

**PROTOTIPO DE INVERNADERO PARA DEMOSTRACIÓN DE CONTROL DE
TEMPERATURA Y HUMEDAD PROGRAMADO EN UNA TARJETA DSP**

**JUAN ESTEBAN AGUDELO LÓPEZ
CLAUDIA EBELLY RESTREPO PÉREZ**

**TECNOLÓGICO PASCUAL BRAVO INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA
MEDELLÍN
2012**

**PROTOTIPO DE INVERNADERO PARA DEMOSTRACIÓN DE CONTROL DE
TEMPERATURA Y HUMEDAD PROGRAMADO EN UNA TARJETA DSP**

**JUAN ESTEBAN AGUDELO LÓPEZ
CLAUDIA EBELLY RESTREPO PÉREZ**

**Trabajo de grado presentado para optar al título de
Tecnólogo en Electrónica**

**Asesor
Carlos Alberto Monsalve Jaramillo
Ingeniero de sistemas**

**TECNOLÓGICO PASCUAL BRAVO INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA
MEDELLÍN
2012**

Agradecimientos

Agradecemos a cada una de las personas que nos brindaron sus conocimientos y experiencias durante nuestro paso por la institución, como también a nuestras familias y seres allegados que siempre han sido una fuente de apoyo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	7
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	8
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	8
2. JUSTIFICACIÓN.....	9
3. OBJETIVOS.....	10
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	10
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
4. MARCO TEÓRICO.....	11
4.1. PROCESADOR DIGITAL DE SEÑAL (DSP).....	11
4.2. SENSOR.....	12
4.3. RELÉ.....	15
5. METODOLOGÍA.....	17
5.1. TIPO DE PROYECTO.....	17
5.2. MÉTODO.....	17
5.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	17
5.31 Fuentes primarias.....	17
5.3.2 Fuentes secundarias.....	17
6. RESULTADO DEL PROYECTO.....	19
7. CONCLUSIONES.....	26
8. RECOMENDACIONES.....	27
CIBERGRAFÍA.....	28
ANEXOS.....	29

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Sensor.....	14
Figura 2: Conexión sensor.....	14
Figura 3: Sensor. Fotografía real.....	15
Figura 4: Maqueta. Lateral derecho.....	19
Figura 5: Maqueta. Lateral izquierdo.....	20
Figura 6: Maqueta. Estructura acrílica para el prototipo.....	20
Figura 7. Esquema 1 Flujo de agua.....	22
Figura 8: Esquema del flujo del aire.....	23

RESUMEN

Existe un creciente empleo de estructuras ligeras en invernaderos, en tierras de clima templado, cálido y frío; por tal razón se justifica el desarrollo de este tipo de estructuras. El objeto del presente proyecto es contribuir con un modelo donde se cuenta con controles que adopten y garanticen el microclima necesario según el tipo de cultivo que se maneje, aportando un modelo teórico que se presenta, tras su validación con datos experimentales obtenidos sobre un prototipo, como una metodología adecuada para el cálculo de dicha estructura. La obtención de conclusiones sobre el comportamiento estructural y el estudio de costos realizado sobre el prototipo permiten, dada su viabilidad técnica y económica, proponerlo como una solución alternativa a los invernaderos de gran escala.

INTRODUCCIÓN

Con la elaboración de este proyecto se pretende exponer el resultado final de todo un proceso formativo.

Este proyecto en particular pretende evidenciar el problema y las justificaciones respectivas que han motivado a la creación de un prototipo funcional, cuya manifestación se proyecta en un invernadero de champiñones con un centro base que sostiene en el funcionamiento de tarjetas DSP, pero que promete una mayor aplicabilidad por tratarse de una plataforma que puede servir para la programación futura por parte de otros estudiantes sin tener que enfocarse exclusivamente en la función de invernadero, sino utilizando otro tipo de propuestas bajo la misma estructura del prototipo.

De esta manera se presenta descriptivamente los materiales y procedimientos para llegar a exteriorizar este prototipo funcional, justificado en el manejo de recursos (DSP) no utilizados de la institución universitaria, y proyectando al futuro el progreso de la misma, a partir del planteamiento de respuestas ante necesidades de la población en general.

