

Informe Final

54: Mini Invernadero Decorativo

Integrantes:

C. Vidal, Cod: 273687
F. González, Cod: 273633
J. Roncancio , Cod: 261677
Miguel. Limas, Cod:261721.
M. Velandia, Cod: 244583.
S. Buitrago, Cod: 244457.

Director

Ing. José Miguel Aurelio Hernández Sánchez

Taller de proyectos interdisciplinarios
Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá
Junio 2014

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Introducción
2. Objetivos
 - a. General
 - b. Específicos
3. Estado del arte
4. Invernaderos decorativos
5. Factores Climáticos y Biológicos de las plantas
 - a. Fotosíntesis y transpiración
 - b. Humedad
 - c. Luz y el fotoperiodo
 - d. Temperatura
 - e. Co₂
 - f. Circulación de Aire
 - g. Riego
6. Métodos de control y automatización
 - a. Humedad
 - b. Luz
 - c. Temperatura
 - d. CO₂
7. Diseño estético
8. Sistema de control
9. Selección de componentes
 - a. Control
 - b. Medición
 - c. Alimentación
10. Selección materiales estructura física
11. Evaluación de rentabilidad y viabilidad del proyecto
12. Conclusiones
13. Anexos
14. Fuentes

Resumen: En este documento se presentan los resultados obtenidos en el proyecto de mini invernadero decorativo presentado en el taller de proyectos interdisciplinarios (TPI). Se explica todo el proceso desde el planteamiento de los objetivos a partir de la investigación realizada (estado del arte), selección de plantas para la implementación, el diseño del invernadero con un sistema de control para el ambiente, selección de materiales que cumplan las necesidades, y por último el análisis de costo y viabilidad para poner en marcha el invernadero. Estas actividades son definidas en el cronograma y proceso de trabajo desagregado donde se tiene en cuenta cada una de las disciplinas y cómo estas pueden aportar al proyecto. Para terminar se realiza una conclusión sobre el resultado del proyecto y el trabajo realizado en TPI.

Índice de términos— Invernadero, Plantas Decorativas, Purificador de aire.

Introducción

El cultivo de plantas en invernadero ha permitido mejorar la producción de muchas plantas, permitiendo que cualquier planta del planeta pueda ser cultivada en otro lugar con condiciones ambientales muy diferentes a las del hábitat de la planta. El cultivo bajo invernadero siempre ha permitido obtener producciones de calidad y mayores rendimientos, en cualquier época del año. De esta manera podemos cultivar casi cualquier planta apta para la latitud donde este, algunas ocasiones, logrando controles precisos de las variables climáticas se puede cultivar plantas de cualquier latitud dentro del invernadero.

Desde hace mucho tiempo es sabido de los beneficios de las plantas en el hogar y espacios donde conviven la gente entre estos encontramos beneficios de reducción de estrés, un ambiente agradable especialmente en espacios de trabajo como oficinas, reducción de dióxido de carbono, reducción del polvo, entre otros.

Es por este motivo que en el proyecto de TPI se propone un mini invernadero con el objetivo de brindar una nuevo uso (aparte del cultivo) en la decoración de interiores, este se presenta como un nuevo producto en comercio de viveros y plantas ornamentales con una potencial económico que es evaluado.

Objetivos

- **General**

Realizar un estudio de la viabilidad del mini-invernadero como producto.

Proponer un mini-invernadero, atractivo para el mercado, que permita decorar espacios con plantas ornamentales en lugares en donde las condiciones ambientales no son adecuadas para el crecimiento de plantas.

- **Específicos**

- Crear el prototipo de un mini invernadero que cumpla con el objetivo general, enfocado únicamente a una planta en particular.
- Buscar posibles alternativas que permitan que el proyecto sea más atractivo para el mercado.

Estado de arte

- **Invernaderos decorativos:**

El concepto de invernaderos decorativos es aplicado en diferentes partes del mundo; lo que permite que exista una amplia gama de diseños que se diferencian en función de variables como el objetivo al que se destina el invernadero, el tipo de plantas a establecer en el invernadero, las características ambientales de la zona donde se establece y por último, pero no la menos importante, es la intención de crear un espacio decorativo que cumpla con los intereses del usuario; en todos los casos que se conocen en el mundo el factor que predomina es un concepto de jardín decorativo.

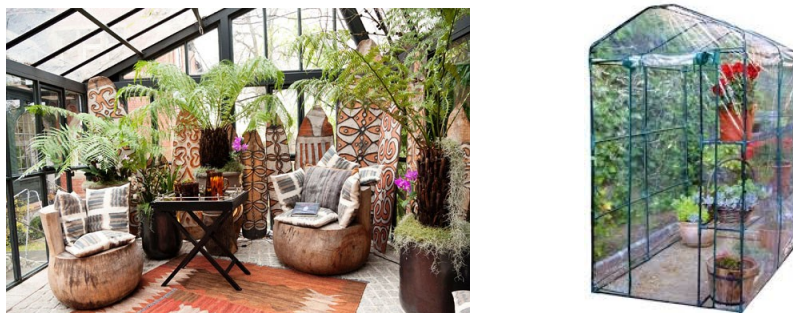


Fig 1. Ejemplo de invernaderos decorativos [5].

