

INVERNADERO INTELIGENTE PARA EL JARDÍN BOTÁNICO TROPICAL
AMAZÓNICO DEL ITP - INFOAGRI – “FASE 2 CULTIVANDO SABERES”



MADROÑERO ESPAÑA WILMER JOSE

PIAMBA ZUÑIGA WILMAR

YELA VALENCIA MICHAEL

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS
INGENIERÍA DE SISTEMAS
MOCOCHA
2018

INVERNADERO INTELIGENTE PARA EL JARDÍN BOTÁNICO TROPICAL
AMAZÓNICO DEL ITP - INFOAGRI – “FASE 2 CULTIVANDO SABERES”



MADROÑERO ESPAÑA WILMER JOSE

PIAMBA ZUÑIGA WILMAR

YELA VALENCIA MICHAEL

Trabajo de grado, modalidad producción académica por línea de investigación
para optar al título de ingeniería de sistemas

Investigador Principal
JHON HENRY CUELLAR PORTILLA
Docente Programa Ingeniería de Sistemas

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS
INGENIERÍA DE SISTEMAS
MOCOCHA
2018

Nota de aceptación:

Grupo de Investigación

Mocoa, _____ de diciembre de 2018.

Nota:

“Los conceptos, afirmaciones y opiniones contenidas en el presente trabajo son responsabilidad única y exclusiva de sus autores, y no comprometen al Instituto Tecnológico del Putumayo”. (CIECYT)

DEDICATORIA

*Los integrantes del grupo de investigación
VirtuaLab del Instituto Tecnológico del
Putumayo dedican esta etapa de sus vidas
a Dios, quien es el ser que nos permite
ejercer todo cuanto se nos presta en la
vida.*

A Él toda la gloria.

AGRADECIMIENTOS

Presentamos nuestro agradecimiento sincero al Instituto Tecnológico del Putumayo por permitir y facilitar todo cuanto fue posible para llevar a cabo el proyecto de investigación.

A nuestros profesores, familiares y amigos. Infinitas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	¡Error! Marcador no definido.
1. TITULO DEL PROYECTO	¡Error! Marcador no definido.
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	¡Error! Marcador no definido.
1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	¡Error! Marcador no definido.
2. JUSTIFICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
3. OBJETIVOS	¡Error! Marcador no definido.
3.1. OBJETIVO GENERAL	¡Error! Marcador no definido.
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	¡Error! Marcador no definido.
4. MARCO TEÓRICO	¡Error! Marcador no definido.
4.1. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	¡Error! Marcador no definido.
4.2. MARCO LEGAL.....	¡Error! Marcador no definido.
4.3. MARCO CONCEPTUAL	¡Error! Marcador no definido.
4.3.1. Modelo vista controlador (M V C).....	¡Error! Marcador no definido.
4.3.2. Framework.	¡Error! Marcador no definido.
4.3.3. Autorregulación.	¡Error! Marcador no definido.
4.3.4. Proceso.....	¡Error! Marcador no definido.
4.3.5. Software libre.	¡Error! Marcador no definido.
4.3.6. Sistema de Información.....	¡Error! Marcador no definido.
4.3.7. HTML.	¡Error! Marcador no definido.
4.3.8. PHP.....	¡Error! Marcador no definido.
4.3.9. Base de Datos.....	¡Error! Marcador no definido.
4.3.10. MySQL.	¡Error! Marcador no definido.
4.3.11. Servidor Web.	¡Error! Marcador no definido.
4.3.12. LMD.....	¡Error! Marcador no definido.
4.3.13. Javascript.	¡Error! Marcador no definido.
4.3.14. Ajax.	¡Error! Marcador no definido.

4.3.15. Página web.	¡Error! Marcador no definido.
5. ESTADO DEL ARTE.....	¡Error! Marcador no definido.
6. METODOLOGIA	¡Error! Marcador no definido.
6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
6.1. LÍNEA	¡Error! Marcador no definido.
6.2. SUBLÍNEA	¡Error! Marcador no definido.
6.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
6.3.1. Fase 0: Plan de Sistemas de Información	¡Error! Marcador no definido.
6.3.2. Fase 1: Análisis de Sistemas	¡Error! Marcador no definido.
6.3.3. Fase 2: Diseño de Sistemas	¡Error! Marcador no definido.
6.3.4. Fase 3: Construcción de Sistemas.....	¡Error! Marcador no definido.
6.3.5. Fase 4: Implantación de Sistemas	¡Error! Marcador no definido.
6.5. DIAGNOSTICO SITUACIONAL.	¡Error! Marcador no definido.
8. RECURSOS	¡Error! Marcador no definido.
8.1. RECURSOS HUMANOS.....	¡Error! Marcador no definido.
8.2. MATERIALES	¡Error! Marcador no definido.
8.3. TÉCNICOS (Software)	¡Error! Marcador no definido.
8.3.1. Software	¡Error! Marcador no definido.
8.3.2. Hardware.....	¡Error! Marcador no definido.
8.4. FINANCIEROS	¡Error! Marcador no definido.
8.4.1. Fuentes de financiación:	¡Error! Marcador no definido.
8.4.2. Tablas de presupuesto.....	¡Error! Marcador no definido.
9. DESCRIPCION DE SISTEMA.....	¡Error! Marcador no definido.
9.1. DISEÑO DEL SISTEMA.....	¡Error! Marcador no definido.
9.1.1. Casos de uso.	¡Error! Marcador no definido.
<u>9.1.1.1.</u> Descripción de actores.....	¡Error! Marcador no definido.
10. EVALUACIÓN DE RESULTADOS	¡Error! Marcador no definido.
10.1. Grado de impacto del proyecto	¡Error! Marcador no definido.
11. MANUAL DEL SISTEMA.....	¡Error! Marcador no definido.

11.1. MANUAL DE ADMINISTRADOR..... ¡Error! Marcador no definido.
 11.1.1. Recomendación Navegador ¡Error! Marcador no definido.
11.2. DICCIONARIO DE DATOS ¡Error! Marcador no definido.
CONCLUSIONES ¡Error! Marcador no definido.
RECOMENDACIONES..... ¡Error! Marcador no definido.
BIBLIOGRAFIA ¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS..... ¡Error! Marcador no definido.

INTRODUCCION

El proyecto invernadero Inteligentes para el Jardín Botánico Tropical Amazónico Del ITP - INFOAGRI – “Fase 2 Cultivando Saberes”, es un beneficio muy importante para los estudiantes, educadores, agricultores, e investigadores que deseen realizar estudios en cuanto al comportamiento de las plantas en un ambiente controlado.

La innovación aplicada en el invernadero inteligente permite interactuar de una forma dinámica, con los diferentes componentes tecnológicos (sensores), adoptando de una manera más eficiente la interacción entre Hombre-Máquina, el circuito posee una tarjeta arduino mega board base en la ATmega1280 la cual contiene un microcontrolador (chip EEPROM) el mismo que ha sido programado para capturar datos provenientes de los sensores (temperatura, humedad relativa, luminosidad, sensor uv, sensor de puerta, sensor de movimiento y control flujo de agua) dicha información es comparada con un valor denominado set point (que es configurado por el usuario de acuerdo a las condiciones climáticas necesarias para el tipo de cultivo que tendremos en el invernadero) y como resultado de esta comparación se emitirán señales electrónicas a una tarjeta de relés la cual activará elementos actuadores (electroválvulas de paso, ventiladores, encendido bombillo de sodio, motor de puerta, motobomba y lámpara uv) para mejorar las condiciones del invernadero.

Para presentar el trabajo de investigación propuesto en dimensiones razonables se incluye las principales bases conceptuales y las lógicas integradas de un sistema híbrido de proceso de control integrado de un invernadero Inteligente que combina aplicaciones basadas en el control de la agricultura y el monitoreado de variables parametrizadas necesarias e importantes en esta actividad.

1. TITULO DEL PROYECTO

Invernadero inteligente para el jardín botánico tropical amazónico del ITP - INFOAGRI – “fase 2 cultivando saberes”

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción agrícola en el sector rural del Departamento del Putumayo es muy limitada, a causa la diversidad de cambios en clima, plagas y en el acides de la tierra, se deben buscar métodos que permitan una producción agrícola de calidad, con menos costos/tiempo, en espacios reducidos sin afectar el medio ambiente.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué impacto tiene la producción agrícola al optimizar sus procesos por medio de un invernadero inteligente? ¿Cómo incorporar mediante el uso de los TIC al área de la agricultura? ¿Cómo incorporar las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje para el área de las ciencias naturales y sus afines en el Jardín Botánico del Instituto Tecnológico del Putumayo?

1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El uso de la tecnología cada vez es más común en las actividades diarias del ser humano, como apoyo a las tareas que realiza cotidianamente y si a esto sumamos el cuidado del medio ambiente, hace más atractivo desarrollar proyectos en los cuales este involucrados estos tres factores (Tecnología, medioambiente y los seres humanos).

