el TRIAC es un interruptor capaz de conmutar la corriente alterna.

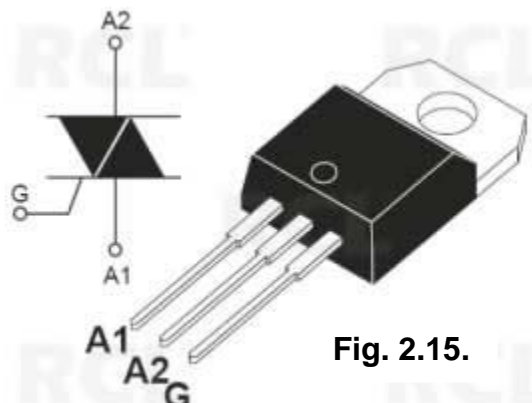


Fig. 2.15.



Su estructura interna se asemeja en cierto modo a la disposición que formarían dos SCR en direcciones opuestas. Posee tres electrodos: A1, A2 (en este caso pierden la denominación de ánodo y cátodo) y puerta (gate). El disparo del TRIAC se realiza aplicando una corriente al electrodo de gate/puerta.

Su versatilidad lo hace ideal para el control de corriente alterna (C.A.). Su utilización como interruptor estático ofreciendo muchas ventajas sobre los interruptores mecánicos convencionales y los relés.

### **3. Procedimiento y descripción de las actividades realizada**

A continuación se describe brevemente el funcionamiento en general que cumple el datalogger en el momento de la lectura, almacenamiento y transmisión de datos; además del funcionamiento del controlador de carga desarrollado.

Descripción del funcionamiento del datalogger.

Para la implementación de Hardware se han incluido tres secciones dentro del datalogger; primeramente un controlador de carga, que se implementa para tener un control de suministro de carga mediante un panel solar y una batería recargable, aplicando como herramienta un “comparador de ventana”, el cual su funcionamiento consiste primordialmente en comparar mediante dos amplificadores operacionales un umbral superior y un umbral inferior con una señal de entrada, en este caso lo que estamos controlando es la batería para que ésta no se sobre cargue ni se descargue por completo, si no que permanezca dentro de un rango de trabajo adecuado, activando y desactivando el suministro de carga que nos proporciona el panel solar, teniendo con esto un mejor funcionamiento para la electrónica que alimentará y para que la batería tenga un tiempo más prolongado de vida útil. Además con el uso de un panel solar se está haciendo un aporte al no contaminar el medio ambiente gracias a la utilización de una de las energías renovables y por el no uso de la energía eléctrica proporcionada por CFE.

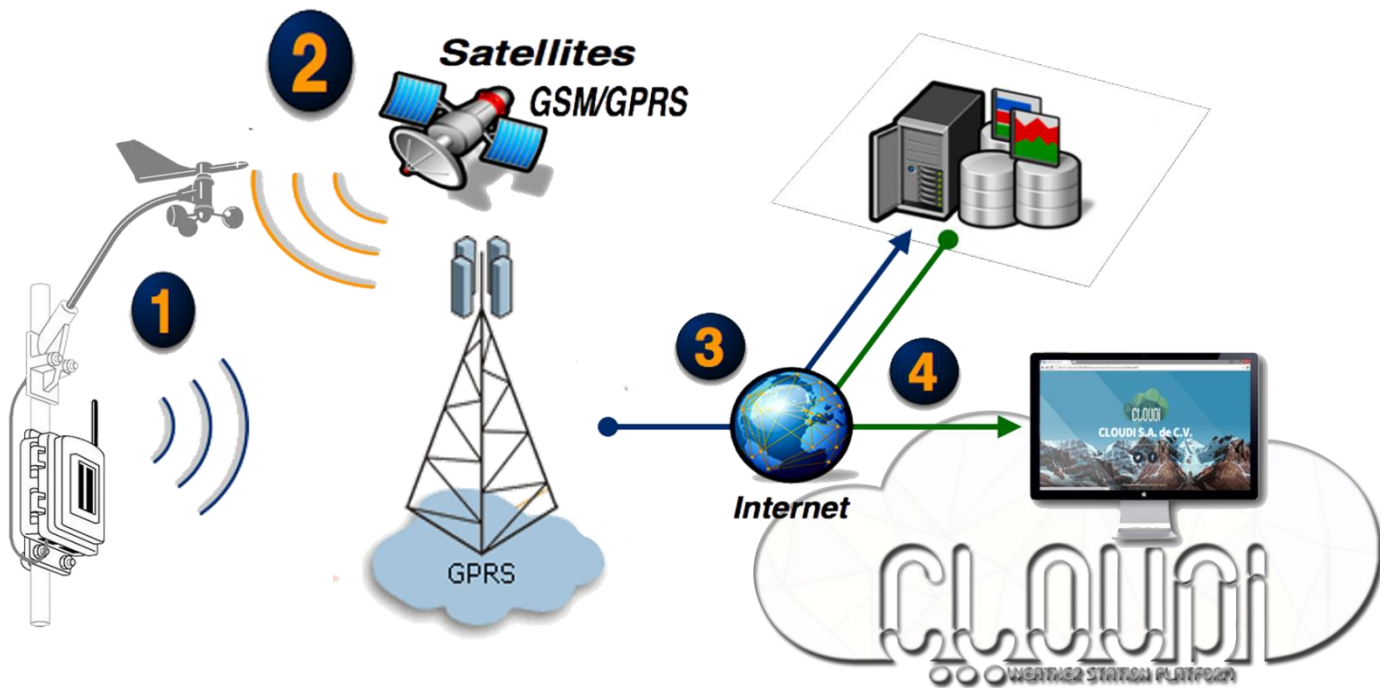
Por otra parte, se tiene un microcontrolador el cual es una de las patentes de la empresa “Texas Instrument” que lleva por nombre TIVA C; es un microcontrolador TM4C123GH6PMI. Esta tarjeta electrónica es un sistema embebido, porque está llevando a cabo una sola función dedicada dentro del datalogger, la cual su función primordial es el almacenamiento y lectura de los sensores analógicos y digitales de la estación meteorológica, todo esto lo hace en tiempo real gracias a su alta velocidad de procesamiento de datos, además con la implementación de este controlador nos beneficia por su gran ahorro de energía, esto se debe a que

internamente cuenta con un módulo de hibernación que se encarga de “dormir” prácticamente al microcontrolador cuando no es requerido de su funcionamiento, teniendo un mínimo consumo de corriente cuando está hibernando y nos aporta además un ahorro en el consumo de la batería. El microcontrolador tiene la capacidad para leer sensores tanto analógicos así como también digitales y cuenta con puertos de comunicación UART para poder transmitir la información obtenida y llegar a un receptor.

La sección tres del datalogger es el modulo para la transmisión de datos por medio de GPRS; este modem es una equipo que permite comunicar algunos instrumentos ubicados en lugares remotos a través de la red de telefonía celular. Para llevar a cabo este protocolo de comunicación se utiliza un modem “GPRS SIM900” el cual cuenta con servicios como WAP, SMS, MMS, Internet y la World Wide Web (WWW), además cuenta con tecnologías como lo es el GPS que se utiliza para saber la posición y ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas, además GSM es otra de las tecnologías con las que cuenta el modem y que se utiliza para poder enviar mensajes de texto como alertas de peligros que pueden ocasionar daños o pérdidas humanas por desastres naturales, estos mensajes son dirigidos al personal que esté a cargo del monitoreo. Y por último la tecnología GPRS, que la implementamos para poder transmitir la información obtenida por el microcontrolador; el modem utiliza una sim de una compañía celular, por medio de la red de telefonía celular los datos de la obtenidos por la estación viajan en forma de paquetes y son direccionadas a una plataforma web en donde los datos recibidos son almacenados en una base de datos e interpretados por la misma plataforma para poder mostrar los parámetros medidos por los sensores conectados al datalogger en una forma fácil y legible para el usuario.

Ahora el protocolo que se está utilizando para la lectura, transmisión de datos e interpretación de parámetros se lleva a cabo entre el microcontrolador y el modem GPRS el cual está programado para actuar como un servidor TCP/IP a través del puerto 3333 escuchando siempre las peticiones del microcontrolador. Una vez que el microcontrolador se ha conectado, un canal de datos entre el modem y micro se abre, y los datos que el micro envía se reciben por el puerto serial del modem y de la misma manera los datos que se envían por el puerto serial del modem se reciben en el micro enviando estos paquetes con una velocidad entre 40 y 115 Kbps, este procedimiento se realiza cada 10 segundos.

### 3.1. Diagrama a bloques de la estación meteorológica



En el diagrama a bloques representado con ilustraciones se describe el funcionamiento de todo el sistema completo desde la recepción de datos hasta la visualización de los datos obtenidos.

El número uno representa la estación meteorológica con todos sus sensores conectados a ella, posteriormente que los datos son leídos por los sensores la información es transmitida a través del GPRS o por satélite goes y utilizando la red de internet puede llegar hasta una base datos ubicada en un servidor y por ultimo poder visualizar los datos interpretados en una pantalla o en algún dispositivo para ser visualizada la información obtenida.

### 3.2. Diseño del datalogger

#### 3.2.1. Primer diseño (local)

En la aportación electrónica dentro del equipo de innovación, fue el diseño de una tarjeta electrónica que fuera capaz de poder establecer una comunicación estable con el microcontrolador y sus filtros pasabajos o RC, además con la finalidad de poder conectar los sensores a esa tarjeta y no sobre el microcontrolador; a continuación se muestran imágenes de su elaboración, y el software utilizado fue ISIS PROTEUS 7.9.

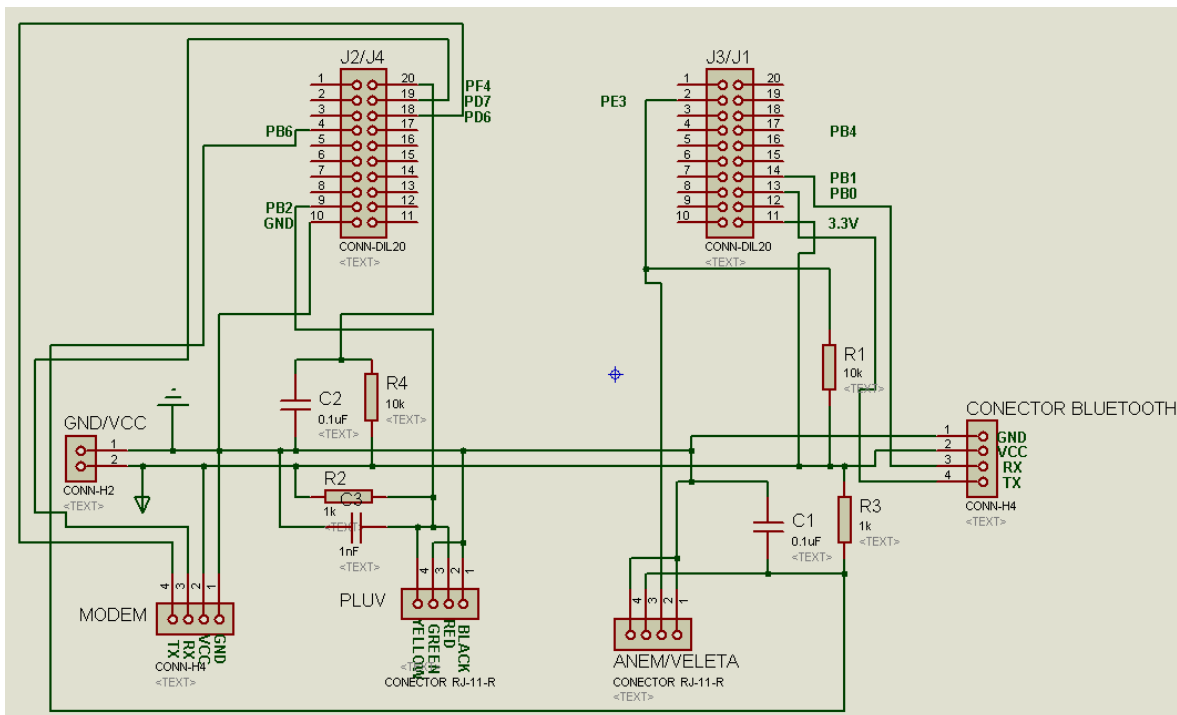


Fig. 3.1.