Una de las variables que se tiene en cuenta en el diseño de invernaderos decorativos es el interés que presenta el usuario, pero como se ve en la figura 1, son espacios de gran tamaño que requieren un área significativa y como están destinados para albergar tanto plantas como seres humanos, las condiciones internas no están destinadas únicamente para las plantas instaladas en su interior.

Plantas “purificadoras”:

Las plantas purificadoras hacen referencias a aquellas plantas que tienen una alta producción de oxígeno en su fotosíntesis, permitiendo que el ambiente sea más apropiado para el humano; las plantas que se comportan con mayor eficiencia respecto a este tema son las CAM y C3.

La NASA realizó un estudio para determinar las plantas que despiden una cantidad considerable de oxígeno, con el fin de aumentar el nivel del mismo en cabinas espaciales;

en dicho estudio se encontró, además, que las estas plantas son las que presentan una mejor utilización de la polución del ambiente [6].

En el estudio ejecutado por la NASA se clasificaron las 10 mejores plantas en producción de oxígeno, donde el puntaje lo asignaron de 1 a 10, los resultados fueron:



Fig 2. *Palmera Areca*[1].

Palmera Areca: Puntaje Purificante: 8,5, es la planta con la capacidad más alta de humidificación de un ambiente, la cual la ubica en el punto más alto respecto a las otras 10 plantas que tienen el mejor comportamiento.

Otras plantas clasificadas son:

- *Palmera Bambú* Puntaje Purificante: 8,4
- *Gomero* Puntaje Purificante: 8,0
- *Dracaena* Puntaje Purificante: 7,8
- *Hiedra-Inglesa*
- *Palmera Enana* Puntaje Purificante: 7,8
- *Ficus alii* Puntaje Purificante: 7,7
- *Helecho de Boston* Puntaje Purificante: 7,5
- *Espatifilo* Puntaje Purificante: 7,5

Todas las plantas tienen como características ser plantas únicamente verdes, lo que genera la sensación de plantas forrajeras más no decorativas; la única planta que permite tener una decoración diferente y atractiva es la última mencionada en el listado, el Gerbera (*Gerbera linnaei* Cass), esta planta decorativa tiene capacidad de purificar el

aire ya que puede mejorar el aire mediante la absorción de dióxido de carbono en cantidades considerables. Además, emite una mayor cantidad de oxígeno durante el d. Sus requerimientos principales son cantidades sustanciales de agua y sol moderado.[2]



Fig 3. flor Gerbera [2]

● Factores Climáticos y Biológicos de las plantas

El invernadero no es sólo un espacio cerrado, es necesario diseñar un ambiente apto para la planta semejante o mejor al hábitat al cual pertenece la planta. En general un invernadero cubre los siguientes requerimientos:

- Protege las plantas de las condiciones climáticas como: lluvia, vientos, granizo, hielo u otros.
- Permite el crecimiento de cualquier tipo de planta sin importar la época del año.
- Permite tener varias plantas que tengan las mismas características climáticas.

Para que el invernadero cumpla con estos requerimientos es necesario comprender cuáles son los factores climáticos y cómo afectan el ciclo de vida de la planta:

● Fotosíntesis y transpiración

La fotosíntesis y la transpiración son los principales factores que afectan la calidad de la planta. La fotosíntesis está relacionada con la producción de energía química que se presenta como azúcares y carbohidratos los cuales son usados en el mantenimiento y producción de la planta. El proceso de producción de azúcares se basa en la combinación de **agua y** bajo la **luz solar** (radiación).

El proceso produce energía química y oxígeno como residuo. En cuanto a la transpiración esta se encarga de transportar los nutrientes de las raíces y refrigerar las hojas de la planta, se basa en la pérdida de agua por evaporación. La transpiración se ve afectada por **la temperatura, luz, humedad y la circulación de aire**. Otra función

importante de la transpiración es el control de enfermedades ya que los hongos por ejemplo tienden a crecer en ambientes calientes con alta humedad.

A partir de esta información se encuentra que los factores climáticos que afectan a una planta son:

- Humedad
- Temperatura
- CO₂
- Circulación de aire
- Riego

- **Humedad**

Es una de las variables que presenta mayor dificultad para controlar porque está principalmente afectada por el exterior del invernadero, se puede presentar condiciones de alta humedad o. baja humedad

Las condiciones de alta humedad se presentan en las noches o estaciones frías y causan problemas de transpiración en la planta ya que en un ambiente saturado no es posible realizar la evaporación, esto sumado a un aumento en la temperatura causa la aparición de hongos. Si estas condiciones se prolongan demasiado causa deficiencia en minerales, esto se observa como un crecimiento pobre de la planta.