Además, se pretende dar cuenta de la manera en que la automatización tecnológica puede brindar resultados de excelente calidad, bajos costos y altos beneficios para la población en general por medio del control y manejo de variables al detectar una necesidad específica, como aquéllas de carácter climático que intervienen en nuestro prototipo de cultivo de setas.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad la biotecnología se ha convertido en una verdadera alternativa para la obtención de alimentos y el cultivo de plantas para la exportación, por la posibilidad de obtener grandes cantidades en pequeñas áreas mediante técnicas sencillas, a bajo costo, en cortos periodos de tiempo y empleando residuos agroindustriales y equipos de fácil obtención en nuestro medio.

Además, a causa de los cambios climáticos que se han presentado durante los últimos años, se va haciendo necesaria la adaptación del ser humano para trabajar con el manejo de los invernaderos con sistemas que garanticen el control del clima para ofrecer productos de calidad, mejorándose la eficiencia del espacio, suelo y dinero sin tener una total dependencia con el sistema exterior o el contexto ambiental con que cuenta cada territorio, lo cual es una labor de análisis, cuidado y meticulosidad en la comprensión del contexto y las variables a intervenir.

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera es posible implementar un prototipo de invernadero que realice los procesos presentes en un cultivo convencional sin la intervención del hombre?

2. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de aumentar la producción de alimentos es una temática recurrente en la actualidad debido al incremento de la población mundial y las dificultades que se han presentado en cada uno de los contextos sociales por los cambios climáticos que afectan sobremanera el esquema de trabajo convencional por parte del sector agricultor.

De esta manera, el uso de la biotecnología actúa dentro de su plan de acción humano al responder ante las necesidades que afectan a las distintas poblaciones y territorios, pues la utilización de automatizaciones por medio del uso de tecnología promete controlar el clima dentro de los invernaderos sin comprometer la calidad del producto y mejorando la eficiencia en la utilización del espacio, el suelo y el componente de inversión monetaria.

Por otro lado, el diseño de este prototipo implica la utilización de un equipo (DSP) con que se cuenta en la institución y que no está siendo utilizado en la actualidad, lo cual crea un enlace entre la academia y los recursos institucionales para fomentar el desarrollo teórico y metodológico

Así, este trabajo no implica solamente la resolución de una necesidad en torno al sector agrícola y la aplicabilidad de biotecnología para el mejoramiento de una situación en particular, sino que el uso de un prototipo como éstos en el sector académico ayudaría como material didáctico en el proceso formativo de los estudiantes.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar un prototipo de invernadero que consiga realizar los procesos presentes en un cultivo convencional sin la intervención directa del hombre.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las variables presentes en el proceso de cultivo de setas convencional.
- Utilizar una tarjeta DSP para la programación del mecanismo de control de las variables.
- Crear un medio didáctico donde se puedan realizar pruebas en pequeña escala pero con parámetros reales.

4. MARCO TEÓRICO

Para la realización de este proyecto es necesario recrear un ambiente controlado a partir del correcto funcionamiento de todos los componentes que hacen parte del proceso, ya que es necesario realizar medidas de temperatura y humedad en tiempo real, lo cual no sería posible en un ambiente no controlado, y que hace parte fundamental de la propuesta diseñada en este proyecto.

Debido a los repentinos cambios climáticos y los problemas causados por los desastres naturales, grandes olas de sequías o largas temporadas de lluvias, el sector agrícola se ha visto muy afectado respecto a la calidad de sus productos y al reto de abastecer con ellos las grandes demandas de las ciudades. Con ello se encuentra en este tipo de sistemas una excelente respuesta y alternativa no sólo para mejorar los tiempos de las cosechas sino también para influir positivamente en la calidad de los productos por medio de su cultivo en condiciones climáticas adecuadas. Lo anterior sin olvidar que este tipo de sistemas también son diseñados para poder cultivar productos en territorios que por su altura a nivel del mar no son ideales y nunca darían buenos frutos.

Por este motivo, es importante dar cuenta del conocimiento que gira en torno a los materiales y procedimientos involucrados con la realización de este proyecto, evidenciando el dominio teórico y metodológico que se requiere.

4.1 PROCESADOR DIGITAL DE SEÑAL (DSP)

Un DSP es un sistema basado en un microprocesador, el cual ejecuta instrucciones brindadas por medio de un software, quien posteriormente introduce los comandos o las instrucciones a partir de un programador (hardware). Por ello,

Este dispositivo es muy útil para el procesamiento de señales analógicas ya que por su alta velocidad es capaz de digitalizar en tiempo real dichas señales, y aunque su funcionamiento es solamente digital, realiza la digitalización de señales análogas por medio de entradas conversor análogo/digital (ADC).