La producción agrícola en el Departamento del Putumayo, está destinada a suplir las necesidades internas en el Departamento, la economía interna de la región necesita que se genere una mayor cantidad de productos, que normalmente se cultivan en el territorio Departamental y de otros que se dan en otras regiones del país, de igual o mejor calidad, que ayuden a suplir la demanda de alimentos al resto de Colombia y en el exterior.

Actualmente los cultivos de verduras y frutos que se producen en el Departamento, se realizan de la manera tradicional, por consiguiente, dichos cultivos están expuestos a las variaciones del clima, de plagas y el uso de pesticidas. Lo anterior, hace que los periodos de producción y su comercialización se prolonguen, que su calidad sea menor y en ocasiones generen la pérdida total de cultivos, provocando costos extras a los agricultores.

En los últimos años se ha venido incentivando la conservación y protección del Medio Ambiente en nuestro territorio; por ello se ve la necesidad de promover

estudios e investigaciones tendientes a ampliar conocimientos que ayuden a conservar los cultivos que existente y aún más sobre las especies en vía de extinción, tal es el caso de los Espingos o Canelos de los Andaquíes (Ocoteaquixos) que se encuentra en conservación en el Jardín Botánico, siendo este el primer y único jardín en el país que tiene esta especie, considerada en peligro por la UICN.

De igual manera se ve necesario que los estudiantes y comunidad en general, afines al estudio y conservación ambiental, tengan acceso a tecnologías o laboratorios que faciliten el estudio y el desarrollo de métodos para la conservación de especies y el avance de la producción agrícola.

De esto surge la inquietud del grupo investigador, del diseño y construcción de un invernadero inteligente haciendo un buen aprovechamiento de TICs en invernaderos posibilita un control exacto de condiciones como temperatura, humedad, iluminación, bióxido de carbono entre otros factores.

'Muchos campos han evolucionado gracias a la diversidad de herramientas que ofrecen los sistemas informáticos, de telecomunicaciones entre otros; la agricultura, siendo una de las actividades más practicadas en nuestra región no puede quedar al margen.'

Una alternativa para solucionar este problema ha sido la automatización de los invernaderos con el fin de mejorar cada proceso, aplicando de manera adecuada condiciones fisicoquímicas óptimas para el adecuado cuidado y desarrollo que requiere cada producción.

2. JUSTIFICACIÓN

Las altas producciones obtenidas en los invernaderos permiten alimentar una creciente población humana sin incorporar nuevas tierras para uso agrícola, ayudando a mantener los bosques vírgenes inalterados. Es un impacto ambiental positivo que al controlar el microclima en el interior de los invernaderos se restringe el desarrollo de plagas y enfermedades con métodos distintos a los agroquímicos y es una forma de lograr los cultivos ecológicos u organológicos tan de moda actualmente.

En el Departamento del Putumayo, la mayoría de productos agrícolas se cosechan de la manera artesanal debido a las condiciones climáticas que se presentan al mismo tiempo, en la zona se presentan gran cantidad de precipitaciones a causa del exceso de lluvia, lo que conlleva a una producción agrícola limitada, perjudicando a las personas que dependen de los cultivos.

Los avances en la Tecnología han llevado a innovar en el sector rural, permitiendo el control total de las producciones, reduciendo tiempo y costos, y aumentando la calidad, llevando a que los invernaderos sean la mejor opción a la hora de realizar un control del clima (temperatura, humedad relativa, luminosidad y ventilación entre otros).

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Proveer al Jardín Botánico Tropical Amazónico del Instituto Tecnológico del Putumayo sede Mocoa de un invernadero inteligente.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Construir la estructura arquitectónica del invernadero inteligente.
- ✓ Diseñar el circuito electrónico para el control del invernadero inteligente.
- ✓ Desarrollar el software de aplicación para el control del invernadero inteligente.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Los invernaderos comienzan a hacer parte de la vida del hombre hace más de 3500 años en el antiguo Egipto se construían especie de invernaderos o estructuras para proteger plantas cultivadas cuando las condiciones ambientales exteriores eran adversas a su desarrollo. (Tapia, 2001) En el siglo XVI ya se utilizaban técnicas para proteger los cultivos contra el frío, mismas que incluían linternas de vidrio, jarrones, campana, armazones y camas calientes cubiertas con vidrio. Sin embargo el Palacio de Cristal de la Exposición Universal de 1851 en Inglaterra, fue un símbolo de la Revolución Industrial que caracterizó al siglo XIX por la construcción de grandes estructuras de acero y cristal, algunas de las cuales todavía están en uso albergando jardines botánicos, sobre todo en Europa.

Los primeros invernaderos de horticultura neerlandeses fueron construidos alrededor de 1850 para el cultivo de uvas. Se descubrió que el cultivo en invernaderos con calefacción y con el más alto nivel de cristal incrementaba el rendimiento. Las plantas crecían más rápidamente cuando se les daba más luz y cuando el entorno cálido era constante. Esto significa que en los Países Bajos se pueden cultivar otros productos que solamente se podría cultivar en países cálidos si no hubiera invernaderos. (snelder, 2016)

Según la historia, el primer invernadero, de plantas exóticas que fueron llevadas a Gran Bretaña no habría sobrevivido a no ser por la existencia de los invernaderos. En 1545 se fundó el jardín botánico de Padua en Italia con fines académicos, para facilitar el aprendizaje y el conocimiento de las plantas medicinales. Este sufrió modificaciones en su estructura alrededor en 1550 para introducir algunas partes de cristal y poder adaptar así las plantas más delicadas, aunque no fue hasta el siglo XVII que se utilizó ese material como técnica común para el cultivo de invernadero. Este invernadero se empleó sólo para el cultivo de plantas medicinales.

Se han realizado tesis sobre control de invernadero y su seguimiento desde internet, con sensores de humedad y temperatura. Todas las tesis se llevan a cabo con el fin de mejorar la calidad de los cultivos y su regado de forma frecuente.

Plantear una alternativa de producción mediante la automatización de un sistema de riego por goteo en invernadero para la producción de cultivos, tesis realizada por Ardila Ardila Fátima Lourdes, Carrillo Anchundia Omar Egberto, Cevallos Quiroz Wagner Humberto y Rivadeneira Viteri Luís Fernando, su objetivo primordial mayor eficiencia en con altos rendimientos de cosecha.

El aporte que se realizará con la presente propuesta se verá reflejado en la participación de los estudiantes del Instituto Tecnológico del Putumayo.

4.2. MARCO LEGAL

En Colombia no hay en este momento ninguna norma técnica para la construcción de invernaderos; por tal motivo se toman como base (no necesariamente son las únicas aceptables) las normas EUROPEAS ENV y ESPAÑOLAS UNE (muy parecidas a las Israelíes ambas) y se enumeraran las principales a continuación. Se basa en sus cálculos y diseños en alguna otra norma internacional e incluso nacional aplicable en este caso; deberá referirse en todo caso a la norma usada y entregar una copia completa de ella (en inglés o español) para verificar los cálculos. Las normas y el diseño (planos) en la que basa.

Las normas en referencia son:

- UNE-ENV 1991-2-4-ACCIONES DE VIENTO EN ESTRCTURAS DE INVERNADERO
- UNE-EN 13031-1:2001-INVERNADEROS-PROYECTO Y CONSTRUCCION
- ENV 1991-ENV 1999
- ENV 1993-1-1-ESTRUCTURAS EN ACERO
- ENV 1991-1-ANEXO "D" (CALCULO DE ARCOS DE ACERO TUBULAR, CUBIERTOS CON FILM PLASTICO)
- UNE-ENV 1991-2-5-ACCIONES TERMICAS
- UNE 76-28-AREA DE VENTILACION
- ENV-AE-88-CAPACIDAD DE RENOVACION DE AIRE.

Tabla 1 NORMAS EUROPEAS ENV

Origen:	Nacen en 1977 a iniciativa de la Comisión de las Comunidades Europeas. Su equivalente en nuestra normativa nacional son las UNE-ENV (normas experimentales) elaboradas por encargo de la Comisión Europea por el CEN, como resultado de un acuerdo marco entre ambas instituciones.
Definición:	Son Reglas unificadas para el proyecto de diferentes estructuras construidas de diferentes materiales con el objeto de que sean empleadas de forma común en todos los Estados miembros de la DE para asegurar una seguridad adecuada de una estructura.
Objeto:	Establecer un lenguaje técnico armonizado en el campo de las estructuras, para su posible empleo en los ámbitos de las

	directivas europeas de contratos públicos y de productos de construcción.
Estructura y Contenido:	<p>Disposiciones Técnicas y requisitos (conocidos como reglas de proyecto o de diseño).</p> <p>El programa inicial tiene 9 eurocódigos y prevé ser desarrollado en numerosas partes, algunas de las cuales ya están aprobadas con el carácter de normas europeas experimentales ENV.</p> <p>Todas ellas tienen en común la designación UNE EN 199X-Y-Z siendo "X" el número asignado inicialmente al eurocódigo correspondiente e "Y" y "Z" las diferentes partes previstas.</p>
Localización:	Para su disponibilidad en Español como normas UNE-ENV ha de contactarse con AENOR

NORMAS ESPAÑOLAS UNE

Las conocidas como normas UNE (UNE acrónimo de Una Norma Española) son un conjunto de normas tecnológicas creadas por los comités técnicos de normalización (CTN), de los que forman parte todas las entidades y agentes implicados e interesados en los trabajos del comité. Por regla general estos comités suelen estar formados por la ENAC, fabricantes, consumidores y usuarios, administración, laboratorios y centros de investigación.