La baja humedad por el contrario aumenta la transpiración de la planta esto sumado a altas temperaturas causan una excesiva transpiración que la planta no puede resistir. Si el agua absorbida por las raíces es menor al que la planta transpira esta se marchitara.

- **Luz y el fotoperiodo**

La luz sumista la energía para la fabricación de azúcares y provee las señales directas a las plantas para su desarrollo morfológico. Aquí se presentan otros 3 procesos aparte de la fotosíntesis y la transpiración

Fototropismo: respuesta de la planta a crecer hacia la fuente luminosa.

Fotoperiodismo: variación de la absorción de la luz, causa una variación del pigmento llamado fitocromo este se usa para la absorción de la luz roja y luz roja lejana.

Fotomorfogénesis: crecimiento de la planta influenciado por la intensidad de luz roja y azul las cuales influyen bastante en la fotosíntesis.

Las interacciones de estos tres procesos afectan en gran el metabolismo de la planta. Es necesario para un buen crecimiento y desarrollo que la planta absorba suficiente

energía lumínica para soportar largos periodos de oscuridad cuando no es posible realizar los procesos fotosintéticos.

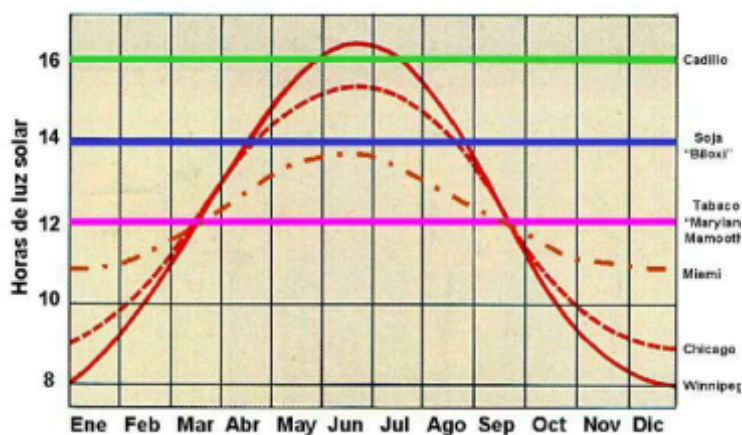


Fig. 4. Periodos de luz solar [3].

La variación de los periodos de luz y oscuridad en un rango de 24 horas genera una respuesta biológica diferentes en la planta, a esto se le cómo fotoperiodo. Estos intervalos puede menores a 16 horas, valores específicos, críticos o sin importar la luz. Estos periodos también pueden variar a lo largo del año.

- **Temperatura**

Las plantas requieren condiciones mínimas y máximas de temperatura en el día como en la noche. Si la temperatura es óptima los procesos fisiológicos de la planta serán óptimos. Si en cambio la temperatura sale del rango establecido puede causar suspensión de las condiciones fisiológicas o daños permanentes que causan la muerte de la planta.

- **CO₂**

Este es un gas presente en el aire resultado de la descomposición de material orgánico y la combustión. Las plantas absorben CO₂ en el proceso de fotosíntesis para producir azúcares y finalmente producir tejidos. Las plantas consumen más CO₂ mientras más luz esté disponible.

- **Circulación de Aire**

La circulación de aire juega un papel importante en las anteriores variables:

- En la humedad ayuda a que el aire húmedo del interior sea reemplazo por aire seco del exterior.

- La transpiración se realiza mejor ya que el aire transporta la humedad expulsada de la planta.
- Los hongos y enfermedades no se pueden formar.
- Se reduce la temperatura.
- Se regula los niveles de CO_2 .

- **Riego**

El agua constituye el medio para transporte de los nutrientes, si el agua es muy poca habrá deficiencia de minerales pero por el contrario si es mucha pudrirá las raíces, en ambos casos causará la muerte de la planta.

- **Métodos de control y automatización**

Para tener un invernadero óptimo es necesario modificar las variables que intervienen en el crecimiento y desarrollo de la planta, a continuación se explican algunos métodos usados para manipular estas variables.

- **Humedad**

Por circulación de aire externo: Esto se usa cuando la humedad y la temperatura es más alta en el interior que en el exterior del invernadero, al permitir que el aire externo que está más seco y frío ingrese, lo que regula el ambiente del invernadero.



Fig. 5. Sistema de circulación de aire [3]

Ventiladores: Los ventiladores en el interior tienden a aumentar la humedad del ambiente por lo que no es una buena idea, pero si se coloca el ventilador de tal manera que conecte el interior con el exterior. Se puede mejorar la circulación de aire

Por calentamiento: Así como un ventilador interno este método tiende a aumentar la humedad en el interior del invernadero y su efecto es más notable en las noches. La forma correcta es calentar todo el invernadero lo que causa el intercambio de gases del interior al exterior y la transpiración de las plantas.

Irrigación: Esto se usa cuando la humedad disminuye, al aplicar agua y calentar el aire este aumentará rápidamente la humedad. Aunque esto último puede aumentar también la humedad.