Los DSP son dispositivos digitales con la capacidad de ejecutar procesos en paralelo con diferentes datos, variables e instrucciones específicas para cada proceso, lo cual los diferencia de otros dispositivos electrónicos que sólo ejecutan un proceso a la vez, limitando su velocidad debido al nivel de procesamiento.

4.2 SENSOR

Un sensor es un dispositivo que convierte una variable física que se desea medir en una señal eléctrica que contiene la información correspondiente a la medición realizada. Para ello, el sensor suele ir acoplado a un circuito que convierte su señal en valores adecuados para que ésta se pueda capturar, como etapa intermedia, se debe realizar la calibración o ajuste de la medida del sensor, para así controlar la sensibilidad con que va poder detectar la señal que será enviada al circuito, finalmente, se procede a la etapa de adquisición, para su procesamiento, registro o presentación. Los sensores cuentan con ciertas características que hay que tomar en cuenta, las cuales son:

Resolución: es la mínima variación, dentro del rango de medida, que es apreciada por el sensor como un cambio de su salida.

Precisión: es la tolerancia de la medida, con lo que define los límites del error, garantizando que la medida se encontrará con toda seguridad en el rango definido.

Repetitividad: es el grado de precisión en la repetición de una medida que se realiza de forma consecutiva y bajo las mismas condiciones, incluida la dirección de variación del estímulo de entrada.

Sensibilidad: indica la variación que experimenta la medición respecto al cambio de la variable medida, es decir, que es la razón de cambio de la salida ante los cambios en la entrada, y por tanto es mejor en cuanto mayor sea.

Exactitud: Diferencia entre la salida real y el valor teórico de dicha salida

Rango: Margen de valores de la magnitud de entrada comprendido entre el máximo y el mínimo detectables por un sensor, con una tolerancia de error aceptable.

Derivación: variación de la salida esperada del sensor debido a cambios de temperatura, humedad, envejecimiento, etc. Además, todo dispositivo presenta unas condiciones ambientales de operación, fuera de las cuales no se garantiza su funcionamiento y que, en el caso de los sensores, aún con un funcionamiento correcto provocan desviaciones de las medidas que pueden resultar importantes.

Sensor RHT03: Sensor de temperatura y humedad de tipo capacitivo, para su funcionamiento no necesita componente extra. Tiene capacidad de transmitir sus señales hasta 100 metros, es un muy buen componente ya que tiene larga duración en el tiempo y es de bajo consumo de energía.