En Proteus se tiene la facilidad de poder diseñar la tarjeta y hacer pruebas de simulación de funcionamiento antes de proceder a diseñar la tarjeta en ARES.

Como bien se ilustra en la imagen, se aprecia ver algunos de los componentes utilizados como lo son los filtros RC y los conectores para los sensores anemómetro, pluviómetro y veleta, siendo estos conectores de tipo RJ11, además se anexaron dos conectores más de tipo pin para conectar un bluetooth y un modem. Y por último dos conectores de 20 pines cada uno para posicionar el microcontrolador.

Teniendo la certeza que el diseño ya está correctamente conectado se procede a realizar el diseño y ruteo de las pistas de la tarjeta electrónica.

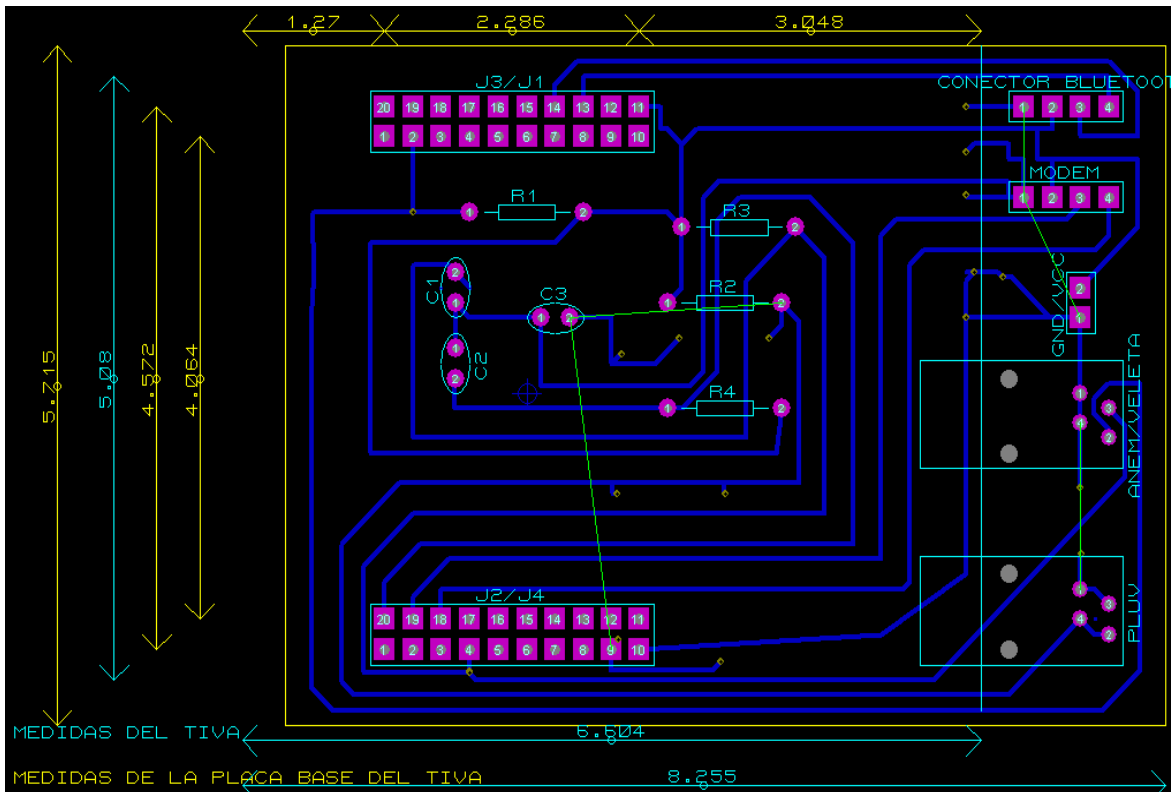


Fig. 3.2.

En ARES se posiciona cada uno de los componentes manualmente con la finalidad de poder optimizar el tamaño de la placa, y todas las medidas son reales y fueron obtenidas desde el DataSheet del microcontrolador para que puedan encajar a la perfección cada componente.

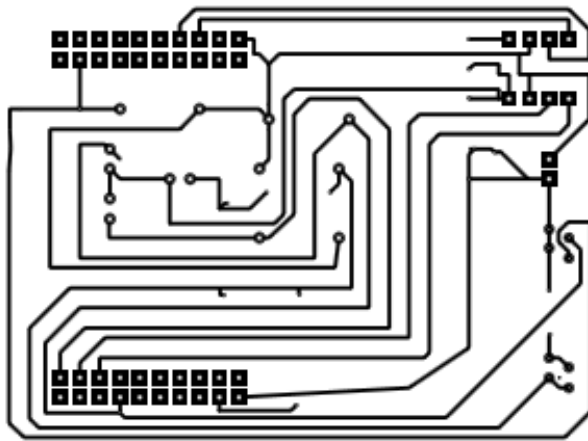


Fig. 3.3.

Y finalmente esta imagen representa el diseño final con pistas ruteadas para poder ser plasmada en una placa fenólica y utilizar el método del planchado para crear la placa electrónica.

### 3.2.2. Segundo diseño (regional)

Durante la etapa regional del Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica 2016 se desarrollaron nuevas actividades para mejorar el prototipo y la parte electrónica, y una de ellas fue la mejora que se le daría a la tarjeta electrónica, que con ella se haría la demostración de uno de los periféricos del microcontrolador Tiva como lo es el módulo de hibernación, el cual nos permite ahorrar más del 70% de la energía consumida por el controlador y así poder utilizar baterías más pequeñas.

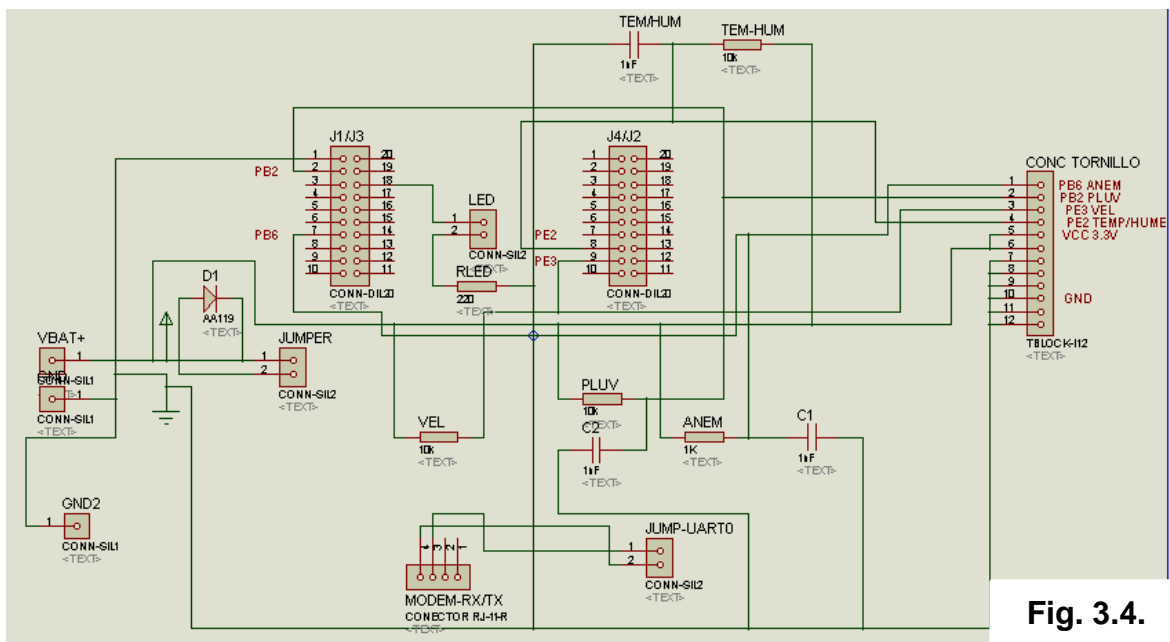


Fig. 3.4.

Se realizó un nuevo diseño para modificar el modelo de la tarjeta electrónica que soporta al microcontrolador, quitando alguno de los componentes que en la tarjeta anterior tenía y que en esta serían nuevos componentes, como por ejemplo la sustitución de los conectores RJ11 por conectores de tornillo y en esta ocasión se anexó un porta pilas para pilas “AA”, las cuales serían las fuente de alimentación de todo el sistema electrónico; el objetivo de utilizar esas baterías es demostrar el poco consumo de corriente que tiene el microcontrolador en estado de hibernación, y que esas baterías eran lo suficiente para poder alimentarlo durante un tiempo definido.

Únicamente se deja un conector RJ11 para la comunicación con el modem GPRS y se anexa un diodo Zener de germanio, que la finalidad de ese diodo es que la corriente de las baterías fluyan únicamente al microprocesador y no alimente toda la tarjeta para ahorrar la energía de las baterías.

El único inconveniente que presentaría la nueva tarjeta electrónica diseñada sería el tamaño que presentaría, porque con los nuevos componentes se ocuparía más espacio como a continuación se aprecia ver.

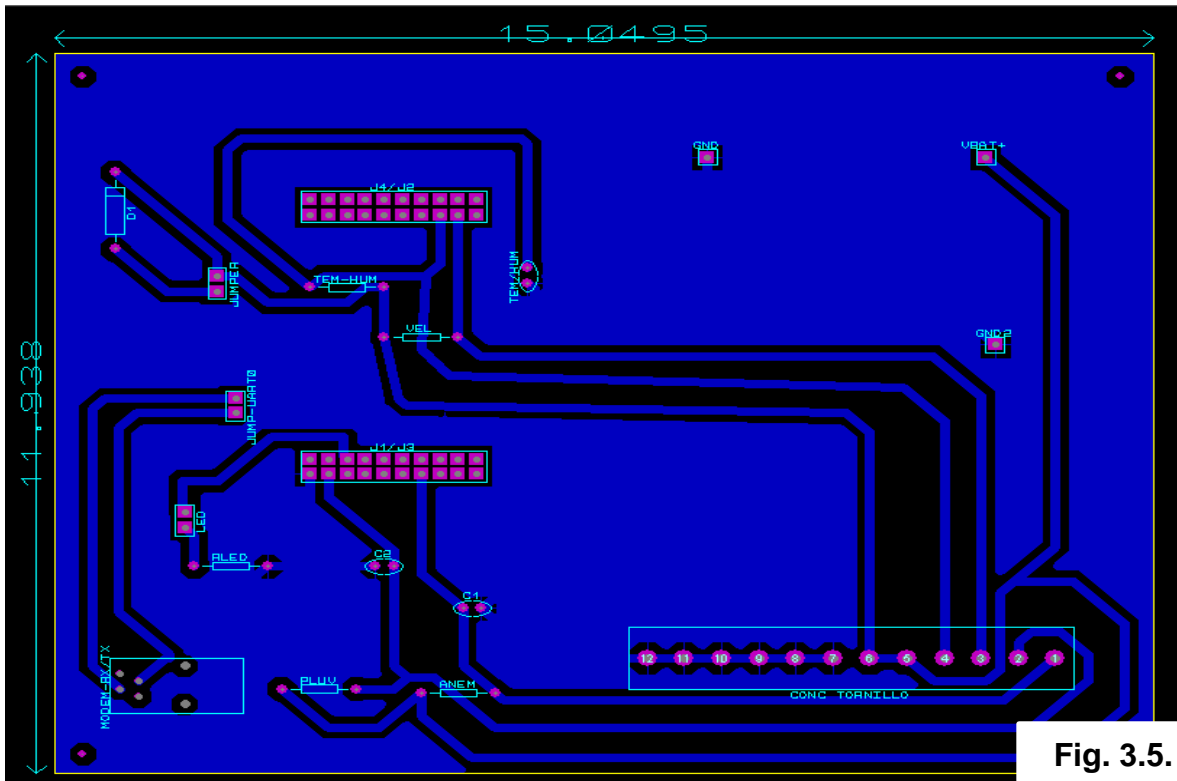
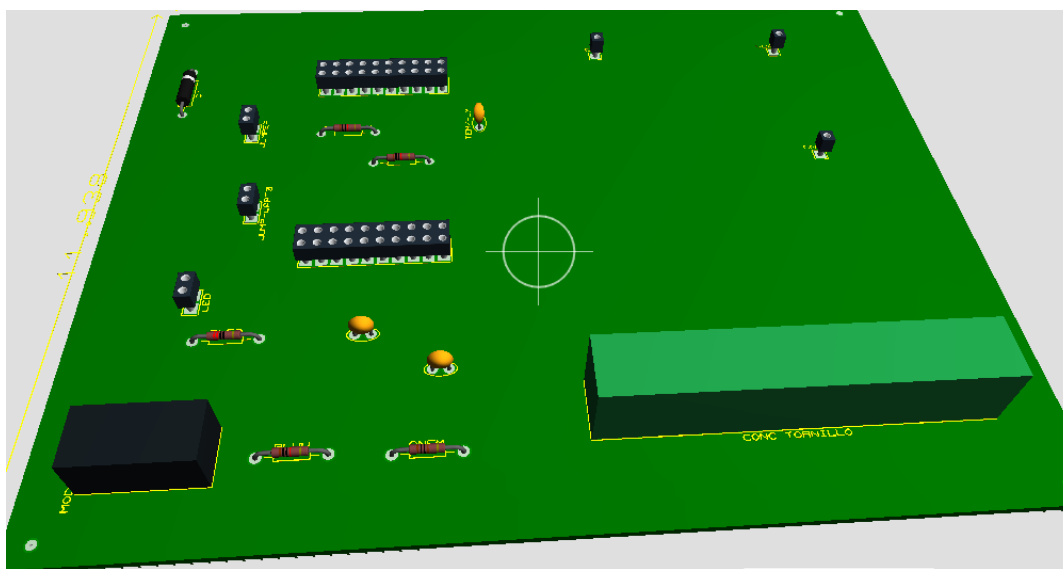