Humedad		Interior	
		Alta	Baja
Exterior	Alta	Calentamiento y circulación de aire	Circulación de aire e irrigación
	Baja	Circulación de aire	Calentamiento e irrigación

Tabla 1. Sistema de control de humedad.

- **Luz**

Este caso es fácil controlarlo usando bombillas fluorescentes compactas de luz de día que aportan una buena parte del espectro rojo y azul que la plantas absorben. No se recomienda usar bombillas incandescentes ya que aportan espectro rojo lejano que la planta no le beneficia.



Fig. 6. Ejemplo de un invernadero con iluminación y sistema para circulación de aire [3]

- **Temperatura**

Esto se debería lograr fácilmente ya que el encerramiento está diseñado para aumentar la temperatura la cual es uno de los problemas que siempre se presenta. Pero si no es suficiente para aumentar el calor, se puede implementar el uso de una resistencia conectada al ventilador, a medida que se suministra el aire que la planta necesita también este se calienta. Para que haya una mejor distribución del aire se debe usar tuberías para lograr una circulación de aire.

- **CO₂**

El método de circulación de aire también permite suministrar el CO₂ que necesita la planta, para este caso no es necesario usar sistemas avanzados ya que aumentaría el costo.

Diseño del invernadero propuesto y sistema de control

- **Diseño estético**

Para este trabajo se observó algunos diseños de invernaderos que están en el mercado, se encontró algunos que contaban con una estética agradable, pero su formas y colores eran muy extravagantes, lo que implicaba un problema en su construcción e implementación. Otros modelos implementaron sistemas de control electrónico para su funcionamiento pero no se prestaban para ser decorativos. Al final el diseño seleccionado es el que tiene forma de acuario. además su implementación es mucho más fácil.

Otro aspecto importante para diseño del invernadero es el espacio para el sistema de control y purificación, por lo que proponiendo varios diseños los cuales se evaluaron se llegó al que se muestra en la figura 7.

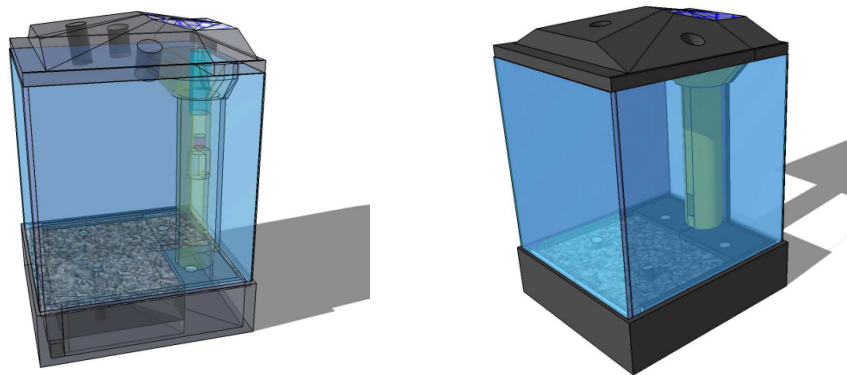


Fig. 7. diseño estético del invernadero

El diseño propuesto tiene en cuenta las necesidades de la planta, el sistema de control y el sistema de purificación, en forma simple el invernadero está compuesto por 2 compartimentos, el primer compartimento se encuentra el espacio donde está la planta, el sustrato y por decirlo así “ la atmósfera de la planta”. El segundo compartimento está oculto se encuentra entre el primer espacio y la carcasa del invernadero, este espacio permite instalar, conectar e implementar el sistema de control, sensores, actuadores y interfaz con el usuario. Todo esto se observa en la figura 8.

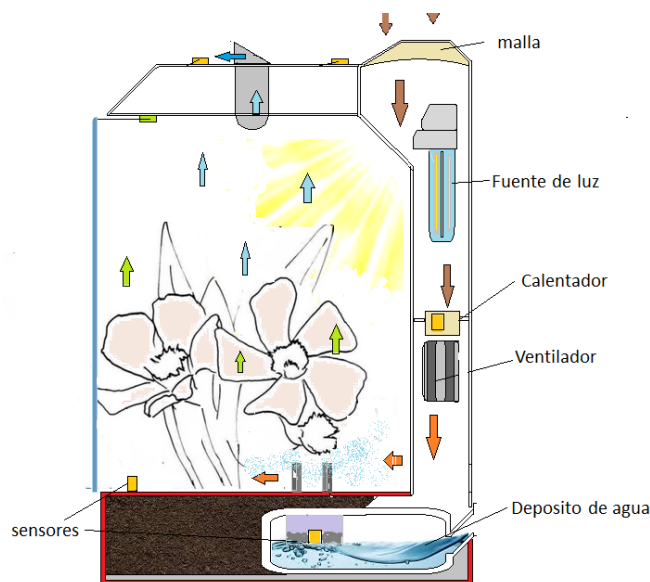


Fig. 8. Planteamiento del funcionamiento del sistema de control con circulación del aire.