Alimentación: 3-6 voltios

Rangos de operación: 0-100% humedad relativa, -40°+80° Celsius

Precisión: +/- 2% humedad relativa, +/- 0.5° Celsius

Sensibilidad: 0.1% humedad relativa, 0.1° Celsius

Figura 1: Sensor

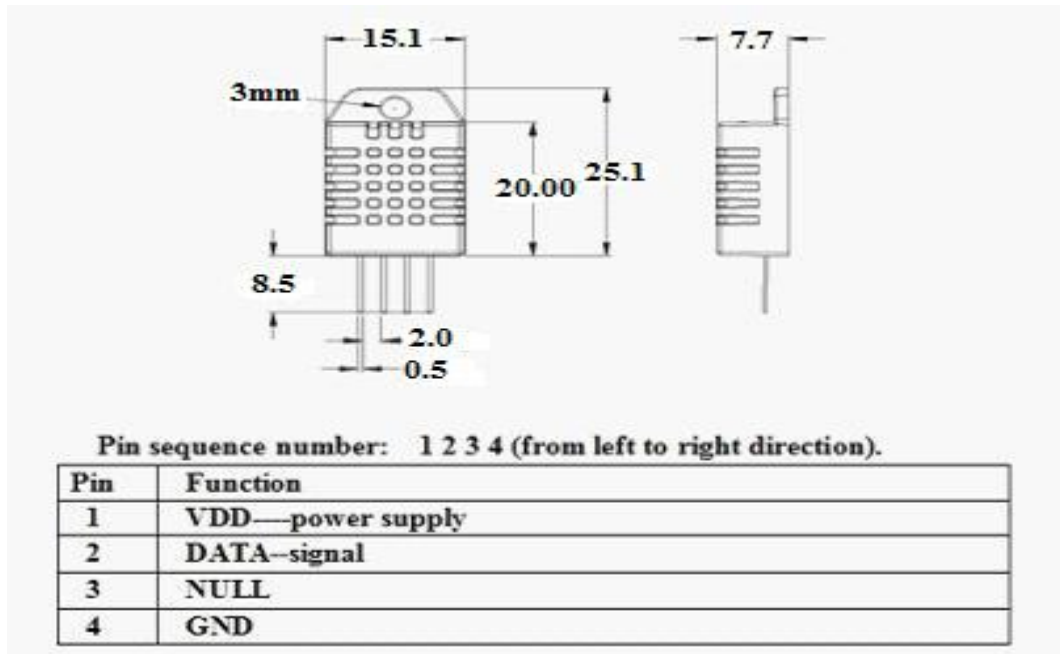


Figura 2: Conexión sensor

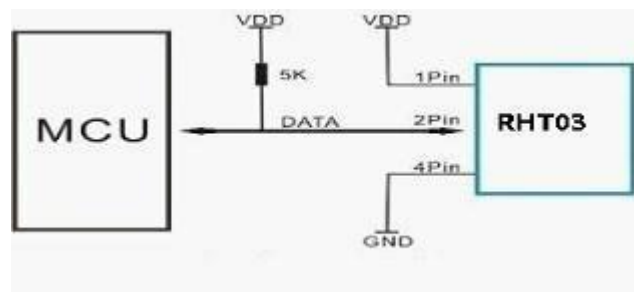
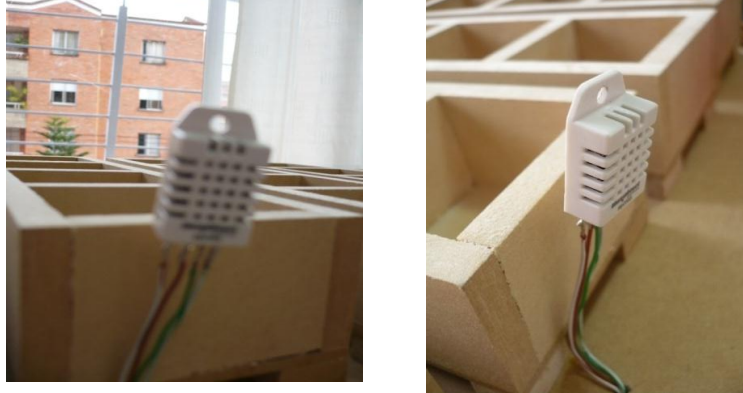


Figura 3: Sensor. Fotografía real.



4.3 RELÉ

Son dispositivos que funcionan como interruptor, su funcionamiento varía según las características y necesidades del sistema, aunque la esencia de funcionamiento es la misma, son Relé o elevadores a estos circuitos, sean electromecánicos, eléctricos o mecánicos, que realizan una conmutación interna para aumentar los niveles de corriente y voltaje en la salida con relación a su entrada. Comúnmente poseen una entrada de baja potencia y el Relé, depende su tipología, acciona una bobina, electroimán, solenoide, entre otros, para así accionar su circuito de salida (elevador) comúnmente de 3 terminales (tierra, común, carga) con lo cual activa y eleva el voltaje en la salida según el voltaje que se sitúe en el común de la terminal de salida.

Estos dispositivos son muy utilizados en la industria para realizar el control de máquinas y de sistemas que requieren un dispositivo programable para mejorar su eficiencia.

Relé de estado sólido: Este un componente eléctrico está compuesto por un optoacoplador que aísla los dos circuitos y es quien detecta la corriente de entrada accionando un triac o un dispositivo similar que funciona como switch de potencia.

Estos dispositivos son muy utilizados por su velocidad en respuesta en comparación a los relés electromecánicos, a lo cual se adiciona que no presenta desgaste en sus componentes como sí ocurre en otro tipos de relés.

5. METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE PROYECTO

Es un proyecto deductivo ya que parte de la observación del funcionamiento control de invernaderos ya inventados y de simuladores ya programados.

5.2 MÉTODO

El método que se utiliza es de carácter deductivo, ya que se basa en la observación de los problemas de la máquina, los cuales obtienen una solución por medio de una investigación.

5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

5.3.1 Fuente primaria: este prototipo parte de la necesidad de obtener una mejor educación y técnica simulando el funcionamiento del sistema de control para un invernadero.