Tras su creación, tienen un período de seis meses de prueba en la que son revisadas públicamente, para después ser redactadas definitivamente por la comisión, bajo las siglas UNE. Son actualizadas periódicamente.

Las normas se numeran siguiendo una clasificación decimal. El código que designa una norma está estructurado de la siguiente manera:

Norma	A	B	C
UNE	1	032	82

A: comité técnico de normalización del que depende la norma.

B: número de norma emitida por dicho comité, complementado cuando se trata de una revisión 'R', una modificación 'M' o un complemento 'C'.

C: año de edición de la norma.

Cumplimiento y obligatoriedad

Existen ciertas lagunas en cuanto a la obligatoriedad de la observancia de las normas UNE. En principio no son de obligada observancia, salvo que la administración competente las haga obligatorias mediante ley, decreto, reglamento, o exija su cumplimiento en los pliegos de prescripciones técnicas de los proyectos de construcción o en los contratos de suministros.

A pesar de esto, en RD 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos, se estableció la obligatoriedad de algunas normas UNE EN, en el uso y disposición de algunos equipos y elementos, al no existir otra norma de obligado cumplimiento en las especificaciones técnicas a cumplir.

Por otra parte, los particulares pueden exigir su cumplimiento en sus proyectos privados.

Dentro de toda esta controversia con respecto a la obligatoriedad de las normas UNE, existe una corriente de opinión amparada en el artículo 2 del Código Civil, citando textualmente:

Las Leyes entrarán en vigor a los veinte días de su COMPLETA publicación en el Boletín Oficial del Estado, si en ellas no se dispone otra cosa.

Código Civil

Hay que saber que todas las normas UNE se publican en el BOE, sólo que unas se publican completamente, y otras únicamente la referencia. Según la interpretación del artículo mencionado antes, solamente serían obligatorias aquellas que se han publicado completamente.

Hasta aquí se ha comentado la obligatoriedad de las normas UNE en general, pero para los casos específicos de productos de construcción, las circunstancias cambian. El pasaporte para poder entrar en el comercio europeo es el mercado CE, para cuya obtención se deben cumplir las exigencias esenciales marcadas por el Reglamento de Productos de Construcción. En esta directiva se establecen 2 vías (con carácter general) para obtener el mercado CE. La primera, para los productos tradicionales, deben obtener la certificación por parte de un organismo notificado de que cumplen con una norma transposición de una norma armonizada, las cuales en

España son las normas UNE EN (UNE Estándar Europeo). En caso de que un producto de construcción tradicional no cumpla con la norma UNE EN correspondiente, no podrá obtener el marcado CE, y no podrá comercializarse.

A pesar de todo lo expuesto, nunca se debe perder de vista que en caso de existir problemas reales por el no cumplimiento de las normas UNE, la última palabra sobre la obligación de su cumplimiento la tendrá el juez.

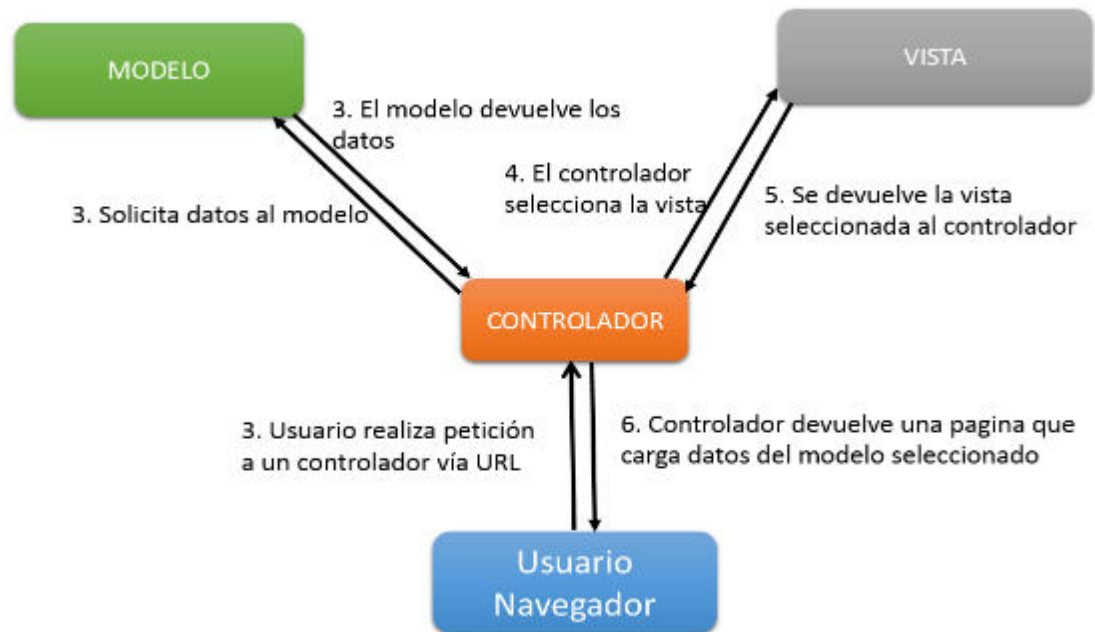
4.3. MARCO CONCEPTUAL

4.3.1. Modelo vista controlador (M V C).

El aplicativo cliente está diseñado y desarrollado en los lenguajes html5, css3, php y javascript. Usando frameworks de desarrollo ágil como jquery, bootstrap 3 y symfony 3.2. Para el desarrollo del sistema se utiliza el patrón modelo, vista, controlador MVC. La base de datos está creada en mysql5.

Es un patrón de arquitectura de software que separa los datos y la lógica de negocio de una aplicación de la interfaz de usuario y el módulo encargado de gestionar los eventos y las comunicaciones. Para ello MVC propone la construcción de tres componentes distintos que son el modelo, la vista y el controlador, es decir, por un lado define componentes para la representación de la información, y por otro lado para la interacción del usuario. Este patrón de arquitectura de software se basa en las ideas de reutilización de código y la separación de conceptos, características que buscan facilitar la tarea de desarrollo de aplicaciones y su posterior mantenimiento.

Figura 1. Arquitectura M V C.



Fuente: La presente investigación - Año 2017

4.3.2. Framework.

La palabra inglesa "framework" (marco de trabajo) define, en términos generales, un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios para enfocar un tipo de problemática particular que sirve como referencia, para enfrentar y resolver nuevos problemas de índole similar.

En el desarrollo de software, un framework o infraestructura digital, es una estructura conceptual y tecnológica de soporte definido, normalmente con artefactos o módulos de software concretos, que puede servir de base para la organización y desarrollo de software. Típicamente, puede incluir soporte de programas, bibliotecas, y un lenguaje interpretado, entre otras herramientas, para así ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto.

4.3.3. Autorregulación.

La autorregulación se refiere a la capacidad de una entidad para regularse a sí misma, en base al control y monitoreo voluntario. O sea se regula el propio

Fuente: La presente investigación - Año 2014

funcionamiento como un todo o en sus partes (variables escogidas para la medición).

Esto es un concepto sumamente amplio, aplicable a todos los campos, desde la biología, psicología, hasta campos como la economía o la política.

La autorregulación consiste en el control espontáneo o voluntario de una organización, y su propio monitoreo, lo que se opone a lo que se conoce como control estatal. Es un tema ampliamente debatido, pero lo que está claro es que para que exista autorregulación deben existir los marcos que la incentiven, y que además la definan en sus alcances (ya todos sabemos en el ámbito económico, que se supone es en gran parte autorregulado, lo que ocurre si no se fijan marcos y estándares). O sea tiene que haber necesariamente algo de control estatal que defina los márgenes, pero la discusión se basa en cuanto de este control debe haber.

4.3.4. Proceso.

Un proceso es un conjunto de actividades o eventos (coordinados u organizados) que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) bajo ciertas circunstancias con un fin determinado. Este término tiene significados diferentes según la rama de la ciencia o la técnica en que se utilice.