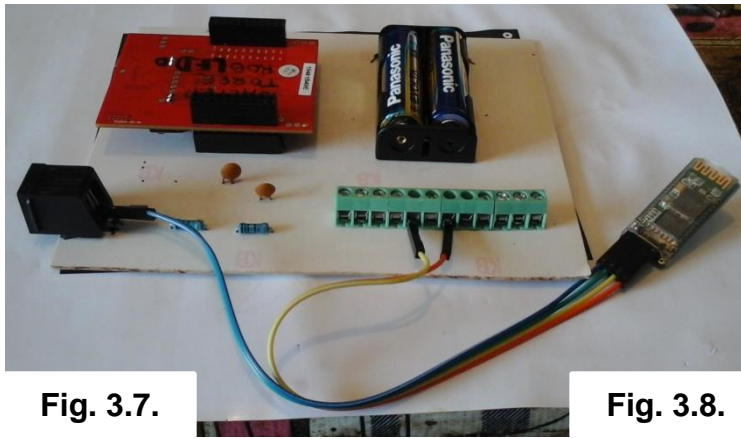
Fig. 3.5.

Como se logra ver las nuevas dimensiones que presenta la tarjeta electrónica es aproximadamente de 12x15cm. Además se mejoraron las pistas de cobre ampliándolas más para mejor conducción y la tierra común para toda la tarjeta y evitar problemas de ruidos.

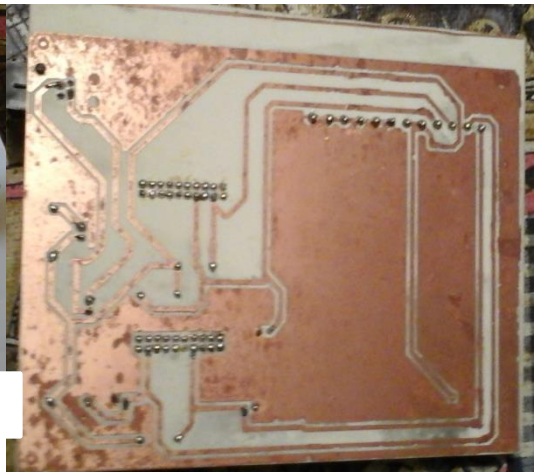


Este sería una vista previa de la tarjeta diseñada.

Fig. 3.6.



**Fig. 3.7.**



**Fig. 3.8.**

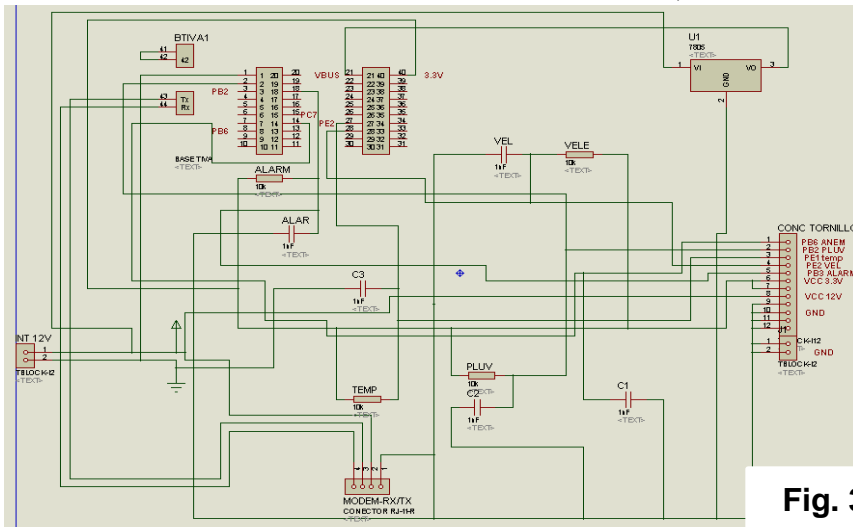
Y así se vería la tarjeta construida por el método de la plancha, con sus conectores de tornillo para todos los sensores a utilizar, el conector RJ11 para la comunicación serial, la porta pilas, el microcontrolador y sus filtros pasa bajas.

### 3.2.3. Tercer diseño (nacional)

En esta etapa del Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica, todo lo que se había hecho en las dos etapas anteriores tuvo que ser mejorado a un 100%, tanto en la parte de negocio como también en la parte técnica, electrónica y sistema.

Comenzando con las mejoras de la parte electrónica, se realizó un diseño de una tarjeta electrónica con características diferentes, optimizando el tamaño y utilizando su módulo de hibernación para el ahorro de energía; además anexando componentes nuevos para su funcionamiento y sustituyendo porta pilas por un sistema autónomo de energía renovable.

Se inicia con el diseño en el software Proteus, en donde los componente a utilizar

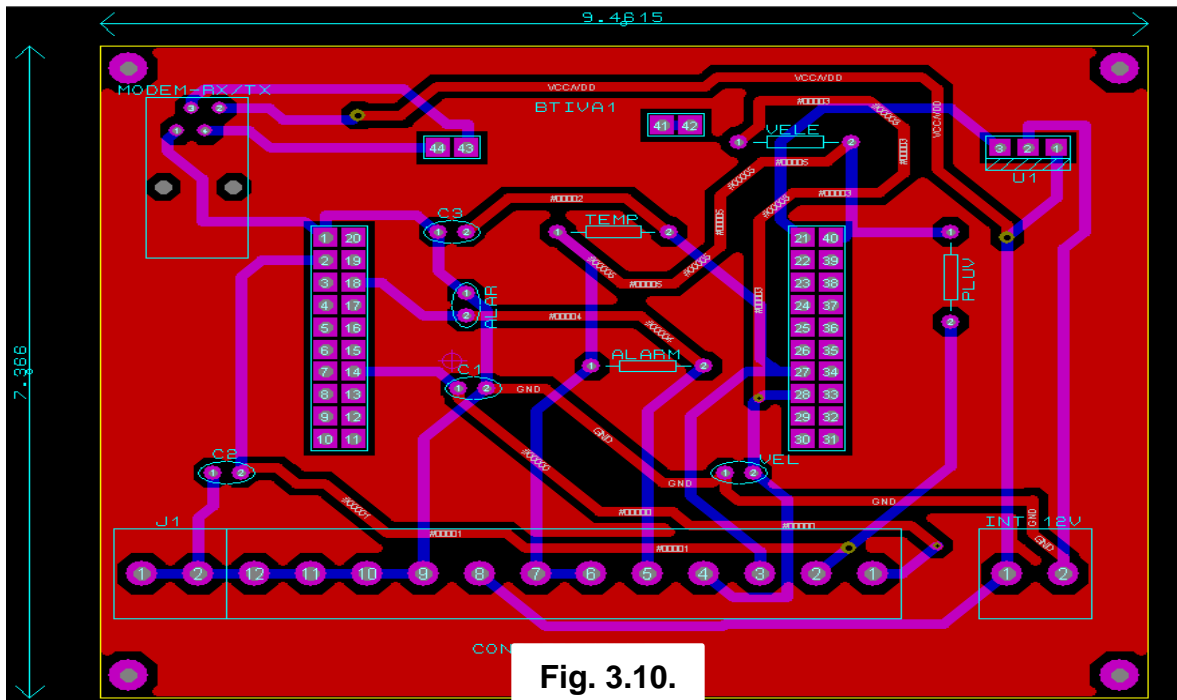


son seleccionados y unidos por líneas que representan las pistas de cobre; se aprecia ver un componente nuevo como lo es el regulador de voltaje 7805, y un filtro pasa bajas más para un sensor de alarma.

**Fig. 3.9.**

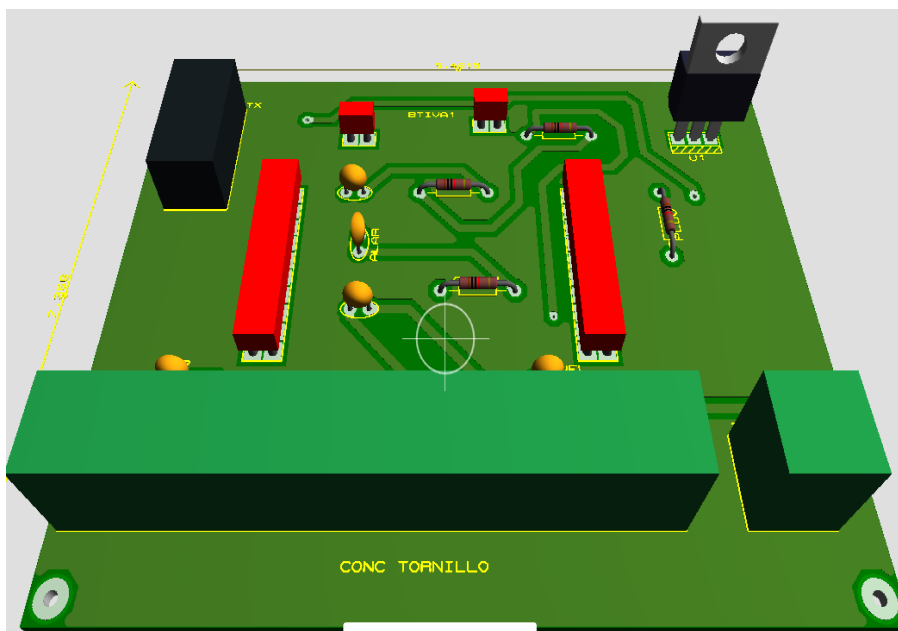


Para la creación de la tarjeta en ARES se pensaron en un par de mejoras, reducir el tamaño y optimizarla de tal manera que el diseño quede profesional, como si se estuviera utilizando una maquina CNC para su construcción.