5.3.2 Fuente secundaria: se complementa la investigación utilizando el internet

6. RESULTADOS DEL PROYECTO

Para la realización de este proyecto fue necesario conocer el diseño y el funcionamiento básico de los invernaderos.

Un invernadero es un edificio con paredes de vidrio o plástico translúcido que es empleado para el cultivo y la conservación de plantas delicadas, como también para forzar el crecimiento de plantas que se encuentran fuera de temporada los invernaderos están ideados para transformar la temperatura, humedad y luz, logrando así condiciones ambientales similares a los climas acordes con el producto específico a cultivar.

En el caso del presente proyecto se realizó una investigación previa acerca de las circunstancias especiales en las que se desarrollan las setas, cuyas condiciones de humedad y temperatura son un poco menos comunes que en el resto de las plantas debido a que requieren temperaturas menores a 25 grados y humedades superiores a 40% HR. Dentro de los aspectos a tener en cuenta se estudió que para que un invernadero sea considerado como efectivo se encuentran:

El aire: en este aspecto se pueden tomar en cuenta las dimensiones con las que fue construido el invernadero, en este caso el prototipo.

La ventilación: que se puede usar para brindar un poco de brisa.

La temperatura: que es muy importante que se mantenga en el rango ideal, ya que si el interior está muy frío o muy caliente para los requerimientos del producto específico, puede afectar de manera negativa el desarrollo de las plantas.

Hasta ese momento se trató en torno al concepto común de lo que es un invernadero, sin embargo, con la aparición del concepto de “Automatización”, surge un cambio en la perspectiva que recae sobre la concepción convencional de invernadero.

La automatización se da por medio de sistemas de control configurados para trabajar con poca intervención humana, por lo cual se decidió proporcionar al invernadero un sistema con el ordenamiento de componentes físicos unidos o relacionados de tal manera que manden, dirijan o regulen el sistema.

El proceso de desarrollo del sistema se llevó a cabo a partir del diseño de implementación de la maqueta a partir del principio de un invernadero tipo PARRAL que son los más comunes en la siembra de setas.

A la estructura de acrílico de 5 mm de espesor se le implementaron, con procedimiento láser, dos orificios en cada lateral para instalar dos ventiladores..

Figura 4: Maqueta. Lateral derecho.

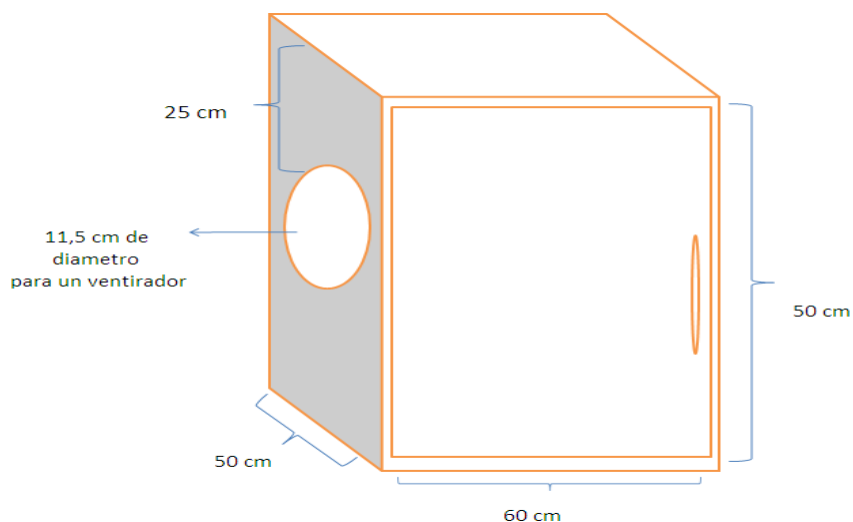


Figura 5: Maqueta. Lateral izquierdo.