Hay aspectos que tienen en común todos los procesos. Estos son: | Nombre | Entradas | Salidas | Actividades | Tareas | Encargado | Sucesos

Un proceso puede informalmente entenderse como un programa en ejecución. Formalmente un proceso es "Una unidad de actividad que se caracteriza por la ejecución de una secuencia de instrucciones, un estado actual, y un conjunto de recursos del sistema asociados". Para entender lo que es un proceso y la diferencia entre un programa y un proceso, A. S. Tanenbaum propone la analogía "Un científico computacional con

mente culinaria hornea un pastel de cumpleaños para su hija; tiene la receta para un pastel de cumpleaños y una cocina bien equipada con todos los ingredientes necesarios, harina, huevo, azúcar, leche, etcétera." Situando cada parte de la analogía se puede decir que la receta representa el programa (el algoritmo), el científico computacional es el procesador y los ingredientes son las entradas del programa. El proceso es la actividad que consiste en que el científico computacional vaya leyendo la receta, obteniendo los ingredientes y horneando el pastel. Cada proceso tiene su contador de programa, registros y variables, aislados de otros procesos, incluso siendo el mismo programa en ejecución 2 veces. Cuando este último caso sucede, el sistema operativo usa la misma región de memoria de código, debido a que dicho código no cambiará, a menos que se ejecute una versión distinta

del programa. Los procesos son gestionados por el sistema operativo y están formados por: | Las instrucciones de un programa destinadas a ser ejecutadas por el microprocesador. | Su estado de ejecución en un momento dado, esto es, los valores de los registros de la unidad central de procesamiento para dicho programa. | Su memoria de trabajo (memoria crítica), es decir, la memoria que ha reservado y sus contenidos. | Otra información que permite al sistema operativo su planificación.

4.3.5. Software libre.

Software libre, es la denominación del software que respeta la libertad de los usuarios sobre su producto adquirido y, por tanto, una vez obtenido puede ser usado, copiado, estudiado, modificado y redistribuido libremente.

4.3.6. Sistema de Información.

Un sistema de información es un conjunto organizado de elementos, que pueden ser personas, datos, actividades o recursos materiales en general. Estos elementos interactúan entre sí para procesar información y distribuirla de manera adecuada en función de los objetivos de una organización.

El estudio de los sistemas de información surgió como una sub-disciplina de las ciencias de la computación, con el objetivo de racionalizar la administración de la tecnología dentro de las organizaciones. El campo de estudio fue avanzando hasta pasar a ser parte de los estudios superiores dentro de la administración.

4.3.7. HTML5.

Siglas de HyperText Markup Language (Lenguaje de Marcado de Hipertexto), es el lenguaje de marcado predominante para la elaboración de páginas web. Es usado para describir la estructura y el contenido en forma de texto, así como para complementar el texto con objetos tales como imágenes.

4.3.8. PHP5.

Es un lenguaje de programación interpretado, diseñado originalmente para la creación de páginas web dinámicas. Es usado principalmente en interpretación del lado del servidor (server-side scripting) pero actualmente puede ser utilizado desde una interfaz de línea de comandos o en la creación de otros tipos de programas incluyendo aplicaciones con interfaz gráfica usando las bibliotecas Qt o GTK+.

4.3.9. Base de Datos.

En ocasiones abreviada BB.DD, es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso. En este sentido, una biblioteca puede considerarse una base de datos compuesta en su mayoría por documentos y textos impresos en papel e indexados para su consulta. En la actualidad, y debido al desarrollo tecnológico de campos como la informática y la electrónica, la mayoría de las bases de datos están en formato digital (electrónico), que ofrece un amplio rango de soluciones al problema de almacenar datos.

4.3.10. MySQL.

Es un sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario con más de seis millones de instalaciones.¹ MySQL AB —desde enero de 2008 una

Subsidiaria de Sun Microsystems y ésta a su vez de Oracle Corporation desde abril de 2009— desarrolla MySQL como software libre en un esquema de licenciamiento dual.

Por un lado se ofrece bajo la GNU GPL para cualquier uso compatible con esta licencia, pero para aquellas empresas que quieran incorporarlo en productos privativos deben comprar a la empresa una licencia específica que les permita este uso. Está desarrollado en su mayor parte en ANSI C.

4.3.11. Servidor Web.

Un servidor web es un programa que implementa el protocolo HTTP (hypertext transfer protocol). Este protocolo pertenece a la capa de aplicación del modelo OSI y está diseñado para transferir lo que llamamos hipertextos, páginas web o páginas HTML (hypertext markup language): textos complejos con enlaces, figuras, formularios, botones y objetos incrustados como animaciones o reproductores de música.

Es un programa que se ejecuta continuamente en un ordenador (también se emplea el término para referirse al ordenador que lo ejecuta), manteniéndose a la espera de peticiones por parte de un cliente (un navegador web) y que responde a estas peticiones adecuadamente, mediante una página web que se exhibirá en el navegador o mostrando el respectivo mensaje si se detectó algún error.

4.3.12. LMD.

Un Lenguaje de Manipulación de Datos (Data Manipulation Language, DML) es un lenguaje proporcionado por el sistema de gestión de base de datos que permite a los usuarios de la misma llevar a cabo las tareas de consulta o manipulación de los

datos, organizados por el modelo de datos adecuado.

El lenguaje de manipulación de datos más popular hoy día es SQL, usado para recuperar y manipular datos en una base de datos relacional. Otros ejemplos de DML son los usados por bases de datos IMS/DL1, CODASYL u otras.

4.3.13. Javascript.

Es un lenguaje de programación interpretado, dialecto del estándar ECMAS cript. Se define como orientado a objetos, basado en prototipos, imperativo, débilmente tipado y dinámico.

Se utiliza principalmente en su forma del lado del cliente (client-side), implementado como parte de un navegador web permitiendo mejoras en la interfaz de usuario y páginas web dinámica aunque existe una forma de JavaScript del lado del servidor (Server-side JavaScript o SSJS). Su uso en aplicaciones externas a la web, por ejemplo en documentos PDF, aplicaciones de escritorio (mayoritariamente widgets) es también significativo.

JavaScript se diseñó con una sintaxis similar al C, aunque adopta nombres y convenciones del lenguaje de programación Java. Sin embargo Java y JavaScript no están relacionados y tienen semánticas y propósitos diferentes.

Todos los navegadores modernos interpretan el código JavaScript integrado en las páginas web. Para interactuar con una página web se provee al lenguaje JavaScript de una implementación del Document Object Model (DOM).

4.3.14. Ajax.

Acrónimo de Asynchronous JavaScript And XML (JavaScript asíncrono y XML), es una técnica de desarrollo web para crear aplicaciones interactivas o RIA (Rich Internet Applications). Estas aplicaciones se ejecutan en el cliente, es decir, en el navegador de los usuarios mientras se mantiene la comunicación asíncrona con el servidor en segundo plano. De esta forma es posible realizar cambios sobre las páginas sin necesidad de recargarlas, mejorando la interactividad, velocidad y usabilidad en las aplicaciones. Ajax es una tecnología asíncrona, en el sentido de que los datos adicionales se solicitan al servidor y se cargan en segundo plano sin interferir con la visualización ni el comportamiento de la página.

Ajax es una técnica válida para múltiples plataformas y utilizable en muchos sistemas operativos y navegadores, dado que está basado en estándares abiertos como JavaScript y Document Object Model (DOM).

4.3.15. Página web.

Una página web (o página electrónica, según el término recomendado por la R.A.E.) es el nombre de un documento o información electrónica adaptada para la World Wide Web y que puede ser accedida mediante un navegador. Esta información se encuentra generalmente en formato HTML o XHTML, y puede proporcionar navegación a otras páginas web mediante enlaces de hipertexto. Las páginas web frecuentemente incluyen otros recursos como hojas de estilo en cascada, guiones (scripts) e imágenes digitales, entre otros. Las páginas web pueden estar almacenadas en un equipo local o un servidor web remoto. El servidor web puede restringir el acceso únicamente para redes privadas, p. ej., en una intranet corporativa, o puede publicar las páginas en la World Wide Web. El acceso a las páginas web es realizado mediante su transferencia desde servidores utilizando el protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP).

4.3.16. Arduino

El entorno de Arduino de código abierto hace que sea fácil de escribir código y subirlo a la i / tabla o. Se ejecuta en Windows, Mac OS X y Linux. El entorno está escrito en Java y basadas en el procesamiento, avr-gcc, y otro software de código abierto.

4.3.17. Css3

Mientras que HTML nos permite definir la estructura una página web, las hojas de estilo en cascada (Cascading Style Sheets o CSS) son las que nos ofrecen la posibilidad de definir las reglas y estilos de representación en diferentes dispositivos, ya sean pantallas de equipos de escritorio, portátiles, móviles, impresoras u otros dispositivos capaces de mostrar contenidos web.

Las hojas de estilo nos permiten definir de manera eficiente la representación de nuestras páginas y es uno de los conocimientos fundamentales que todo diseñador web debe manejar a la perfección para realizar su trabajo.

La primera versión de CSS fue publicada a fines del año 1996 y fue logrando popularidad y aceptación hasta llegar a la versión 2.1, estándar actual que ofrece gran compatibilidad con la mayoría de los navegadores del mercado.