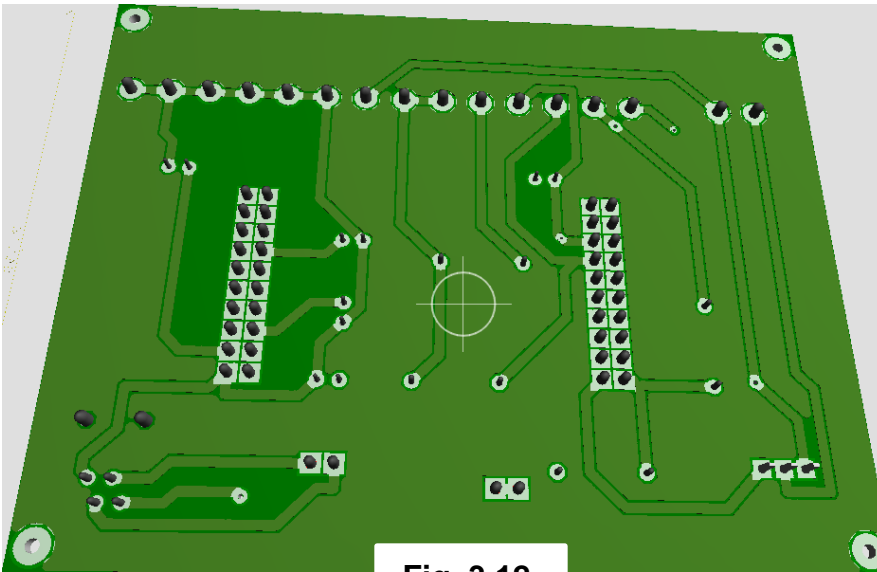
**Fig. 3.10.**

Como se logra ver la nueva tarjeta quedaría con un tamaño aproximado de 9.5x7.5cm, y además el diseño sería de doble vista, con pistas en ambas caras de la placa fenólica, esto para evitar cruces o choques de pistas y no utilizar cables-puentes.



**Fig. 3.11.**

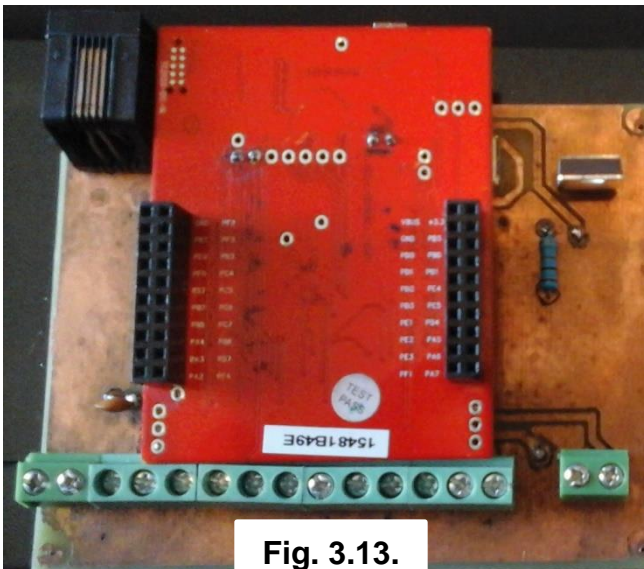
Vista previa antes de su elaboración físicamente para verificar la posición de cada uno de los componentes utilizados; y como se logra ver cuenta con pistas en su superficie además de sus componentes electrónicos.



**Fig. 3.12.**

Y por el otro lado de la cara de la placa fenólica al igual que por el frente tenían pistas de cobre y puntos en donde ira la soldadura; estas pequeñas pruebas se hace para asegurarse antes de proceder a armar el circuito en una placa de cobre real y tener la seguridad de la forma y el maño que tendrá la placa.

Posteriormente se procedió a construir la placa y hacer las pruebas de funcionamiento pertinentes para asegurarse de que tenga un excelente funcionamiento.



**Fig. 3.13.**

Se aprecia ver la tarjeta electrónica realizada en doble cara para evitar los puentes electrónicos y para optimizar el tamaño; el procedimiento que se llevó a cabo para la elaboración de estas tarjetas fue a través del método del planchado y con el ácido cloruro férrico se limpian los excedentes de cobre en la placa.

Fig. 3.14.

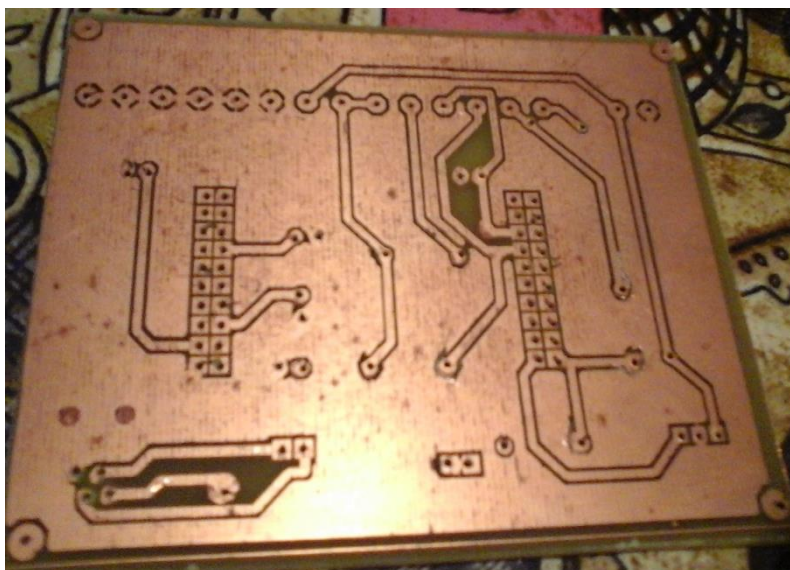


Fig. 3.14.

### 3.3. Diseño del controlador de carga

Una estación meteorológica actualmente funciona con una parte electrónica, la cual se llevó a cabo durante las tres etapas del Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica; teniendo tres módulos como objetivos principales para su correcto funcionamiento. Los módulos son: módulo de controlador de carga, módulo de recepción y lectura de sensores y el módulo de transmisión de datos a través de GPRS.

Se desarrolló un driver de carga para una batería recargable y un panel solar, esto teniendo como ventaja el uso de una de las energías renovables, aprovechando la energía solar y no depender de comisión federal de electricidad. El controlador de carga se diseñó con amplificadores operacionales y conectados con la configuración de comparador por histéresis, los comparadores son circuitos no lineales que, como su nombre indica, sirven para comparar dos señales (una de las cuales generalmente es una tensión de referencia) y determinar cuál de ellas es mayor o menor. La tensión de salida tiene dos estados (binaria) y se comporta como un convertidor analógico-digital de 1 bit.

Un Amplificador Operacional (Se utiliza como comparador), puede ser utilizado para determinar cuál de dos señales en sus entradas es mayor.

Basta con que una de estas señales sea ligeramente mayor para que cause que la salida del amplificador operacional sea máxima, ya sea positiva (+Vsat) o negativa (-Vsat).

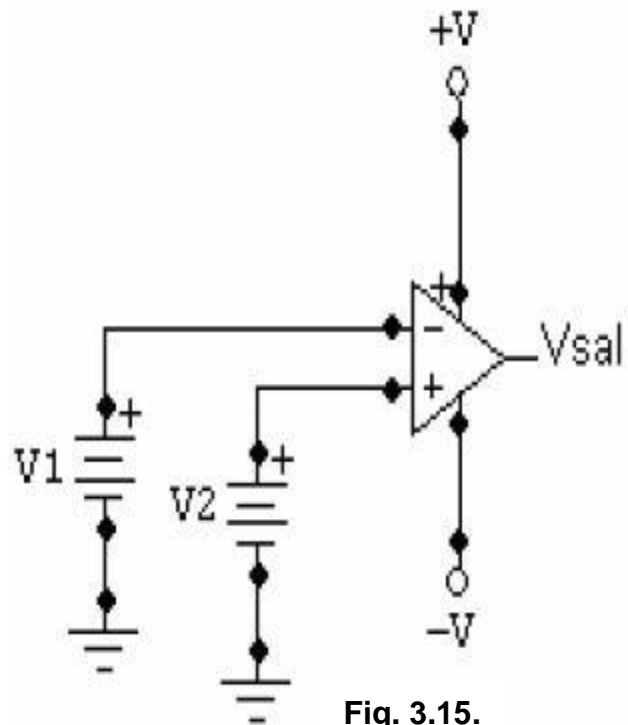


Fig. 3.15.

El funcionamiento de esta configuración de los amplificadores operacionales es que cuando detecte un nivel alto de 12 volts, el comparador interprete que la batería ha sido completamente cargada y por lo tanto el panel solar se desconecta automáticamente a través de un relevador electromecánico que es activado por un transistor de potencia; dicho relevador no se desactiva hasta que el límite de la batería sea mínimo o 8 volts, en cuanto el comparador detecte ese nivel de voltaje, en automático desactiva el relevador para que la corriente que circula del panel solar a través de él, pueda volver a llegar hasta la batería y comience su proceso

de carga nuevamente, esto que se realizo tiene como beneficio un tiempo prolongado de vida de la batería recargable, por razón que la batería trabajara en un rango adecuado que es entre 9 y 12 volts.

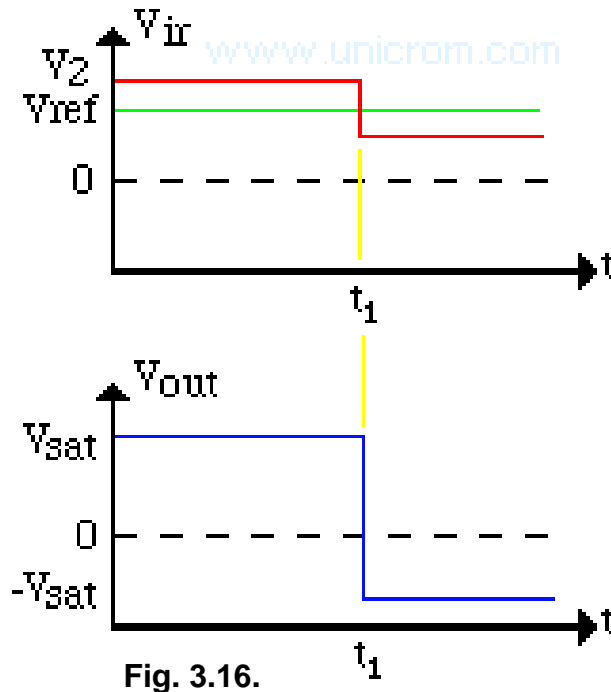


Fig. 3.16.

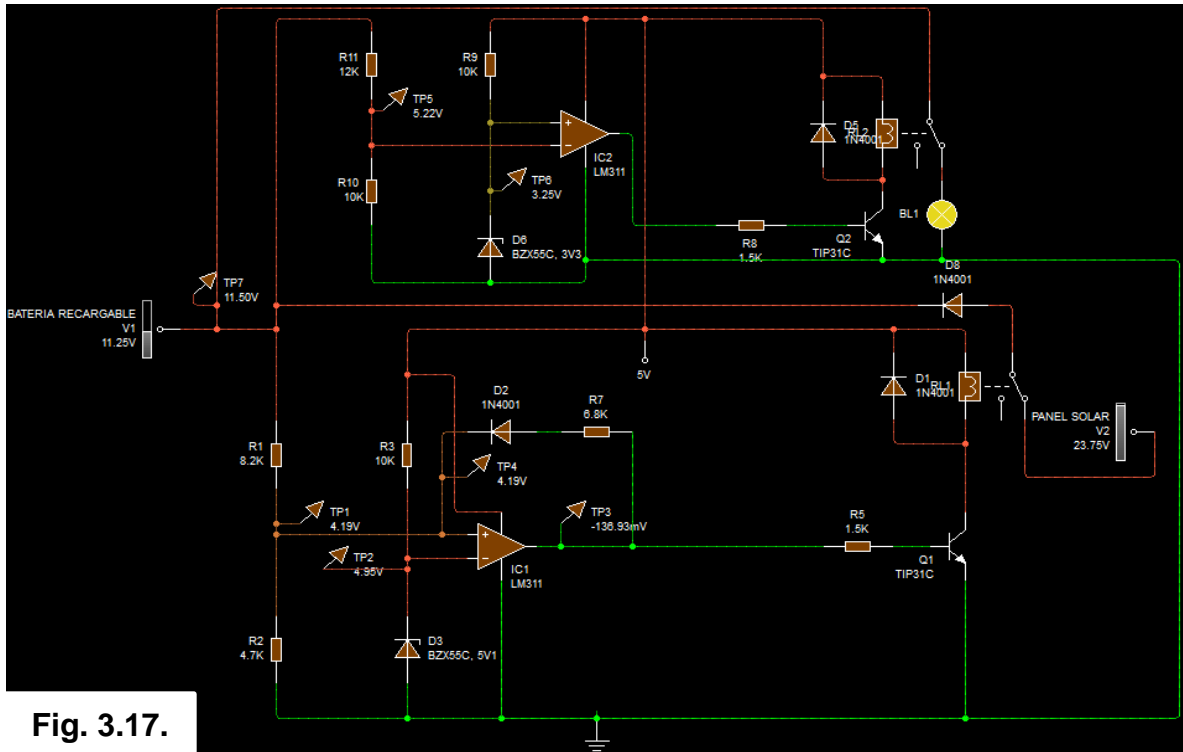
Su utilización se aprecia ver en las aplicaciones de generación de señal, detección, modulación de señal, etc., es muy importante y constituye un bloque analógico básico en muchos circuitos. La función del comparador es comparar dos tensiones obteniéndose como resultado una tensión alta ( $V_{OH}$ ) o baja ( $V_{OL}$ ).