El tubo que une la parte superior e inferior del invernadero cumple una función muy importante, en primero como un elemento que da mayor soporte a la estructura, el segundo como un espacio para conectar los componentes del sistema de control entre el techo y la base, y más importante el sistema de circulación de aire lo que permite que el aire pase por la planta y sea expulsado creando un sistema de purificación. En cuanto a los actuadores se pueden colocar la bombilla, el calentador y el ventilador entre el tubo. El sistema de control y suministro de líquido se puede colocar en la base de la invernadero. En el documento Anexo 1. se puede observar el archivo CAD. del proyecto.

- **Sistema de control**

Con la implementación del sistema de control se busca cierto grado de automatización. Y así las variables climáticas se encuentren en las óptimas condiciones para el crecimiento y desarrollo de la planta, la idea es llegar a un balance entre una adecuada automatización y bajos costos, a continuación se plantea este diseño (Figura 9).

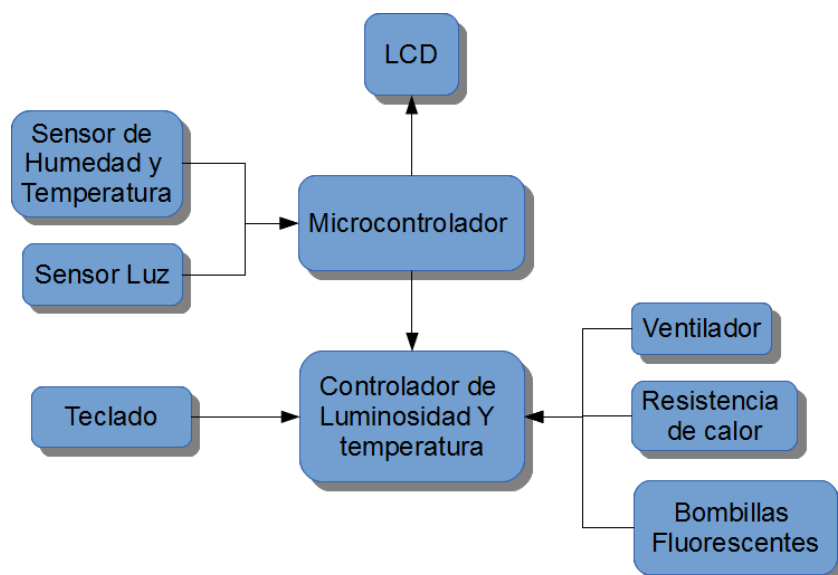


Fig. 9. Diagrama de flujo del sistema de control

- **Selección de componentes**

Para el diseño del invernadero y el sistema de control existen varias restricciones que hay que considerar en el momento de seleccionar los componentes necesarios para su construcción. Entre las restricciones más importantes se encuentran los costos, el consumo de corriente, debido que el invernadero pretende ser amigable con el medio ambiente, el tamaño y algunos requerimientos técnicos puntuales que se desglosan a continuación.

1. **Control:** El sistema de control del invernadero no requiere de alta velocidad debido a que las variables climáticas cambian muy lentamente. Por este motivo el control puede ser realizado con un sistema de bajo costo. El chip MSP430F2122 de Texas Instruments es un microcontrolador de 16 bits que se caracteriza por su bajo costo, facilidad de adquisición, muy bajo consumo de potencia y 24 pines de entrada/salida. Adicionalmente este dispositivo cuenta con un convertidor ADC de 10 bits y una comunicación serial para realizar pruebas.

2. **Medición:** Debido a que las plantas ornamentales no requieren de intervalos estrechos para su crecimiento, no es necesario contar con un sistema de medición muy exacto. Teniendo esto en consideración se realizó una comparación entre diferentes tipos de sensores de temperatura la cual se muestra en la Tabla 2:

Característica	RTD PT-100	LM35	DHT11
Rango	-200° a 800°	-40° a 100°	0° a 50°
Sensibilidad	3,85 mΩ/°C	10 mV/°C	BLS/1°
No linealidad	Baja	Media	Media
Precisión	±0,1°	±0,1°	±2°
Auto-calentamiento	Alto	Bajo	Bajo
Precio	Alto	Bajo	Bajo

Tabla 2. Comparación entre sensores de temperatura.

Se determinó que el sensor LM35 y el DHT11 eran los más apropiados en el control de variables climáticas para invernaderos ya que el intervalo de temperaturas en los cuales estos operan se encuentran aproximadamente entre 0° y 60°. Debido a esto se consideró que el TRD-PT100 funcionaba en un rango excesivo para los requerimientos del invernadero. Finalmente se seleccionó el sensor DHT11 debido a su bajo costo y facilidad de uso, ya que este tipo de sensor cuenta con un tipo de comunicación digital de un solo cable.

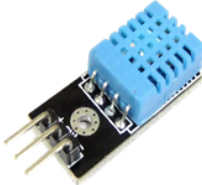

Variable climática	Sensor	
Temperatura	DHT11(Resistivo) Precio: \$11.600 Precisión ±5% ±2° Rango: 20-90%RH 0-50 °C	
Humedad		
Luminosidad	VT43N1 (Fotorresistencia) Precio: \$1.682	

Tabla 3. Sensores para la medición de las variables climáticas.