A partir del año 2005 se comenzó a definir el sucesor de esta versión, al cual se lo conoce como CSS3 o Cascading Style Sheets Level 3. Actualmente en definición, esta versión nos ofrece una gran variedad de opciones muy importantes para las necesidades del diseño web actual. Desde opciones de sombreado y redondeado,

hasta funciones avanzadas de movimiento y transformación, CSS3 es el estándar que dominará la web por los siguientes años.

4.3.18. Sensor de flujo de agua

Sensor de flujo de agua consiste en un cuerpo de plástico de la válvula, un rotor de agua, y un sensor de efecto Hall. Cuando el agua fluye a través de los rodillos del rotor, del rotor. Su velocidad cambia con diferente velocidad de flujo. El sensor de efecto Hall da salida a la señal de impulso correspondiente.

4.3.19. Sensor de humedad (SKU: SEN0114)

Este sensor de humedad se puede leer la cantidad de humedad presente en el suelo que lo rodea. Es un sensor de baja tecnología, pero es ideal para el seguimiento de un jardín urbano, o el nivel de agua de la planta de PET. Esta es una herramienta indispensable para un jardín de contacto!

Este sensor utiliza las dos sondas para pasar corriente a través del suelo, y luego se dice que la resistencia para conseguir el nivel de humedad. Más agua hace que la conducción eléctrica del suelo más fácilmente (menos resistencia), mientras que el suelo seco conduce la electricidad mal (mayor resistencia). Será útil para recordarle que debe regar las plantas de interior o para monitorear la humedad del suelo en su jardín.

4.3.20. Sensor de humedad relativa.

El HC2S3 es un sensor preciso y robusto para medir la temperatura y humedad relativa del aire, ideal para aplicaciones desatendidas de larga duración. Para medir la humedad relativa, incluye un sensor capacitivo avanzado. Para garantizar fiabilidad y funcionamiento, incluye filtro para protección contra el polvo y partículas.

4.3.21. Electrodo de amonio

El Electrodo de Amonio puede ser usado con los recolectores de datos ITP-C, MultiLogPRO o TriLink.

El Electrodo de Amonio es un electrodo de ion selectivo con una membrana PVC elaborada a mano. Mide iones de amonio en soluciones acuosas de forma simple, rápida, económica y precisa y es utilizado para llevar a cabo estudios de calidad del agua.

4.3.22. Sensor de CO2

La nueva gama de sensores avanzados de dióxido de carbono disuelto (CO2) InPro 5000i de METTLER TOLEDO está especialmente destinada a su utilización en procesos estériles / higiénicos (fermentación) en la industria farmacéutica. Fabricados con materiales que cumplen las especificaciones de la FDA, y con un acabado altamente pulido de la superficie para facilitar la limpieza, cumplen normativas internacionales como EHEDG.

El sensor InPro 5500i ayuda a mantener la calidad de los productos y controlar los costes de CO2 proporcionando unas mediciones precisas en procesos de CO2 importantes.

4.3.23. Electrobomba

Una bomba hidráulica es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

4.3.24 sensores uv

El sensor UV ML8511 de ROHM Semiconductor es ideal para adquirir intensidad UV en interiores y exteriores. El ML8511 está equipado con un amplificador interno que convierte la fotocorriente a voltaje según la intensidad UV. Esta característica única ofrece una interconexión fácil con los circuitos externos, como ADC. En el modo apagado, la corriente de espera típica es de 0.1 μ A, permitiendo una vida de la batería más prolongada.

4.3.25. Electroválvula

Las electroválvulas son dispositivos que responden a pulsos eléctricos. Gracias a la corriente que circula a través del solenoide es posible abrir o cerrar la válvula controlando, de esta forma, el flujo de fluidos. Al circular corriente por solenoide genera un campo magnético que atrae el núcleo móvil y al finalizar el efecto del campo magnético, el núcleo vuelve a su posición, en la mayoría de los casos, por efecto de un resorte.

4.3.26. Sensor de temperatura

Los sensores de temperatura son dispositivos que transforman los cambios de temperatura en cambios en señales eléctricas que son procesados por equipo eléctrico o electrónico.

El sensor de temperatura, típicamente suele estar formado por el elemento sensor, de cualquiera de los tipos anteriores, la vaina que lo envuelve y que está rellena de un material muy conductor de la temperatura, para que los cambios se transmitan rápidamente al elemento sensor y del cable al que se conectarán el equipo electrónico.

4.3.27. Sensor de puerta (Crash sensor izquierdo y Crash sensor derecho)

Sensor de contacto para tener conocimiento del estado de puerta, existen dos sentidos derecho / izquierdo el cual genera un punto de transmisión de los datos a la tarjeta de recepción.

5. ESTADO DEL ARTE.

El nivel de desarrollo alcanzado por los proyectos implementados en invernaderos, alcanzan grades metas, ya que en ello se ve reflejado el nivel de interés propositivo de sus investigadores o desarrolladores.

Según la historia, el primer invernadero, de plantas exóticas que fueron llevadas a Gran Bretaña no habría sobrevivido a no ser por la existencia de los invernaderos. En 1545 se fundó el jardín botánico de Padua en Italia con fines académicos, para facilitar el aprendizaje y el conocimiento de las plantas medicinales. Este sufrió modificaciones en su estructura alrededor en 1550 para introducir algunas partes de cristal y poder adaptar así las plantas más delicadas, aunque no fue hasta el siglo XVII que se utilizó ese material como técnica común para el cultivo de invernadero. Este invernadero se empleó sólo para el cultivo de plantas medicinales.

Se han realizado tesis sobre control de invernadero y su seguimiento desde internet, con sensores de humedad y temperatura.

Todas las tesis se llevan a cabo con el fin de mejorar la calidad de los cultivos y su regado de forma frecuente.

Plantear una alternativa de producción mediante la automatización de un sistema de riego por goteo en invernadero para la producción de cultivos, tesis realizada por Ardila Ardila Fátima Lourdes, Carrillo Anchundia Omar Egberto, Cevallos Quiroz Wagner Humberto y Rivadeneira Viteri Luís Fernando, su objetivo primordial mayor eficiencia en con altos rendimientos de cosecha.

El aporte que se realizará con la presente propuesta se verá reflejado en la participación de los estudiantes del Instituto Tecnológico del Putumayo.

6. METODOLOGIA

De acuerdo a los objetivos planteados en este proyecto se utilizará un enfoque metodológico cuantitativo de tipo de investigación exploratoria. Es cuantitativa porque en el transcurso de este proyecto se recopilarán datos que después permitirán tener estadísticas que ayudarán a validar los resultados de esta investigación.

Si bien existen en el Departamento antecedentes de cultivos que utilizan los invernaderos, no se encuentran evidencias de la utilización de la tecnología para el control de éstos. De esta manera este invernadero inteligente busca convertirse en una opción de desarrollo de producción eficiente que permitirá a los agricultores, estudiantes e investigadores, ampliar y producir más y mejores plantaciones, en menor tiempo contribuyendo con el medio ambiente.

Para llevar a cabo el desarrollo de esta línea de investigación, se debe realizar los estudios preliminares de ubicación, análisis de costo y materiales, así como el estudio y avance del software centralizado, con unas dimensiones (7 metros por 5 metros, altura desde 2 metros hasta 4 metros) que permitirán un espacio adecuado para la instalación de sensores y todo circuito que compone el Invernadero Inteligente.

6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo a los objetivos planteados en este proyecto se utilizará un enfoque metodológico cualitativo. Es cualitativa porque en el transcurso de este proyecto se realizará una etapa de evaluación del producto teniendo en cuenta el control del microclima, generando un instrumento valioso como Herramienta tecnológica (Laboratorio).

La investigación se justifica desde los siguientes puntos de vista:

- a) Aporta con las bases de conocimientos técnicos elementales que no sólo reflejen la facilidad del aprendizaje de herramientas de sistemas y tecnologías de información, sino también determinar la eficiencia y eficacia en actividades agrícolas.
- b) Aportar con la creación de un software que automaticen la aplicación de procedimientos híbridos mediante un sistema de información, pretendemos lograr que esta investigación se convierta en un plan piloto experimental que ayude a la toma de decisiones para determinar la factibilidad técnica y financiera de un proyecto agrícola y poder alcanzar elevados niveles de eficiencia y eficacia en los procesos desarrollados en esta área.

El desarrollo del trabajo investigativo denominado Invernadero Inteligente para el Jardín Botánico Tropical Amazónico del ITP - INFOAGRI – “Fase 2 Cultivando Saberes”, con cuatro productos tradicionales de la zona, como son el pimiento, tomate, soya y el cilantro. Se ha considerado productos de ciclo corto, donde el software realice la captura de información en forma periódica.

Finalmente, los objetivos crean una visión mucho más clara y detallada del alcance de nuestra propuesta, por lo tanto, este documento abarcará la demostración de los objetivos.

6.2. LINEA

Sistemas de Información.