La aplicación de una de las configuraciones del comparador de voltaje se implementó para realizar el controlador de carga de una batería recargable y un panel solar.

Para comprobar el correcto funcionamiento del driver de carga se realizaron pruebas de laboratorio en placa protoboar así como también pruebas en campo con un panel solar y el driver implementado en una placa fenolica.

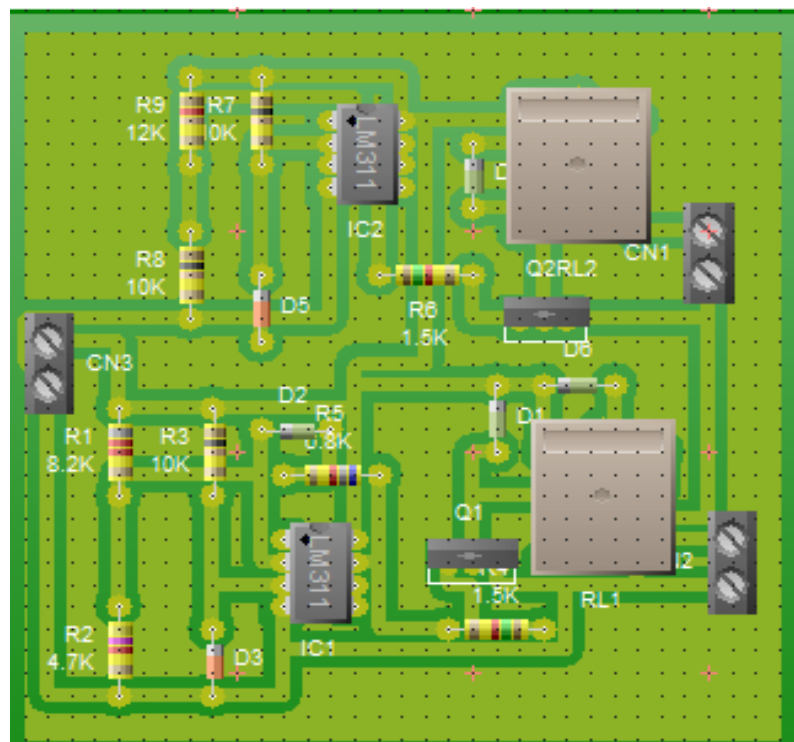
Así como también se realizaron antes de todo simulaciones en software de circuitos electrónicos para emular el funcionamiento y evitar posibles mala conexiones que puedan perjudicar al circuito electrónico.

## SIMULACIONES Y CONSTRUCCION DE DRIVER DE CARGA:

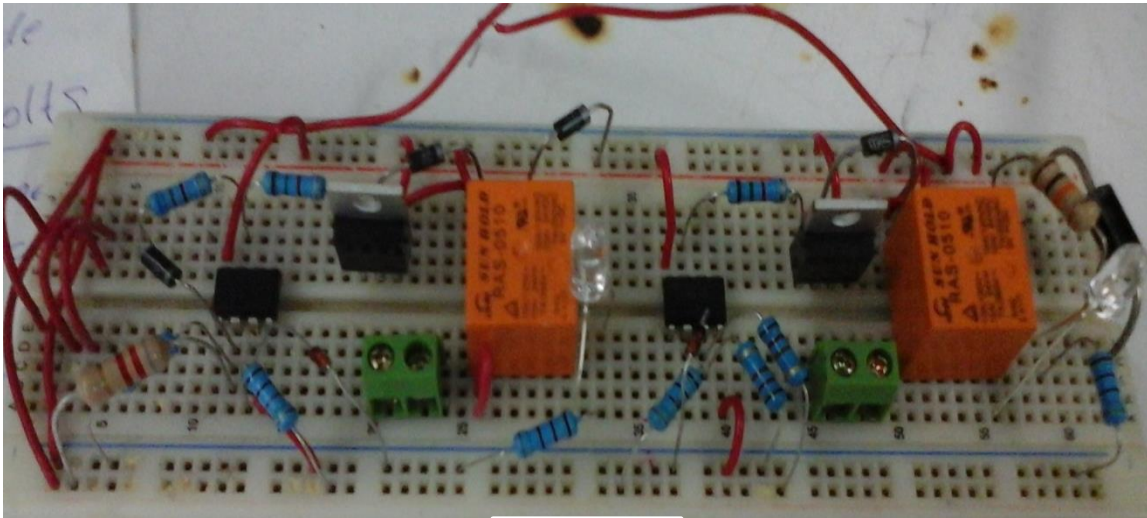


**Fig. 3.17.**

Aquí se aprecia ver la simulación del circuito controlador de carga y una vista previa en 3D del diseño de la tarjeta electronica que se desarrollo.



**Fig. 3.18.**



**Fig. 3.19.**

Aquí se ilustra una imagen del circuito driver de carga para hacer las pruebas de carga y descarga de una batería con el panel solar dentro del laboratorio de electrónica del ITTG y fuera del instituto. .



**Fig. 3.20.**

En esta imagen ya se implementó el circuito en una placa fenólica para que sea utilizada dentro de la estación meteorológica.

### **3.4. Programación del microcontrolador**

El algoritmo de programación que fue implementado para el microcontrolador fue creado utilizando el Software Code Composer Studio y el lenguaje de programación fue a alto nivel (lenguaje C).

Para poder crear el algoritmo que se programó en el microcontrolador fue necesario tomar un curso previo de microcontroladores Tiva en el departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales del ITTG y realizando prácticas de laboratorio se logró implementar un código para leer sensores digitales por medio de interrupciones, utilizando contadores y temporizadores.

```
Copia 3Sensores.c 3Sensores.c
1 #include "inc/tm4c123gh6pm.h"
2 #include <stdint.h>
3 #include <stdbool.h>
4 #include "inc/hw_memmap.h"
5 #include "driverlib/fpu.h"
6 #include "driverlib/sysctl.h"
7 #include "driverlib/rom.h"
8 #include "driverlib/pin_map.h"
9 #include "driverlib/uart.h"
10 #include "utils/uartstdio.h"
11 #include "driverlib/gpio.h"
12 #include "driverlib/timer.h"
13 #include "driverlib/adc.h"
14 #include "driverlib/pwm.h"
15 #include "driverlib/debug.h"
16 #include "driverlib/comp.h"
17 //#include "driverlib/hibernate.h"
18 #include "driverlib/eeeprom.h"
19 #include "inc/hw_ints.h"
20 #include "inc/hw_types.h"
21 #include "driverlib/interrupt.h"
22 #include "inc/hw_gpio.h"
23
24
25 uint32_t ui32Period;
26 uint32_t reloj_gral;
27 uint32_t vel_viento;
28 uint32_t pluvi=0 ;
29
30
31 uint32_t ui32ADC0Value[4];
32 volatile uint32_t ui32TempAvg;
33 volatile uint32_t ui32TempValueC;
34 volatile uint32_t ui32CH0;
35 volatile uint32_t ui32CH1;
36 volatile uint32_t ui32TempValueF;
37
```

A continuación se explicara detalladamente parte del código que se desarrolló para una mayor comprensión de su funcionamiento.

En esta sección se describen todas las librerías que se utilizaron para poder trabajar el código, como por ejemplo los comparadores, las interrupciones, y los puertos GPIO.

Esta sección es prácticamente la declaración de todas las variables utilizadas para almacenar los datos que proporcionan los sensores y para llevar un conteo, también se utilizaron algunas banderas.

```
38 void Lee_ADC(void){
39     ADCIntClear(ADC0_BASE, 1);
40     ADCProcessorTrigger(ADC0_BASE, 1);
41     while(!ADCIntStatus(ADC0_BASE, 1, false){}
42     ADCSequenceDataGet(ADC0_BASE, 1, ui32ADC0Value);
43     ui32TempAvg = (ui32ADC0Value[0] + ui32ADC0Value[1] + ui32ADC0Value[2] + ui32ADC0Value[3] + 2)/4;
44     ui32TempValueC =ui32TempAvg * 3300/4095; //(1475 - ((2475 * ui32TempAvg) / 4096)/10;
45 }
46
47 void configuADC_CH0(void){
48     SysCtlPeripheralEnable(SYSCTL_PERIPH_ADC0);
49     ADCSequenceConfigure(ADC0_BASE, 1, ADC_TRIGGER_PROCESSOR, 0);
50     ADCSequenceStepConfigure(ADC0_BASE, 1, 0, ADC_CTL_CH0);
51     ADCSequenceStepConfigure(ADC0_BASE, 1, 1, ADC_CTL_CH0);
52     ADCSequenceStepConfigure(ADC0_BASE, 1, 2, ADC_CTL_CH0);
53     ADCSequenceStepConfigure(ADC0_BASE,1,3,ADC_CTL_CH0|ADC_CTL_IE|ADC_CTL_END);
54     ADCSequenceEnable(ADC0_BASE, 1);
55 }
56
57 void configuADC_CH1(void){
58     SysCtlPeripheralEnable(SYSCTL_PERIPH_ADC0);
59     ADCSequenceConfigure(ADC0_BASE, 1, ADC_TRIGGER_PROCESSOR, 0);
60     ADCSequenceStepConfigure(ADC0_BASE, 1, 0, ADC_CTL_CH1);
61     ADCSequenceStepConfigure(ADC0_BASE, 1, 1, ADC_CTL_CH1);
62     ADCSequenceStepConfigure(ADC0_BASE, 1, 2, ADC_CTL_CH1);
63     ADCSequenceStepConfigure(ADC0_BASE,1,3,ADC_CTL_CH1|ADC_CTL_IE|ADC_CTL_END);
64     ADCSequenceEnable(ADC0_BASE, 1);
65 }
66
```