Una de las soluciones más efectivas y económicas para la medición de luminosidad es la fotoresistencia aunque para su utilización se requiere de un circuito acondicionador. Esto se debe especialmente a los altos costos que tienen este tipo de sensores en general.

3. **Alimentación:** El mini-invernadero se alimentará directamente de la red eléctrica a 120 V. Esto se realiza con el fin de obtener la suficiente potencia para aumentar la temperatura del invernadero y luego de la rectificación alimentar el circuito de control. La rectificación se realizará por medio de una fuente regulada que suministra 5 VDC.

El resultado final de sistema de control integrado a los sensores, actuadores y interfaz se observa en la figura 10, si se quiere también se puede integrar todo en una PCB la cual reduce el tamaño ocupado pero aumentar los costos, este solo es viable en una producción de gran cantidad. Un ejemplo de un tarjeta embebida para el MSP430F2221 (figura 11), esto se esperaría para el proyecto.

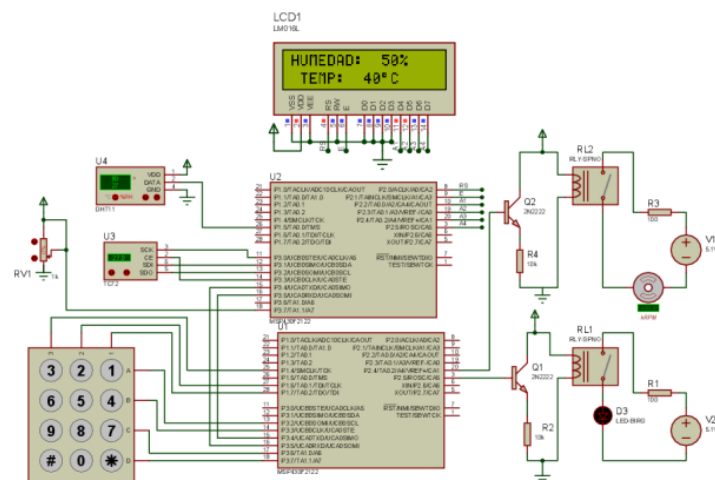


Fig. 10. Diagrama de conexión propuesto

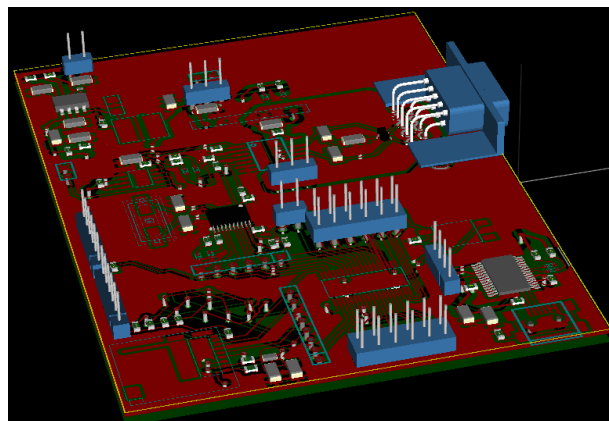


Fig. 11. PCB para msp430F2221

- **Selección de los Materiales para la estructura física de invernadero**

La selección de los materiales depende en gran medida del medio ambiente donde será expuesto el invernadero. Debido a que el mini-invernadero se instalará en espacios cerrados no se espera que sufran desgaste por radiación solar y lluvia. Sin embargo se desea que cuente con cierto grado de resistencia para proteger la planta y así evitar que las personas puedan entrar en contacto directo con esta. Para permitir la mayor visibilidad de la planta se requiere un material translúcido. En los materiales que se recomienda en la guía práctica para la construcción de invernaderos caseros [3] se encuentran plásticos tipo monocapa o extruidos. Desafortunadamente este tipo de materiales no cuenta con el espesor que cuente con los requerimientos de resistencia.

El material más apropiado encontrado para la construcción del invernadero es el acrílico por su resistencia al impacto y su transparencia, la cual es equivalente a la del vidrio. Adicionalmente se encontró que este tipo de material es reciclable 100% por lo que adicionalmente el invernadero podría ser amigable con el medio ambiente si se implementa un sistema de reciclaje de acrílico.

Evaluación de rentabilidad y viabilidad del proyecto

En este proyecto se identificó la necesidad que existe de decorar espacios con plantas ornamentales donde las condiciones ambientales no son adecuadas para su crecimiento. Tras la búsqueda de estudios de mercado de proyectos similares al invernadero decorativo propuesto, se encontró que en Colombia no se dispone de proyectos similares[1]. Por otro lado se encontró que los invernaderos que controlan múltiples variables para el desarrollo de plantas ornamentales, no son tan conocidos a nivel mundial en el sector de viveros y plantas ornamentales. Sin embargo se encuentra que la compañía Dream Cheeky ofrece un producto con características similares al propuesto en el presente trabajo, pero con un control menos robusto de las variables climáticas[3].