6.3. SUBLINEA

Redes y Telemática

6.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de metodología que se empleó para el diseño y respectivo desarrollo del sitio fue la Métrica, utilizada para el desarrollando el software y se desarrolla por fases.

Estas fases se identifican por las respectivas etapas y pausas para el desarrollo del sitio, ya que la metodología Métrica está estructurada en Fases, Módulos, Actividades y Tareas. Como lo son:

1. Reconocimiento del área: Se realizará un recorrido de campo en el lugar donde se construirá y localizará el invernadero con control inteligente, así se determinará si el lugar es adecuado para la implementación de este. Y también, a medida que se desarrolle la investigación, se logre un fácil acceso a los recursos necesarios para su desarrollo.
2. Investigación y recolección de información: para llevar a cabo la elaboración de esta propuesta es importante realizar una respectiva investigación y recolección de información que ayude a desarrollarla, de temas como: el diseño y construcción de invernaderos, consulta de antecedentes de este tipo de cultivos en Colombia y principalmente en el Departamento del Putumayo, entrevistas con agricultores de la región y datos de cómo se cultivan los productos agrícolas actualmente y los tiempos de producción y sus costos. Por otro lado se buscará información de cómo diseñar y construir soluciones

tecnológicas (circuitos electrónicos¹, sensores de temperatura, CO2, Ph, software para su administración, etc.) para cultivos e invernaderos.

Para obtener esta información se utilizarán diferentes herramientas como: internet, libros y entrevistas. Estos datos serán digitalizados y almacenados en archivos que nos permitan a medida que desarrollemos las actividades de construcción y diseño, tanto del invernadero como de los aplicativos, ser accedidos, consultados y analizados de manera rápida y también nos sirvan para organizar y realizar los informes finales.

3. Ejecución de la propuesta: Para el desarrollo de la propuesta se adoptará un modelo de invernadero tipo capilla para el medio donde se implementará y su construcción sea factible y genere menos costos.

6.4.1. I ETAPA:

- A. Se realizará un plano del diseño del invernadero inteligente donde se especificarán las medidas y ubicación de cada elemento.
- B. Se elaborará un listado de los materiales necesarios para su desarrollo y sus costos, ya sea estructuralmente o de sus implementaciones tecnológicas como: controles y mediciones, que se harán con sensores para poder llegar a la automatización del invernadero.
- C. Se adquirirán los materiales y los recursos disponibles necesarios en la medida que se necesiten y avance el proyecto.
- D. Se dará inicio a la construcción del invernadero, y todo lo necesario para su funcionamiento.

6.4.2. II ETAPA:

- A. Se desarrollarán los circuitos electrónicos, que controlarán los dispositivos mecánicos en el invernadero. Se hace necesario investigar los elementos óptimos para hacer esta labor.
- B. Se realizarán planos de los circuitos a utilizar.
- C. Se efectuarán pruebas de rendimiento y fidelidad en protoboard y simuladores, de los diferentes diagramas de circuitos, que ayudarán a elegir el plano y elementos más adecuados para determinada funcionalidad (abrir puerta, activar ventiladores cuando el sensor de temperatura demuestre incremento en la temperatura interna, etc).

6.4.3. III ETAPA:

¹Se denomina **circuito electrónico** a una serie de elementos o componentes eléctricos (tales como resistencias, inductancias, condensadores y fuentes) o electrónicos, conectados eléctricamente entre sí con el propósito de generar, transportar o modificar señales electrónicas.

- A. Se diseñará la base de datos y el modelo entidad relación que irán de acuerdo a los requerimientos necesarios para el desarrollo de los aplicativos y según las funcionalidades que estos posean.
- B. Se normalizará la base de datos que evitará la redundancia de información, problemas de actualización e integridad de datos.
- C. Se determinará qué tipo de conexión a la base de datos (distribuidas y/o centralizada) se adecua a estas aplicaciones y a lo que se pretende desarrollar, teniendo en cuenta que puedan interactuar en tiempo real.
- D. Se crearán los diferentes procedimientos que permita al software servidor una interacción con la base de datos continuamente.
- E. Se diseñará la interfaz gráfica (GUI) de cada una de las aplicaciones clientes.
- F. Se desarrollará clases, funciones y procedimientos necesarios que harán la comunicación con la base de datos y a la vez con el servidor, los cuales ejecutarán las órdenes que el usuario imparta a través de éstas.
- G. Se investigara, diseñara y desarrollara el software (cliente y servidor) en paralelo a los circuitos electrónicos; utilizando el modelo de desarrollo en cascada, este modelo nos permite seguir unas etapas (ciclo de vida) en las cuales, si se detectan errores, llevarían a realizar un rediseño que proporcione la seguridad de un software estable, de calidad y libre de fallos.
- H. Se realizarán pruebas con el software servidor, el cual tendrá librerías y procedimientos que permitirán controlar dispositivos físicos y mecánicos a través de software (se desarrollará en el lenguaje de programación JAVA²). Estas pruebas harán que se tenga un verdadero control sobre el funcionamiento, tanto físico como lógico (software) y evitar en gran medida los errores e inconvenientes que podrían afectar a los cultivos.
- I. Se procederá a hacer la quema de los circuitos en el pertinax³ y la ubicación de los sensores y demás dispositivos en el invernadero inteligente, de tal manera que sean estéticamente agradables y que no interrumpa el desarrollo de los estudios en los cultivos.
- J. Los aplicativos tendrán las siguientes características y/o funcionalidades que le ayudarán a los investigadores a tener control

²Java es un lenguaje de programación y la primera plataforma informática creada por Sun Microsystems en 1995. Es la tecnología subyacente que permite el uso de programas punteros, como herramientas, juegos y aplicaciones de negocios. Java se ejecuta en más de 850 millones de ordenadores personales de todo el mundo y en miles de millones de dispositivos, como dispositivos móviles y aparatos de televisión. Fuente: java.com

³Los sustratos de los circuitos impresos utilizados en la electrónica de consumo de bajo costo, se hacen de papel impregnado de resina fenólica, a menudo llamados por su nombre comercial Pérnix. Fuente: wikipedia.org

de lo que sucede dentro del invernadero, entre las cuales están: control de acceso de usuarios, gráficos con la información de los sensores en el invernadero (como acción por defecto el software estará ejecutándose automáticamente determinando, cuando o no, realizar actividades de activación o desactivación de dispositivos), entre otras características.

Según el modelo de desarrollo de software elegido, se dispondrá a hacer unas pruebas de funcionamiento con usuarios finales y datos reales los cuales dará una visión de las fallas o mejoras pertinentes a realizar. Si se detectan fallas que pueden hacer que los aplicativos no cumplan con las funcionalidades requeridas se procederá a evaluarlas y realizar los rediseños necesarios.

Terminado el invernadero con sus implementaciones tecnológicas y se haya recopilado la información de las plantas en el invernadero y del mismo modo que los registros fotográficos o en video del trabajo realizado, con los datos que se sistematizaron y se recogieron con la investigación inicial. Se organizarán para realizar gráficas estadísticas que con éstas y el registro fotográfico y de video y la demás información, se realizará el informe final donde se mostrarán desde el proceso de investigación, desarrollo de aplicativos, construcción del invernadero, planos (de circuitos electrónicos, del invernadero), su puesta en funcionamiento, sus pruebas de calidad y estudios realizados. También se dará a conocer las evidencias, con los datos estadísticos, con las cuales se mostrará las conclusiones y resultados que se obtuvieron con el desarrollo de este proyecto, ya sea con su objetivo principal y objeto de estudio o de beneficios alternativos que se pueden llegar a aplicar en otras áreas, como: la agricultura.

7. RECURSOS

7.1. RECURSOS HUMANOS

Tabla 5 Recursos Humanos

OCUPACION	AREA	NOMBRES Y APELLIDOS	INSTITUCION
Profesor	Investigador Principal	JHON HENRY CUELLAR PORTILLA	Gl. VirtuaLab ITP
Estudiante	Auxiliar de investigación	MADROÑERO ESPAÑA WILMER JOSE	Gl. VirtuaLab ITP

Estudiante	Auxiliar de investigación	PIAMBA ZUÑIGA WILMAR	Gl. VirtuaLab ITP
Estudiante	Auxiliar de investigación	YELA VALENCIA MICHAEL	Gl. VirtuaLab ITP

7.2. MATERIALES

Son los elementos materiales necesarios con que cuenta el servicio para el desarrollo de las actividades, desarrollo del sistema de información:

Elementos Físicos (Maquinaria)

- Un (1) computador (Asignado por ITP para el proyecto)
- Una (1) Impresora
- Un Computador portátil
- Elementos de oficina, papelería e insumos.