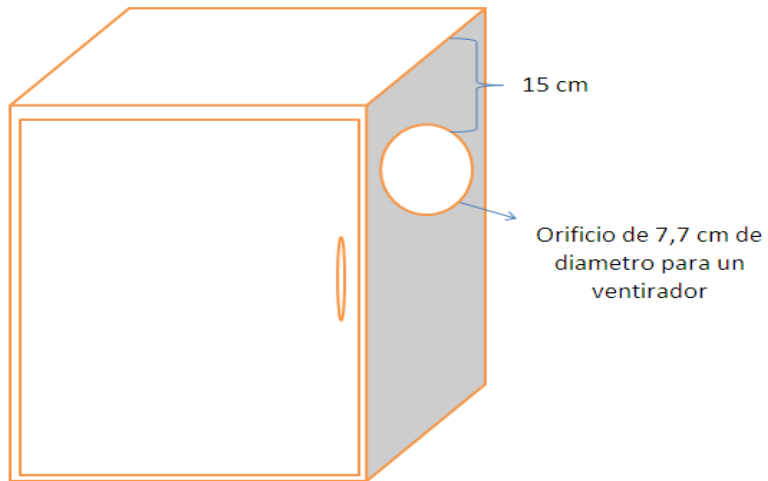


Figura 6: Maqueta. Estructura acrílica para el prototipo.



El invernadero realizado consta de un sistema automatizado que permite refrigerar el cultivo cuando se detecte la necesidad mediante un sensor de humedad y temperatura que por sus características de bajo consumo y alto rendimiento es el dispositivo ideal para el funcionamiento de este prototipo.

- Alimentación. 3.3-6 V
- Rango de operación: humedad 0-100%RH; temperatura -40~80Celsius
- Exactitud: humedad +-2%RH (+-5%RH máximo); temperatura +-0.5Celsius
- Capacidad de repetición: humedad +-1%RH; temperatura +-0.2Celsius
- Histéresis de la humedad: +-0.3%RH
- Estabilidad de largo plazo: +-0.5%RH/year
- Capacidad de intercambio: completamente permutable

Este sensor envía los datos a la DSP quien procesa los datos, ejecuta los comandos y hace que se active la bomba colocada en la torre para empezar a bombear de agua a las tuberías y repartirla en el sistema ó maqueta.

Además, permite ventilar cuando se detecte que el ambiente es demasiado caluroso para el cultivo a partir de un sensor de temperatura y humedad, activando los relés para que enciendan los ventiladores

En la construcción del invernadero de este proyecto fue importante el uso de materiales resistentes, para la estructura se utilizó acrílico en su mayor parte para brindar más estabilidad, para la base y las jardineras se utilizó madera, en el sistema de refrigeración se contó con tubos de pecera hechos de goma y tubos de PVC.

Sistema de refrigeración casero por agua: Se denomina sistema casero ya que es de fácil construcción y su funcionamiento maneja principios básicos de los sistemas de refrigeración. Los materiales para su construcción fueron:

- Tubo PVC.
- Cuerdas de Nylon.
- Bomba de agua.
- Columnas de PVC.