Lo anterior, posiblemente se debe a que los ambientes controlados demandan costos de instalación y operación muy superiores a los que requieren las plantas ornamentales sin un control exhaustivo[4], y a que el mercado de plantas ornamentales es muy sensible al precio[5]. Por tanto se concluye que la funcionalidad del producto esta desequilibrada con el costo, lo que implica la necesidad de darle otra función al producto propuesto inicialmente. Tras la revisión de proyectos que involucran mini invernaderos, con una funcionalidad diferente a la decoración, se encontró que existen mini invernaderos como purificadores de aire[6].

Esta función adicional abre nuevos mercados en los cuales el cliente está dispuesto a pagar más por el producto (hasta 2000 dólares[7]), sobre todo si el producto mejora en gran medida su bienestar. Teniendo en cuenta este aspecto, se encuentra que los países que presentan mayor polución son un mercado potencial por la mala calidad del aire. Se estima que en los próximos años el mercado de purificadores de aire en china aumente a una tasa de crecimiento anual compuesto del 34% hasta el 2018[8].

Debido a lo expuesto a lo largo del proyecto, a saber que los costos de instalación y de operación superan en gran medida a artículos que cumplirían una función similar (decorativa) se planteó como función adicional la purificación del aire, sin embargo pese a que esta decisión amplió el mercado, expandiéndose hacia Europa y Asia, en particular China colateralmente presenta una limitación: En el mercado colombiano, el precio de venta del invernadero tendría un valor muy superior para la clase promedio del país. Esto nos hace concluir que actualmente el mercado de mini-invernaderos decorativos y con función de purificación de aire en Colombia tiene poco potencial y es necesario evaluar la posibilidad de exportar el producto a países como China.

Para analizar esta propuesta se hizo un análisis muy grueso del mercado de los purificadores en China, y se propuso cubrir un porcentaje de mercado igual al 0,05% lo que equivale a 1200 unidades al año (aproximadamente 4 unidades al día). Además se estimó la inversión inicial del proyecto con el costo de los elementos indispensables y de un costo significativo para iniciar la producción de los mini-invernaderos (máquina de corte y grabado de acrílico e inventario), adicionalmente se supuso como tiempo de vida útil del proyecto 10 años.

Con los supuestos realizados, con el costo promedio por unidad calculado y con el precio promedio por unidad se realizó en diagrama de flujo a lo largo de la vida del proyecto, se calculó el VPN (valor presente neto) y la TIR (tasa interna de retorno), obteniendo un valor 79 millones de pesos colombianos y 50% respectivamente. Es preciso aclarar que aunque estos valores no representan una medida confiable ya que no se tuvieron en cuenta muchos factores como los impuestos, si muestran la existencia de un potencial de negocio.