Tabla 6 Elementos de Invernadero

Item	Cant.	Unl.	Descripción	Referencia
1	1	UNI	Fuente sulheada 12V 3A 24 W	S-24-12
2	9	UNI	Válvula solenoide 12V-1/2	EV12V-NC-1/2
3	2	UNI	Grove-UV Sensor	SEN00700P
4	3	UNI	Tarjeta con 8 relevos	TAR-RELAY-8-5V
5	2	UNI	Tarjeta con 4 relevos	TAR-RELAY-4-5V
6	1	UNI	Regulador de carga 12V 100W	S05K-100W
7	1	UNI	Microinversor 12V 100W	MND-150W
8	42	UNI	Sensor de humedad de suelo	SEN92355P
9	1	UNI	Arduino DUE	A000062
10	1	UNI	Shield ethernet con módulo POE - REV3	A000075
11	1	UNI	G1 Sensor de flujo de agua	209015001
12	1	UNI	Conector M-H JST 3 pines (Pareja macho-hembra)	CON-MHJST3P
13	1	UNI	Sensor de nivel de líquido lateral	SEN-NIVEL-LAT
14	4	UNI	Sensor de choque	ENDSTOP-1
15	1	UNI	Gravity: Analog CO2 gas sensor	SEN0159
16	1	UNI	Kit medidor pro analógico de pH	SEN0169
17	1	UNI	Sensor PIR (movimiento)	SEN0171
18	1	UNI	Termo-Higrómetro digital indoor	TERMHIG-L561
19	2	UNI	Sensor de humedad y temperatura AM2305	AM2305
20	1	UNI	Adaptador JST PH 3 pines hembra	POL-117
21	1	UNI	Grove-Screw terminal	COM12533P
22	50	UNI	Terminales hembra de 0.1 X unidad	POL-1930
23	300	UNI	Terminales macho de 0.1 x unidad	POL-1931
24	1	UNI	Conector JST RCY hembra (paquete x 3)	POL-1934
25	1	UNI	Conector JST RCY macho (paquete x 3)	POL-1935
26	1	UNI	Solar charge shield V2.2	106990020
27	1	UNI	Shield driver motor paso a paso Arduino/CNC	SHIELD-DUAL-STEP
28	1	UNI	Base shield V2	GLD01099P
29	10	UNI	Bomba peristáltica 12 VDC	BOM-PER-12V
30	2	UNI	Motor paso a paso 12V con driver	24BYJ-48-DRIVER
31	1	UNI	Lipo rider pro	POW12059P
32	1	UNI	Batería de Li-Ion 12V recargable para CCTV/WIRELESS	BL-15-1-5
33	1	UNI	Cable para sensor sharp	CABLE-SEN-SHARP
34	10	UNI	Sensor de flujo 5V-24V	101990055
35	60	UNI	Cable 20 cm conector 4 pines	ACC113170
36	1	UNI	Adaptador 12V-1.5A centro positivo	K3AD12000150W
37	1	UNI	Sensor de agua	SEN11304P
38	1	UNI	Fuente sulheada 5V 2A 24W	S-15-5
39	1	UNI	Panel solar de 75W	ODA80-18-MD
40	1	UNI	Fuente (Batería de 12V) carga profunda para panel	MT5512
41	12	UNI	Convertidor de nivel lógico bidireccional	BOB-12009

7.3. TÉCNICOS (Software)

El desarrollo del sistema de información se enfoca en un ambiente web mediante software libre, teniendo como ventajas la adquisición del mismo y su documentación (manuales) no generarán costo alguno para los desarrolladores.

Para el manejo del aplicativo web es necesario utilizar un hosting con características básica de php5, mysql y apache y tener un espacio de 1Gb para base de datos y 500Mb para el aplicativo web.

7.3.1. Software

Se usan herramientas de software libre como:

- Servidor Web: Se utilizará Apache, que es un software de libre distribución bajo la GPL (General Public License) y de GNU (Acrónimo recursivo que significa "GNU No es Unix").

- Lenguaje de Desarrollo: se utilizará PHP (lenguaje de programación interpretado), gratuito y multiplataforma, HTML5 (Lenguaje de Marcas de Hipertexto), UML (Lenguaje de modelado de sistema de software), AJAX, jquery.

- Base de Datos: MySQL (sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario).

Idioma:	Español
Manuales:	En Español.
Modo de Operación:	Multiusuario Cliente / servidor, Cliente / Red en Web Intranet - Internet.
Número de usuarios:	El número de usuarios es ilimitado.

Para esta etapa se dispuso para la contratación de un profesional que apoyó el desarrollo del software a medida para el control del circuito del invernadero.

7.3.2. Hardware

Los requerimientos mínimos son:

- Configuración de portátiles Intel core i5, 4GB de memoria RAM, Disco duro 500Gb
- Modem alámbrico e inalámbrico con acceso a internet
- Cables de puerto serial USB
- Cable utp categoría 6 debidamente tripeado.
- Hosting con una capacidad de 2Gb de espacio, 1 Gb para base de datos y 1 Gb para alojar información del sitio

7.4. FINANCIEROS

7.4.1. Fuente de financiación

En el cumplimiento del Convenio Nro. 1061 de 2016, La convocatoria Nro. 01 de diciembre de 2016 el grupo de investigación VirtuaLab se postuló y resultó favorecido para el financiamiento del proyecto mencionado anteriormente bajo el marco del convenio "Fortalecimiento de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación en los grupos y semilleros de investigación del ITP".

7.4.2. Tablas de Presupuesto

Tabla 7 Presupuesto global de la propuesta por fuentes de financiación.

RUBROS	FUENTES		TOTAL
	ITP	CONTRAPARTIDA (ESPECIE)	
PERSONAL	6.5000.000	2.000.000	8.500.000
EQUIPOS-SOFTWARE- EQUIPAMIENTO	13.000.000		13.000.000
ACTIVIDADES DE APROPIACION SOCIAL	1.500.000	1.500.000	3.000.000
MATERIALES	10.500.000		10.500.000
SALIDAS DE CAMPO	5.000.000		5.000.000
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO			
PUBLICACIONES Y PATENTES			
SERVICIOS TÉCNICOS			
VIAJES			
OTROS	*Terreno	3.500.000	36.500.000
		TOTAL	\$40.000.000

*Fuente: La presente investigación- 2018

El espacio (terreno) es predios propios del Instituto Tecnológico del Putumayo, ubicado en el jardín botánico, salida a Villagarzón.

8. DESCRIPCION DE SISTEMA

Después de haber realizado el análisis de la situación actual y el bosquejo del diseño del proyecto, continuaremos con el desarrollo de las siguientes fases para completar el proceso del presente Plan Operativo de la construcción de un invernadero inteligente.

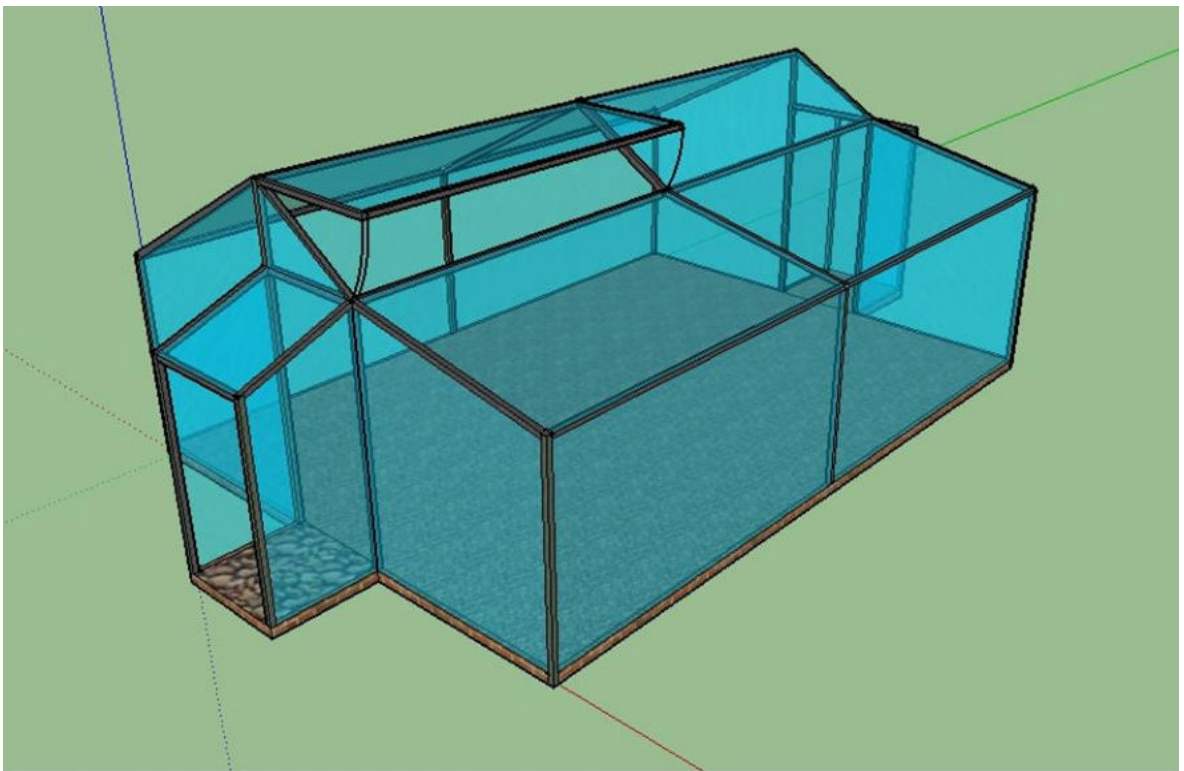
8.1. CIMENTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DEL INVERNADERO.