Figura 7: Esquema 1 Flujo de agua

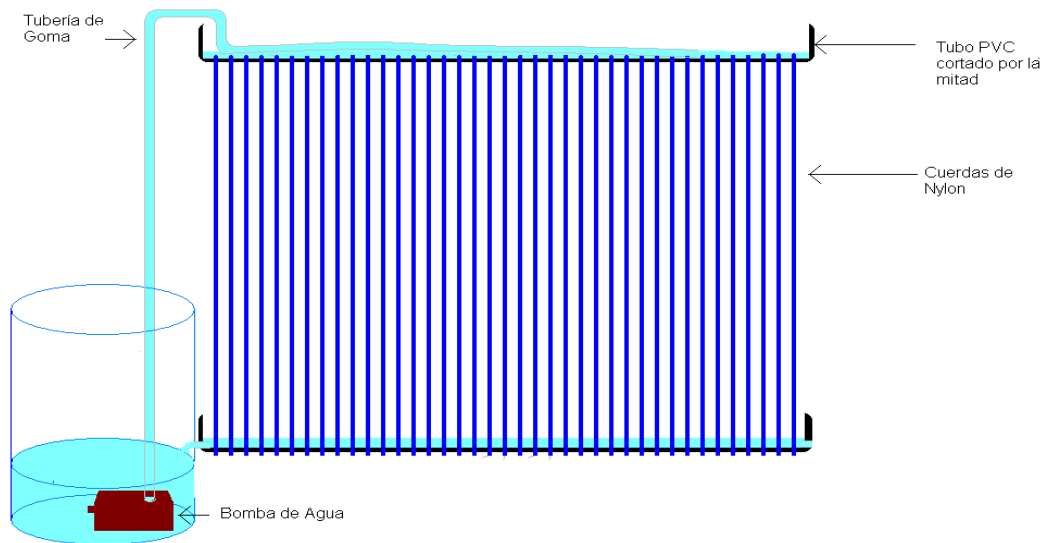
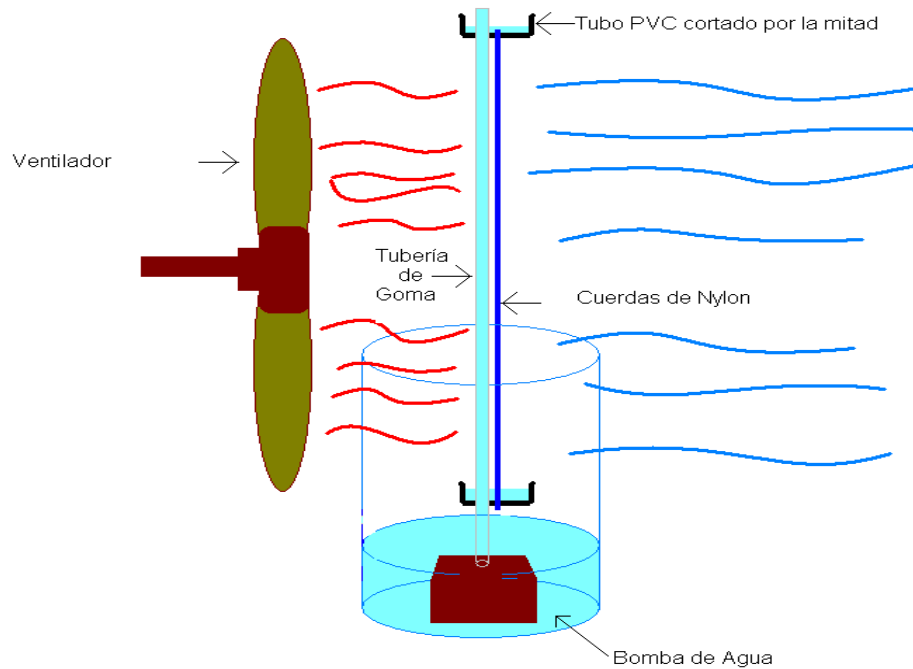


Figura 8: Esquema del flujo del aire



Se realizó un corte en el tubo de PVC por la mitad y se cerró en sus extremos para proporcionar dos baños. En el baño superior se realizaron agujeros en la base para poder introducir las cuerdas, a las cuales se colocó un nudo en su extremo para fijarlas al baño superior, además, se sellaron las cuerdas por debajo con silicona para permitir que el agua evacue por la porosidad de las mismas.

En el baño inferior se pasaron las cuerdas, las cuales se fijaron igualmente por un nudo en sus extremos y se sellaron con silicona líquida.

Los baños fueron unidos por dos reglas de madera, con pegamento y tornillos.

A su vez, las reglas se dispusieron para sujetar las botellas, de las cuales una de ellas fue previamente cortada por la mitad para poder introducir la bomba de agua,

a la cual se colocó el tubo de goma que llega al baño superior. El envase donde se ubica la bomba debe estar conectado con el baño inferior, además, dicho envase se comunicó con el segundo a partir de sus respectivas bases para mantener el nivel de agua y así el equilibrio del sistema.

La base de este prototipo consistió en un sistema de control programado en torno a una tarjeta DSP, la cual es el centro de procesamiento de la estructura y hace que todo parta de este componente.

Los componentes conectados en las salidas (coolers y bomba de agua), como son componentes que funcionan a 120 AC, exigieron la realización de un acople de potencia con unos relés de estado sólido, con lo cual se efectuó una transformación de los 6-24 voltios DC que entregan los DSP a los 120 voltios AC que funcionan los actuadores. Los relés de estado sólidos, por sus características de velocidad y autonomía de consumo, motivaron a considerarlos como los más indicados para el presente prototipo.

Una vez dispuesto todo, se realizó una primera prueba sin ventilación y fueron sellados con silicona los escapes de agua que se presentaron.

7. CONCLUSIONES

Con la implementación de este prototipo se pretende sensibilizar más sobre el uso de los sistemas electrónicos para mejorar la eficiencia en los cultivos de setas, pudiendo controlar de manera efectiva las variables climáticas dentro del invernadero.

Este proyecto sirve como base para todas aquellas personas que decidan conocer más el campo de la automatización y se capaciten no sólo en la implementación de prototipos sino en el análisis implicado en el proyecto.