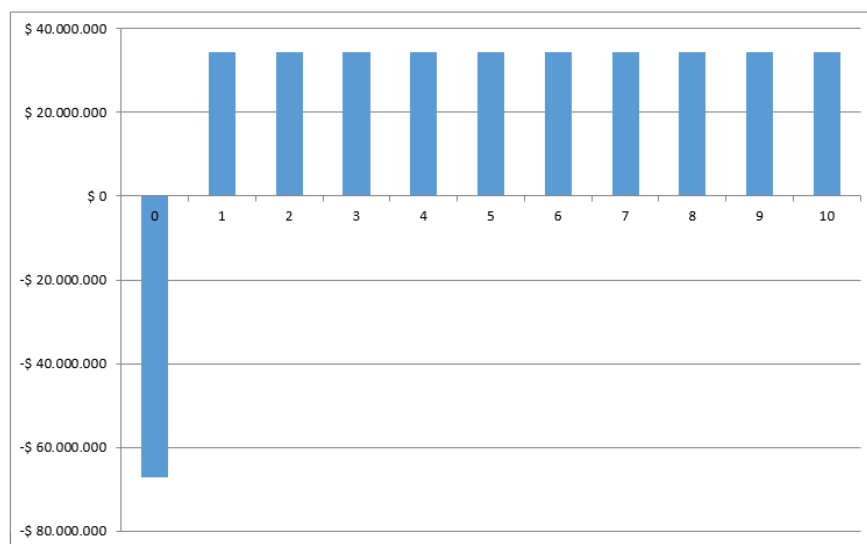


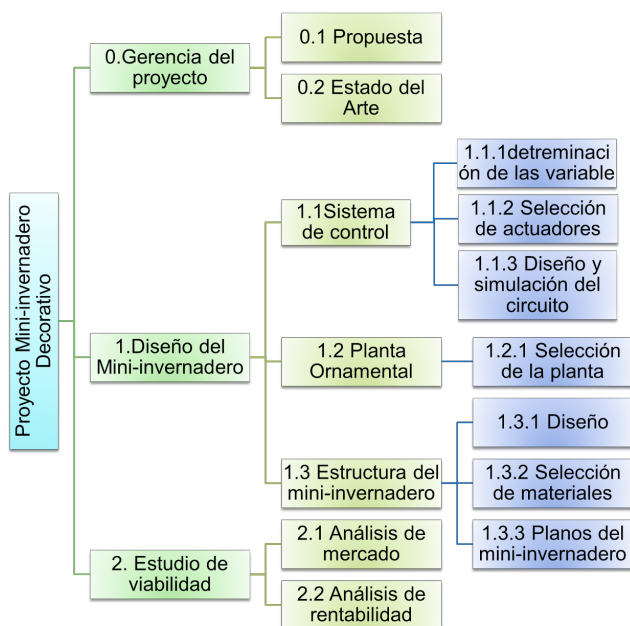
Fig 10 Flujo de efectivo proyecto mini invernadero decorativo.

Conclusiones

El proyecto de mini invernadero decorativo no puede limitarse a cumplir una función netamente estética debido a que el mercado de las plantas ornamentales es sensible al precio y el valor del artículo no genera la rentabilidad estimada, por ello se propone complementarlo con una función que regule los contaminantes del aire, no obstante esta decisión prescindirá del mercado colombiano pues no encontraría la demanda que China o Europa podrían ofrecerle. Por otra parte, incluir este tipo de funcionalidad hace que el proyecto se transforme en un negocio altamente prometedor como lo representa los indicadores de rentabilidad (VPN y TIR). Finalmente, debido a la escasez de información es preciso aclarar que se debe profundizar aún más en el mercado internacional de este tipo de artículos, con el fin de validar los cálculos realizados.

Anexo A: Estructura Desagregada de Trabajo y cronograma

- Estructura desagregada del trabajo



- **Cronograma**

	marzo				abril				mayo					junio				EDT	Encargado
Actividad/Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4		
Propuesta	■																	0.1	Todos
Estado del arte	■	■	■	■														0.2	
Definir variables a controlar					■	■	■	■	■									1.1.1	
Selección de la planta		■	■	■	■													1.2.1	Felipe y Nadia
Análisis de mercado			■	■	■	■												1.4.1	Sebastian y mauricio
Diseño del mini invernadero					■	■	■	■	■									1.3.1	Nadia y Miguel
Selección de componentes y materiales					■	■	■	■	■									1.1.2 y 1.3.2	Andrés
Diseño y simulacion del circuito									■	■	■	■	■					1.1.3	Miguel
Planos del mini-invernadero decorativo									■	■	■	■	■					1.3.3	Felipe y Nadia
Análisis de rentabilidad														■	■	■		1.4.2	Sebastian y mauricio
Documentar resultados															■	■	■	2.1	Todos
Entrega final																	■	2.2	

Actividades				
Terminadas	■	■	■	■
En proceso	■	■	■	■
Por realizar	■	■	■	■

Fuentes

- [1] "10 Air Purifying Plants For Homes & Offices," WebEcoist. [Online]. Available: <http://webecoist.momtastic.com/2009/04/08/air-purifying-plants/>. [Accessed: 13-Apr-2014].
- [2] "Plantas purificadoras de aire," MiniNuevoHogar.[Online]. Available: <http://www.minuevohogar.cl/2012/07/12/plantas-purificadoras-de-aire/> [Accessed: 20-May-2014].
- [3] Giraldo, S. Construcción de invernaderos caseros. Guía Práctica. Invernaderos y Jardines.
- [4] Monsalve, J. A. Rodríguez. Desarrollo de un sistema de monitoreo de variables climáticas en invernaderos. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Colombia.
- [5] Akiplus. Propiedades del acrílico. [Online]. Available: <http://www.arkiplus.com/propiedades-del-acrilico> [Accessed: 24-Jun-2014].
- [6] Consulta realizada durante la visita guiada al jardín botánico.
- [7] Abate and H. Christopher Peterson. Rapid Opportunity Assessment: Nursery and Greenhouse Sector. March 2005. [En línea] Disponible en: <http://productcenter.msu.edu/uploads/files/Nursery%20and%20greenhouse%20ROA1.pdf>
- [8] Miss Compras <http://www.misscompras.com/invernaderosbdedreamcheeky/> [Accessed: 24-Jun-2014].
- [9] Análisis de costos para realización un prototipo de mini invernadero decorativo (Fuente propia)
- [10] Michigan State University. Product Center <http://productcenter.msu.edu/> [Accessed: 24-Jun-2014].
- [11] Andrea Air Technology. [En línea] <http://www.andreaair.com/> [Accessed: 24-Jun-2014].
- [12] Spanish.China.org.cn[En línea] <http://spanish.china.org.cn/> [Accessed: 24-Jun-2014].
- [13] Techsci Search [En línea] <http://www.techsciresearch.com/2286> [Accessed: 24-Jun-2014].
- [14] Superintendencia Financiera Visto en: www.superfinanciera.gov.co. [Accessed: 20-Jun-2014].