Aquí se configuran y se habilitan los convertidores analógicos digital o ADC, para poder trabajar con sensores analógicos.

```

67
68 void configuTIMER0(void){
69     SysCtlPeripheralEnable(SYSCTL_PERIPH_TIMER0);
70     TimerConfigure(TIMER0_BASE, TIMER_CFG_PERIODIC);
71     ui32Period = SysCtlClockGet(); // DUDA QUE SIGNIFICA
72     TimerLoadSet(TIMER0_BASE, TIMER_A, ui32Period -1); // P
73     IntEnable(INT_TIMER0A);
74     TimerIntEnable(TIMER0_BASE, TIMER_TIMA_TIMEOUT);
75     TimerEnable(TIMER0_BASE, TIMER_A);
76 }
77
78
79 void configuTIMER3(void){
80     SysCtlPeripheralEnable(SYSCTL_PERIPH_TIMER3);
81     SysCtlPeripheralEnable(SYSCTL_PERIPH_GPIOB);
82     GPIOPinConfigure(GPIO_PB2_T3CCP0);
83     GPIOPinTypeTimer(GPIO_PORTB_BASE, GPIO_PIN_2);
84     TimerConfigure(TIMER3_BASE, (TIMER_CFG_A_CAP_COUNT_UP)); //TIMER
85     TimerControlEvent(TIMER3_BASE, TIMER_A, TIMER_EVENT_POS_EDGE);
86     TimerEnable(TIMER3_BASE, TIMER_A);
87 }
88
89 void configUART0(void){
90     SysCtlPeripheralEnable(SYSCTL_PERIPH_UART0);
91     SysCtlPeripheralEnable(SYSCTL_PERIPH_GPIOA);
92
93     GPIOPinConfigure(GPIO_PA0_U0RX);
94     GPIOPinConfigure(GPIO_PA1_U0TX);
95     GPIOPinTypeUART(GPIO_PORTA_BASE, GPIO_PIN_0 | GPIO_PIN_1);
96     UARTClockSourceSet(UART0_BASE, UART_CLOCK_PIOSC);
97     UARTStdioConfig(0, 9600, 16000000);
98     IntEnable(INT_UART0);
99     UARTIntEnable(UART0_BASE, UART_INT_RX | UART_INT_RT);
100 }
101
102 void config_comparator(void){
103     //*****
104     //***** COMPARADOR PARA EL ANEMOMETRO*****
105     SysCtlPeripheralEnable(SYSCTL_PERIPH_GPIOC);
106     SysCtlPeripheralEnable(SYSCTL_PERIPH_COMP0); // enable comparator 1
107     GPIOPinTypeComparator(GPIO_PORTC_BASE, GPIO_PIN_6); // assign pin type
108     GPIOPinTypeComparator(GPIO_PORTC_BASE, GPIO_PIN_7);
109     GPIOPinTypeComparator(GPIO_PORTF_BASE, GPIO_PIN_0);
110     GPIOPinConfigure(GPIO_PC6_WT1CCP0); // pin configure
111     GPIOPinConfigure(GPIO_PC7_WT1CCP1);
112     GPIOPinConfigure(GPIO_PFO_C00);
113
114     ComparatorRefSet(COMP_BASE, COMP_REF_0V ); //COMP_REF_1_925V COMP_REF_0V COMP_REF_0_1375V
115     ComparatorConfigure(COMP_BASE, 0, COMP_TRIG_NONE|COMP_ASRCP_REF|COMP_INT_BOTH| COMP_OUTPUT_NORMAL);
116     // set internal reference voltage
117     ComparatorIntEnable(COMP_BASE, 0);
118
119     IntEnable(INT_COMP0);
120
121 }
122
123
124 int main(void)
125 {
126     uint32_t_pui32Data[2];
127     uint32_t_pui32Read[2];
128
129     SysCtlClockSet(SYSCTL_SYSDIV_5 | SYSCTL_USE_PLL | SYSCTL_XTAL_16MHZ | SYSCTL_OSC_MAIN); //2_5, o 4.
130     SysCtlPeripheralEnable(SYSCTL_PERIPH_GPIOF); //PUERTO000S
131     GPIOPinTypeGPIOOutput(GPIO_PORTF_BASE, GPIO_PIN_3|GPIO_PIN_1|GPIO_PIN_2);
132     GPIOPadConfigSet(GPIO_PORTF_BASE, GPIO_PIN_4|GPIO_PIN_0, GPIO_STRENGTH_2MA, GPIO_PIN_TYPE_STD_WPU);
133
134     config_comparator(); // PC7
135     configUART0(); //recibe comandos y envia datos recibe por interrupcion
136     configuTIMER0(); // lleva el tiempo en segundos por interrupcion
137     configuTIMER3(); // captura eventos del pluviometro puerto B2
138     configuADC_CH1(); // lee veleta PE2
139
140     IntMasterEnable();
141
142
143 while(1){
144     configuADC_CH1(); // LEE VELETA
145     Lee_ADC(); //ui32TempValueC LEE VELETA
146     ui32CH1=ui32TempValueC;
147
148
149     pluvi = TimerValueGet(TIMER3_BASE, TIMER_A) & 0X0FFF; // pluviometro cómo limpiar el cont
150 }
151 }

```

Se utilizaron dos TIMER's, uno de ellos fue configurado como contador de pulsos por eventos para el pluviómetro y el otro está configurado como temporizador en tiempo real con un periodo de 1 segundo.

Aquí se configura la UART para poder transmitir la información obtenida por el microcontrolador, a una velocidad de 9600 baudios.

Y por último se configura un comparador para el anemómetro.

Dentro del main principal se configura el oscilador y se habilitan los puertos así como también habilitamos todas las interrupciones, como también el comparador.



```

152
153 //***** INTERRUPTIONES DEL MICROCONTROLADOR*****
154
155 void Timer0IntHandler(void)
156 {
157     TimerIntClear(TIMER0_BASE, TIMER_TIMA_TIMEOUT);
158     reloj_gral++;
159 }
160
161 void UARTIntHandler(void)
162 {
163     uint32_t ui32Status;
164     ui32Status = UARTIntStatus(UART0_BASE, true); //get interrupt status
165     UARTIntClear(UART0_BASE, ui32Status); //clear the asserted interrupts /1111,2222
166
167     while(UARTCharsAvail(UART0_BASE)) {
168         if(UARTCharGetNonBlocking(UART0_BASE) == 's'){
169             UARTprintf("/%d,%d,%d,%d/ OK",pluvi,vel_viento,ui32CH1,reloj_gral);
170             reloj_gral=0;
171             vel_viento=0;
172             pluvi=0; // LIMPIAR TIMER3
173         }
174     }
175 }
176
177 }
178 }
179
180
181 void compara0(void){
182
183     ComparatorIntClear (COMP_BASE, 0);
184     vel_viento++;
185     GPIOPinWrite(GPIO_PORTF_BASE, GPIO_PIN_2, GPIO_PIN_2);
186     SysCtlDelay(2000);
187     GPIOPinWrite(GPIO_PORTF_BASE, GPIO_PIN_2, 0);
188     SysCtlDelay(2000);
189 }
190 }

```

Y dentro del While únicamente dejamos las variables que se estarán leyendo de los sensores constantemente durante el ciclo y cuando se interrumpa se saldrá del While y se traslada a la interrupción de la UART para transmitir la información.

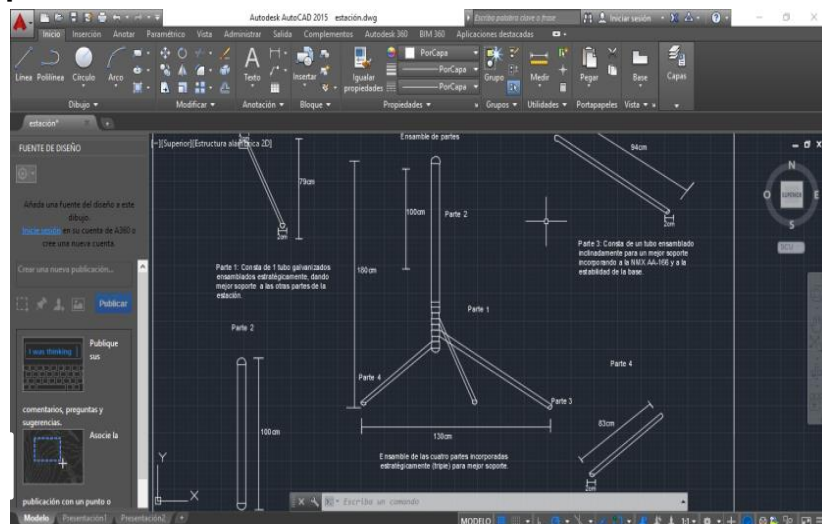
La parte final del código y fuera del “While” se localizan las interrupciones del programa; la del timer, la de la UART y la del comparador.

La interrupción de la UART se basa en la comunicación con el modem GPRS, se entabla un abreve comunicación, al recibir un carácter en este caso una “S” a través del RX, este transmite los valores obtenidos y leídos por los sensores en un tiempo de 10 segundos y después vuelve todo a valores iniciales para tomar nuevas muestras; esa información enviada es almacenada en una base de datos y es visualizada dentro de una plataforma web.

### 3.5. Diseño del prototipo de la estación.

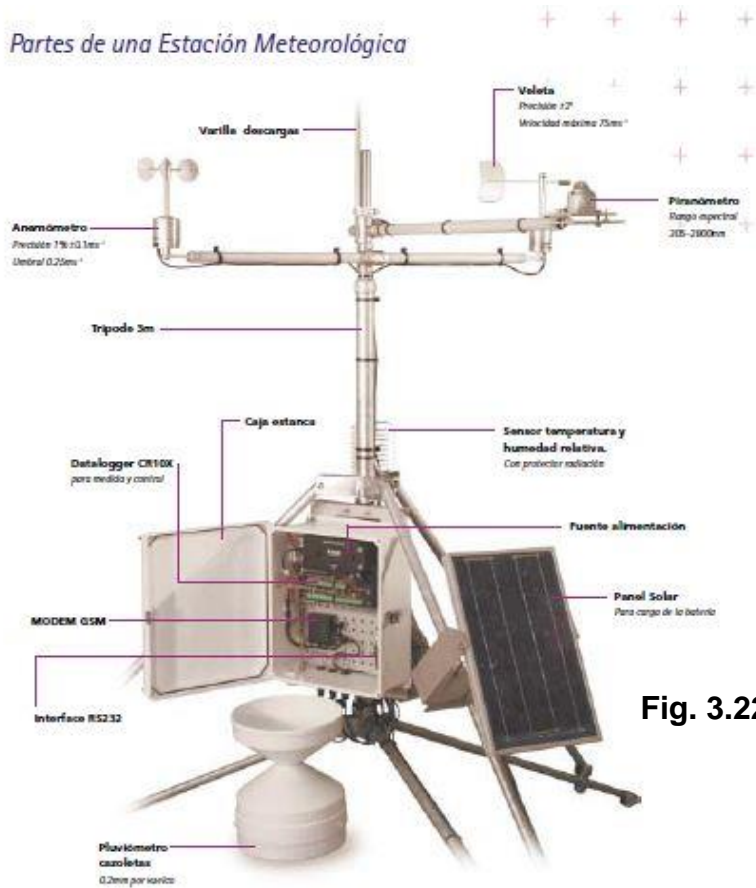
Para la creación del prototipo, fue necesario basarnos en las normas que rigen sobre las estaciones meteorológicas, además protección civil del estado de Chiapas nos permitió asistir y conocer

**Fig. 3.21.**



el centro meteorológico con el que ellos cuentan.

A partir de haber conocido unas estaciones estándares se pudo diseñar una propia en AutoCAD para demostración y a partir de esos diseños y de los estándares se crearon modelos para cada una de las etapas del Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica.



Otra herramienta fue el internet para buscar uno de los principales proveedores de sensores meteorológicos y sus estándares para ubicar cada uno de los sensores en sus lugares adecuados además del panel solar y el gaviete donde se situara el datalogger, el controlador de carga y la batería recargable.

Fig. 3.22.



Esta imagen representa el primer diseño que se creó en donde únicamente incluíamos lo que es un pluviómetro, un anemómetro, una veleta y el microcontrolador.

Fig. 3.23.

**Fig. 3.24.**

Este modelo diseñado se llevó a la etapa regional en la ciudad de Cancún, en donde se aprecia ver un pluviómetro, el anemómetro y veleta de la marca Campbell, un gabinete que contiene el modem GPRS y la tarjeta con el microcontrolador.



**Fig. 3.25.**



Prototipo final y funcional para el concurso ENEIT 2016 realizado en el Instituto Tecnológico de Pachuca.

En el prototipo final ya se anexo el panel solar y su controlador de carga, además de los sensores anemómetro, veleta y el pluviómetro en otra base separa de la estación como lo marca uno de los estándares de las estaciones meteorológicas.



**Fig. 3.26.**

## 4. Resultados

### 4.1. Pruebas de funcionamiento.

Con la integración de todos los componentes y cada una de las partes de la estación meteorológica se sometió a las pruebas de funcionamiento para corroborar la lectura de los sensores a través del microcontrolador, la comunicación microcontrolador-modem y el envío de la información a la plataforma web para visualizar los datos enviados. A continuación se muestra como se accede a la plataforma web.



Primeramente para ingresar al sistema se realizó una presentación en la cual se pueden ver datos de la empresa y el giro de la empresa; además para acceder se solicita una clave de acceso único, la cual se le proporciona únicamente a los clientes.