8. RECOMENDACIONES

Para mejorar este prototipo se puede implementar un acople con otros sistemas de control como lo serían los microcontroladores o los PLC. Para así poder evaluar en un medio controlado el desempeño de cada uno de los componentes electrónicos y poder determinar cuál es el mejor componente para suplir las necesidades en el campo industrial.

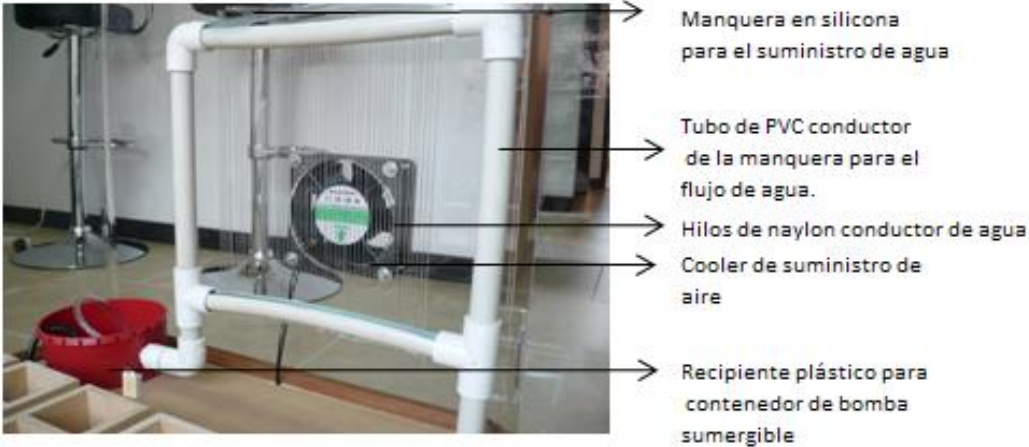
CIBERGRAFÍA

- <http://www.slideshare.net/danyteleko/digital-signal-processing-dsp>
(Visitada el 07/05/2012)

- <http://dlmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Sensors/Weather/RHT03.pdf> (Visitada el 07/05/2012)

- http://www.picpc.es/sistema_de_refrigeracion.htm (visitada el 12/02/2012)

Anexo A: Refrigeración. Foto real.



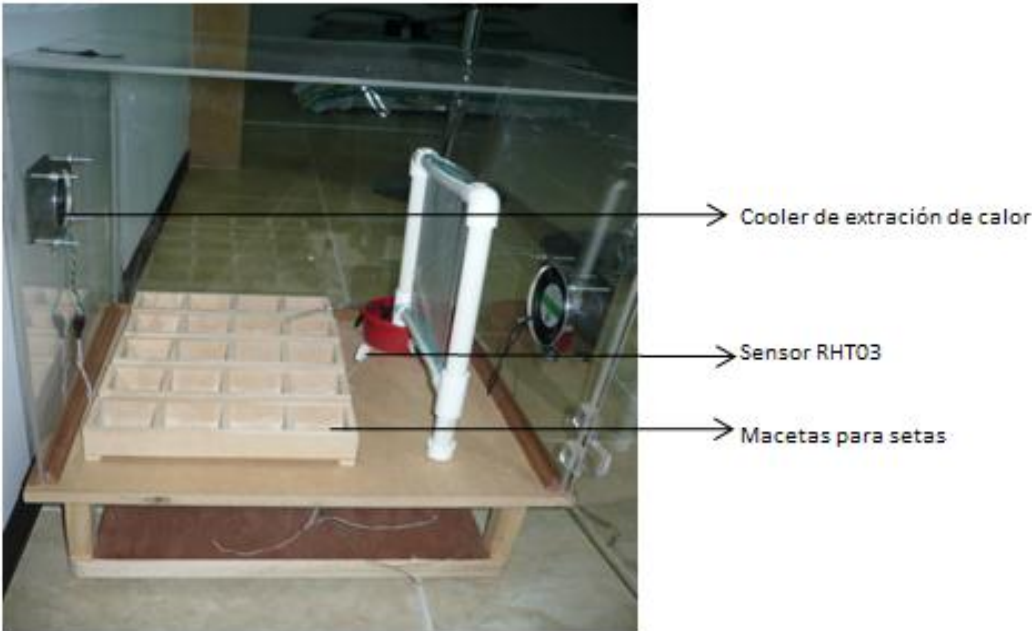
Anexo B: Panorámica superior



Anexo C: Panorámica izquierda A



Anexo D: Panorámica izquierda B



Anexo E: Panorámica Derecha