Posteriormente de haber entrado al sistema la primer imagen que se logra ver es el mapa de la república mexicana y dentro del mapa se localizan todas las estaciones activas que se pueden monitorear por independiente y se selecciona una para ver los parámetros medidos por la estación meteorológica.

Fig. 4.1.



Fig. 4.2.

Al ingresar a una de las estaciones en funcionamiento nos muestra los parámetros medidos en un lenguaje entendible para una persona capacitada en meteorología y que comprenda como está el tiempo en ese momento.



Fig. 4.3.

La estación meteorológica seleccionada cuenta con 4 parámetros medibles o 4 sensores conectados, velocidad del viento, dirección del viento, milímetros de lluvia y la temperatura.

Como se logra ver el sensor de temperatura muestra 37°C en el momento que se midió y que se envió la información, así como también se puede ver la gráfica que nos muestra el comportamiento de la temperatura durante cada hora, cada día, cada semana o durante todo un año; los datos para la realizar la gráfica son recopilados dentro de una base de datos para así poder graficar el comportamiento y los cambios repentinos de alguna variable que se está midiendo.

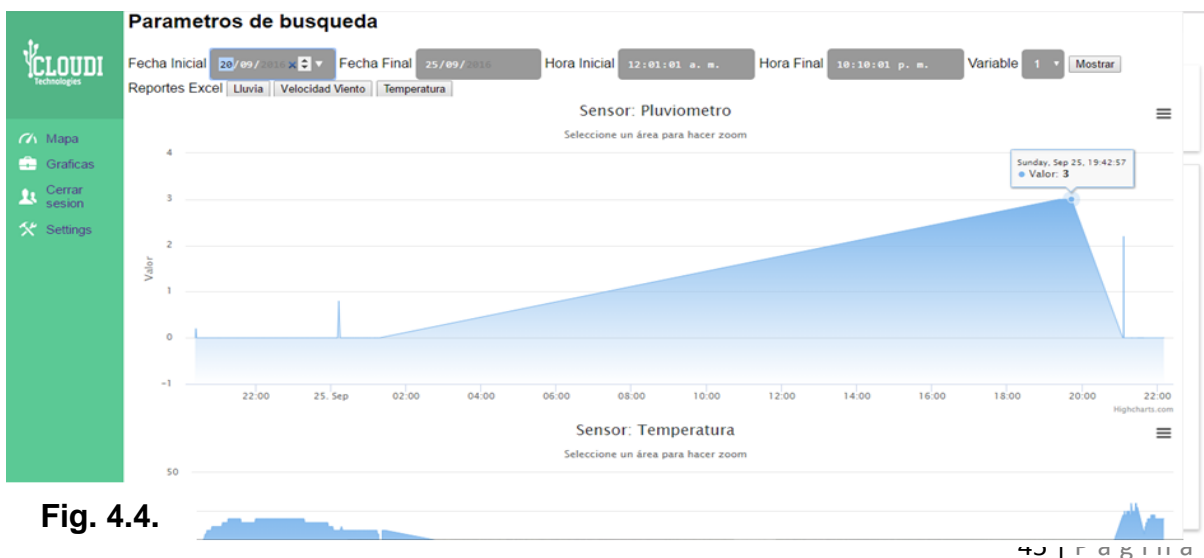


Fig. 4.4.

Otra de las herramientas con las que cuenta la plataforma web es un sistema de búsqueda para poder ver como estuvo el tiempo en un determinado periodo, ingresando datos como la fecha inicial, la fecha final, una hora inicial y una hora final, así también las variables que se quieren observar y muestra la gráfica del sensor que se selecciona ver durante el periodo requerido.

A demás de la plataforma web, está en desarrollo una aplicación móvil para recibir la información de los sensores a esa app y tener una prevención de riesgos contra los desastres naturales que se puedan suscitar en el momento y tener una mayor eficiencia en el tema de alertamiento a la población que habitan en zonas de mayor riesgo.

#### 4.2. Mejora continua del proyecto

El proyecto sigue en desarrollo, por lo tal se siguen implementando mejoras para mayor eficiencia en el servicio y una de ellas muy importante es la energía que se obtiene a través del sol por el panel solar y alimenta a todo el sistema electrónico.

Se hace un nuevo diseño e implementación de un driver de carga que trabaja con diferentes valores de potencia de los paneles solares para proporcionar mayor carga a la batería.

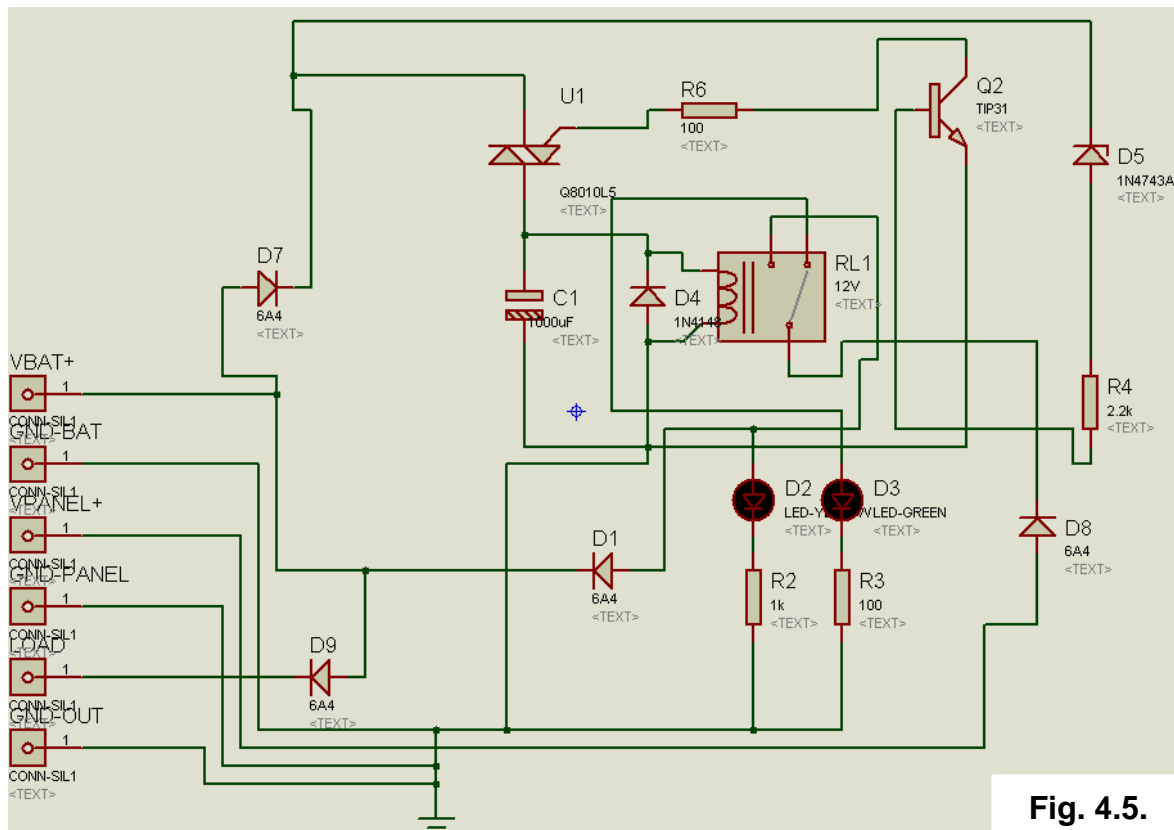
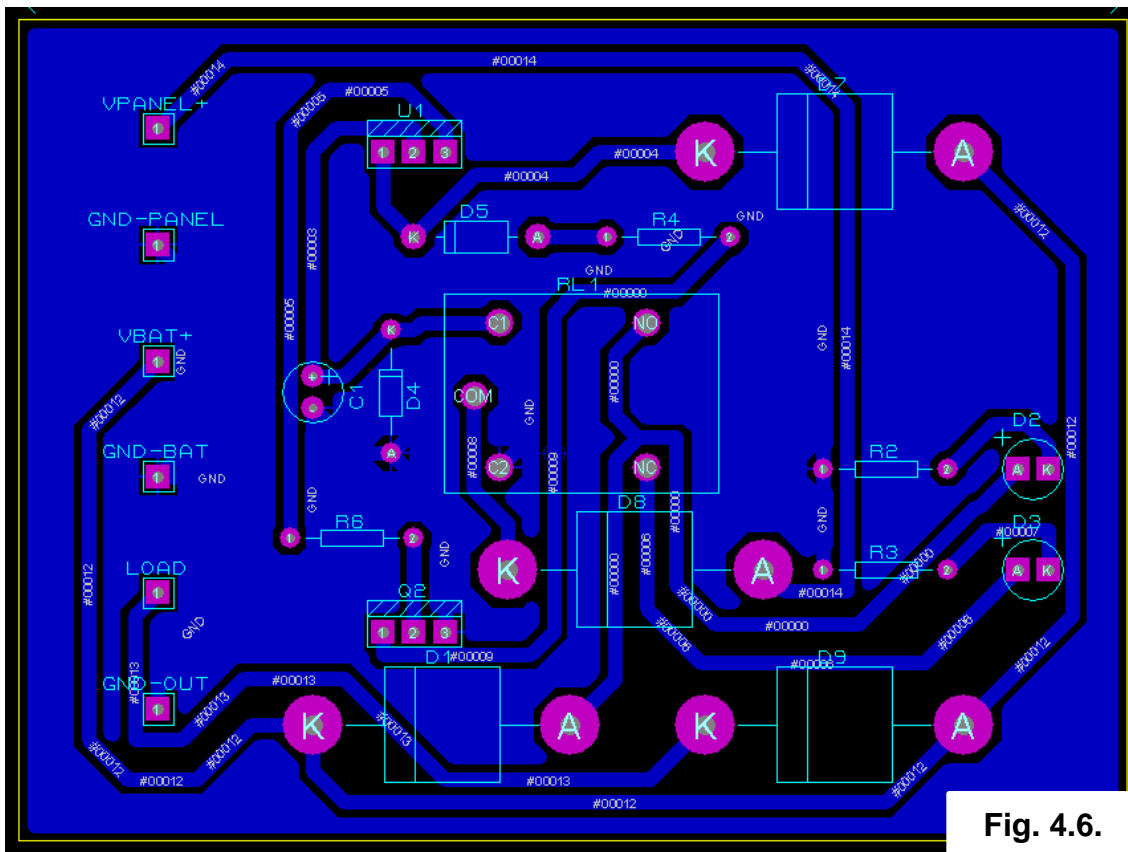


Fig. 4.5.

El diagrama muestra componentes electrónicos como el relevador, diodos rectificadores, un par de resistencias, un triac, un transistor de potencia, un diodo zener y dos indicadores, un diagrama sencillo y muy práctico, que se encarga de limitar el paso de la corriente hacia la batería recargable para prolongar el tiempo de vida de la batería evitando sobrecargas y descargas por debajo del umbral mínimo de la batería; todo lo efectúa a través de una comparación de voltaje con un diodo zener d 12 volts, cuando el voltaje está por encima de ese voltaje el relevador se activa y abre su contacto normalmente cerrado e impide el paso de la corriente proveniente del panel solar.

Se realizó un nuevo diseño en ARES para la creación de una tarjeta electrónica:



**Fig. 4.6.**

La tarjeta cuenta con medidas de 7x10cm aproximadamente, un tamaño pequeño y óptimo para ser encapsulado en una carcasa como cualquier driver comercial; la placa cuenta con 6 bornes para las conexiones de la batería, del panel solar y de la carga de salida. Dos diodos led para indicar el proceso de carga y de carga completa, y para manejar corrientes altas se utilizaron diodos rectificadores de 6 amperes; con este nuevo diseño se evitan problemas de comparación como los que se tenían en el controlador anteriormente diseñado, que hacía comparación de voltajes de entrada con la batería a través de amplificadores operacionales configurados como comparador con histéresis.

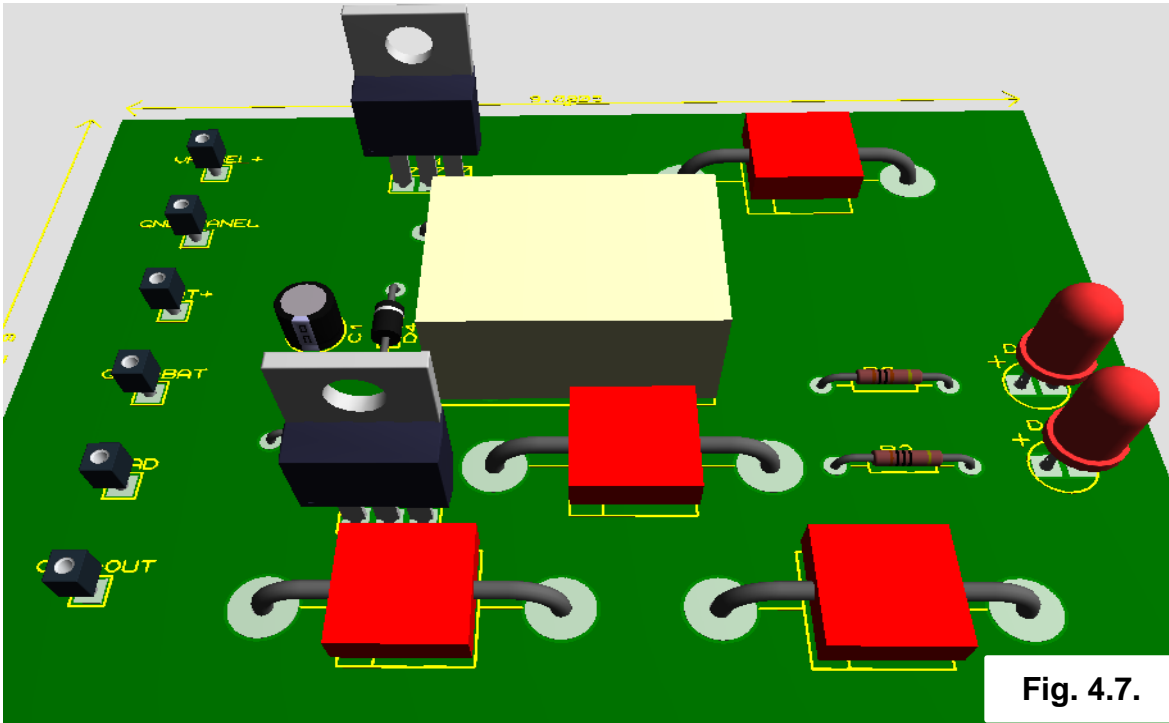


Fig. 4.7.

Esta imagen representa una simulación en 3D para ver la colocación de cada uno de los componentes que se utilizaron y corroborar que todo esté bien en su lugar indicado así como también el ruteo de las pistas electrónicas y los puntos de soldadura.

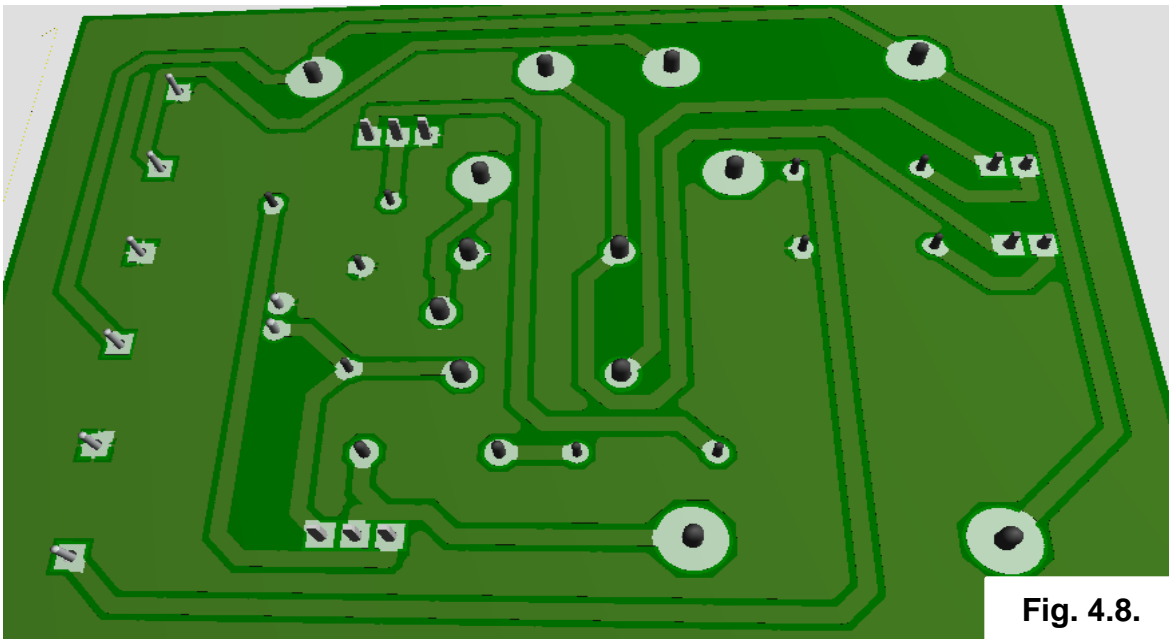
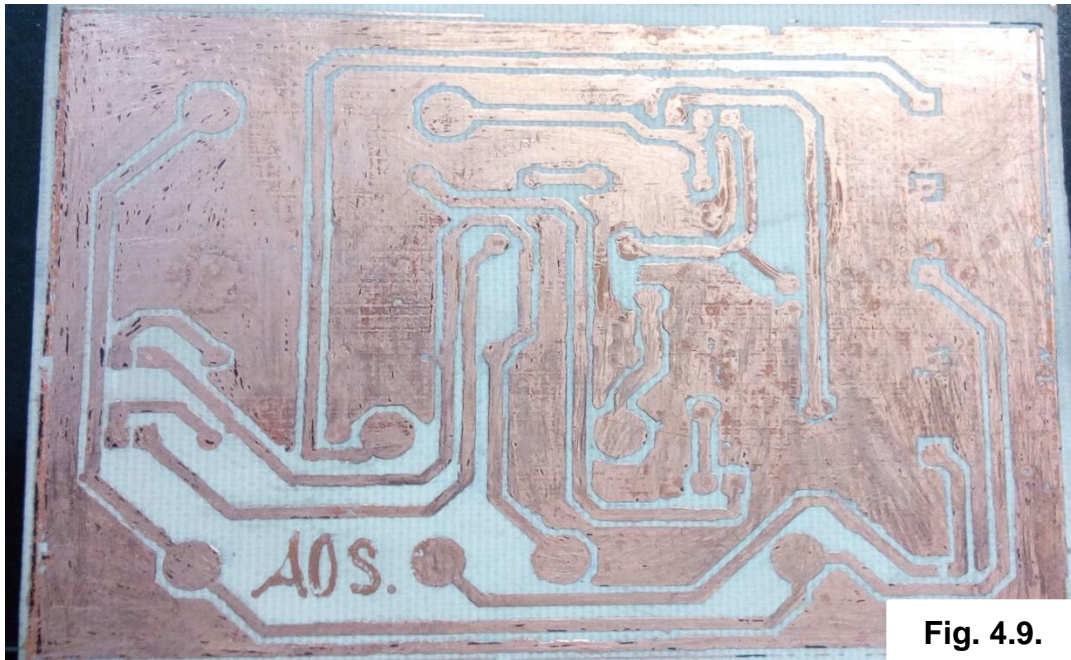


Fig. 4.8.





**Fig. 4.9.**

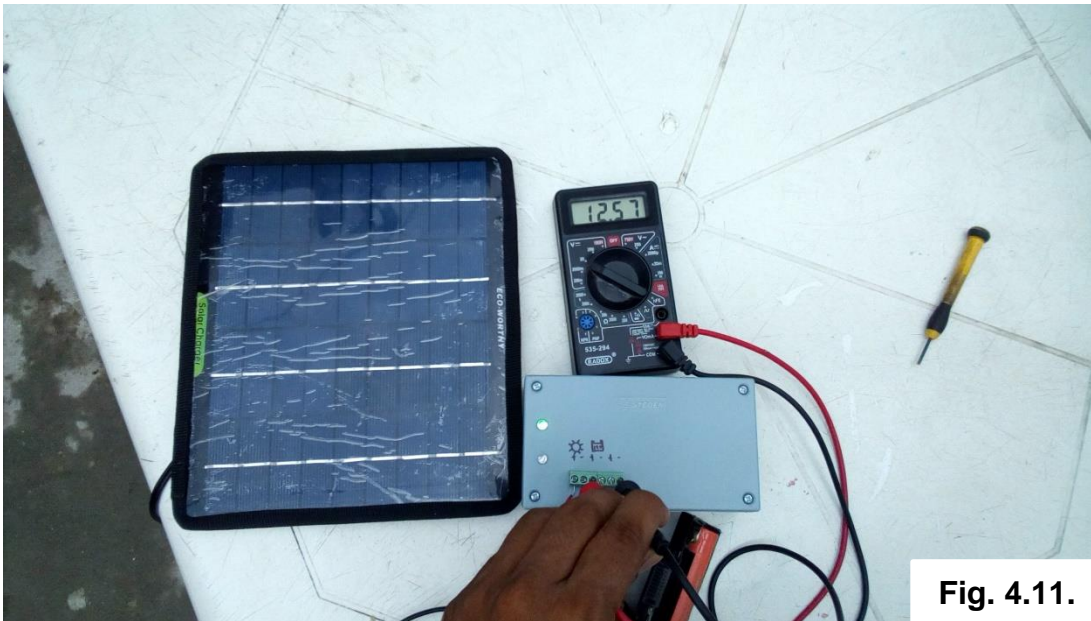
El circuito es plasmado en la placa fenólica para realizar las conexiones de todos los componentes electrónicos y realizar las pruebas de funcionamiento.

La placa diseñada es colocada dentro de un gabinete de la marca steren para darle mayor presentación y protegerla de la intemperie.



**Fig. 4.10.**

Y posteriormente se realizan las conexiones de la batería y así como también las conexiones del panel solar para probar el procedimiento de carga y descarga de la batería.



**Fig. 4.11.**

Las pruebas que se realizaron fue en un día nublado donde el voltaje proporcionado por el panel solar era de 18 volts y la batería con un voltaje inicial de 11.4 volts sin ninguna carga conectada; el tiempo que se tomó para alcanzar la carga máxima la batería fue de 7.02 minutos con un voltaje máximo de 13.04 volts y el panel se desconecta para no seguir suministrando más corriente a la batería.

Ahora para la descarga se tomó un tiempo de 14.44 minutos para llegar a un voltaje de 10.44 volts y a ese voltaje se reactiva nuevamente el panel solar para suministrarle la carga a la batería.

## **Conclusión**

El proyecto “Servicio de estaciones meteorológicas para el monitoreo climático (nubic’s)”, fue unos de los proyectos ganadores en la etapa local y regional del Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica y teniendo participación en su etapa nacional en el Instituto Tecnológico de Pachuca, logrando avances en la innovación para poder formar e integrar el proyecto como una sociedad y brindar un servicio de monitoreo climático y además de otras aplicaciones que incluyan monitoreo con sensores digitales o analógicos.

Actualmente la empresa está formada por el equipo multidisciplinario que participo en el evento y la estación meteorológica diseñada esta activa en operación en el domicilio de la empresa y se está trabajando con las estaciones meteorológicas de protección civil de estado de Chiapas.

## Fuentes de información

- <http://pembu.dgenp.unam.mx/introduccion/bellas-artes>
- OMM. 1975 Reglamento Técnico, No. 49
- <http://www.ti.com/TM4C123G-Launchpad-Workshop>
- WMO. 2006. Wide to Meteorological Instruments and Methods of Obsevation, seven edition, WMO\_No 8, Geneve, Switzerland.
- [http://processors.wiki.ti.com/index.php/Download\\_CCS](http://processors.wiki.ti.com/index.php/Download_CCS)
- <http://the.earth.li/~sgtatham/putty/latest/x86/putty.exe>
- <http://www.pol.una.py/?q=node/165>