A continuación, se detallará como se ha realizado la construcción global del Invernadero inteligente.

8.1.1. Construcción de la infraestructura física.

Partiendo de los estudios investigativos, hemos seleccionado el modelo de Invernadero tipo capilla, como lo muestra la figura

Figura 1



Una vez planteado el proyecto se ubicó el lugar de construcción entro del jardín botánico amazónico del Instituto Tecnológico del Putumayo en las siguientes coordenadas (N. 1° 07'4.5" W 76° 37' 58.62") terreno debidamente autorizado mediante documento RCE-081 de fecha 31 de mayo 2016, por la señora rectora de la institución.

Figura 2



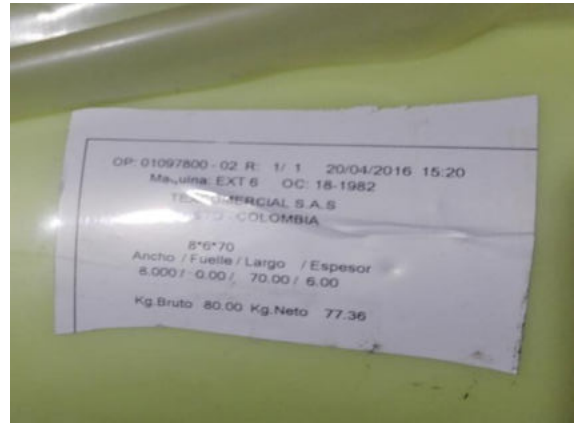
Para realizar la construcción de la estructura del invernadero se emplearon tubos de aluminio que por sus propiedades físicas, es un metal tan provechoso: permitiendo que su ligereza (sobre un tercio del peso del cobre y el acero), resistencia a la corrosión (característica muy útil para aquellos productos que requieren de protección y conservación), resistencia, es un buen conductor de electricidad y calor.



Una vez realizado la ubicación y los puntos de construcción del invernadero Inteligente se inicia con la medición perimetral del lugar, planteadas en el desarrollo del proyecto (7 metros de largo por 5 metros de ancho, altura desde 2 metros hasta 4 metros) tipo de construcción Capilla, fortaleciendo la base de la construcción con piedra, arena, cemento y ladrillos que mejoran las condiciones del invernadero, dándole mayor firmeza y durabilidad a la construcción.



Para la selección de materiales de construcción, se realizó una investigación profunda, con el fin de implementar las mejores técnicas que permitieran, una durabilidad a las instalaciones del Invernadero Inteligente, y uno de los materiales más importantes en la construcción fue el recubrimiento del mismo, para ellos se seleccionó un la mejor calidad en plásticos, en este caso un plástico calibre 6, fabricado especialmente para invernaderos, fabricado por TEXCOMERCIAL SA.S Pasto Nariño, fecha de expedición 20/04/2016 a las 15:20 horas, con una cantidad relativa para la construcción de (40*8 metros). Las instalaciones ofrecen un espacio considerable en su interior, permitiendo la adecuación de dos eras de 5*1 metro.



Estas medidas permiten que las platas tengan una absorción de gran cantidad de luz en su interior. Tal como se observa en la imagen, esta base para los cuadros de plantación dentro del invernadero está hecha de ladrillos lo cual mejora la estructura.



Así mismo durante el diseño de la estructura se realizó el plano de un cuarto de equipos principal, el cual contendrá el circuito principal junto con el servidor, para la edificación del cuarto se utilizaron materiales de construcción hecho en ladrillos rojos, con sementó, con una placa de varillas de hierro y cemento.



Quedando una estructura física muy resistente, gracias a la combinación de los diferentes materiales de construcción y al diseño tipo capilla. Para la ubicación del invernadero, hemos considerado como factor fundamental el recorrido del viento, de tal manera que pueda ingresar sin problemas por los ventiladores tipo industriales que serán ubicados en lugares estratégicos, estos permitirán el ingreso y salida del aire caliente y frío regulando la temperatura del interior. Otro aspecto importante a considerar es el recorrido del sol, de hecho las normas dicen que se debe ubicar de norte a sur, pero para nuestro estudio este no es un factor significativo.



8.1.2. Construcción Del Sistema De Irrigación

Al realizar la construcción del sistema de irrigación, hemos empleado un tanque, que será ubicado sobre el cuarto de equipos, encima de la placa, de tal manera que el riego de las plantas se realizará por medio de una motobomba. La tubería que viene del tanque está conectada a una electroválvula que permite o impide el paso del agua la a través de la tubería instalada encima de las plantaciones con un sistema de goteo.

El tipo de riego que se realiza es por goteo, dicho sistema se construyó artesanalmente usando tubería $\frac{1}{2}$ pulgada, a las cuales se les hicieron agujeros que han sido tapados con piola de algodón, de tal manera que al pasar el agua por la manguera moja la piola y cae en forma de gotas.



8.1.3. Sistema de ventilación

Para realizar la construcción del sistema de ventilación utilizamos dos extractores industriales funcionan a mismo tiempo como ventiladores. El ventilador permite el ingreso de aire desde el exterior hacia el interior, mientras que el extractor evacua el aire caliente desde el interior hacia el exterior; de esta manera, el aire que ingresa choca en las paredes del invernadero creando una ventilación circular manteniendo así un ambiente fresco y agradable para las plantas.



8.1.4. Construcción del sistema de iluminación.

Como función adicional, utilizamos un sistema de iluminación, el mismo que consta de una lámpara uv la cual se asemeja a los rayos naturales del día el cual se activan en el momento en que el sensor de luminosidad detecta un rango inferior al establecido por el operador. Esto tiene una doble funcionalidad: Iluminar el invernadero Inteligente.



8.2. MONTAJE DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

Aunque no fueron adquiridos en la ejecución del proyecto, el grupo de investigación dispuso de algunos elementos básicos y dispone que el montaje debe hacerse en los siguientes aspectos:

Para realizar el montaje de los dispositivos de control utilizados (Sensores y actuadores) hemos estimado que dichos elementos se encuentren ubicados en el

cuarto de equipos parte trasera del Invernadero inteligente, pero el ingreso debe ser por una sola entrada, de tal manera que puedan captar valores precisos con los cuales se realiza el control y la toma de dediciones.

Es aconsejable que el sensor de humedad relativa este lo más cerca posible de las plantas, pero evitando que pueda estar en el suelo, mojado o cerca del agua, de esa forma se logrará capturar el valor preciso. Al colocar el sensor de (UV) se debe instalar de manera adecuada donde logre captar los rayos (UV) el cual tenga el valor real.

El sensor de temperatura debe estar ubicado en un punto estratégico del invernadero Inteligente en el cual no reciba aire directo por parte del ventilador, para este caso se dejó en la entrada de las instalaciones.



Imagen de referencia.

Así mismo, para evitar un gasto excesivo en cable, se debe ubicar la centro de mando cerca del invernadero (en la parte interna). Al colocar el ventilador debemos tomar muy en cuenta el sentido en el que circula el aire en el ambiente, es decir, debe estar ubicado en el mismo sentido en que fluye la corriente de aire para que pueda ingresar al invernadero, permitiendo de esta manera bajar el nivel de temperatura cuando sea necesario.

El extractor no debe ubicarse frente al ventilador, ya que el aire fresco que ingresa por el ventilador sería sacado inmediatamente por el extractor. Es por esta razón que se ha considerado ubicar el extractor en la parte inferior de donde está el ventilador, con esto lograremos que el aire fresco que ingresa, choque en las paredes del invernadero y se propague hacia todos los sectores, entonces el extractor viene y cumple su función.

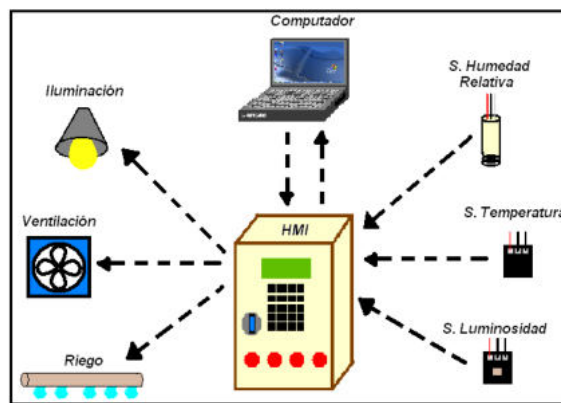
Los dispositivos de iluminación deben colocarse en partes estratégicas para evitar que exista un cortocircuito (en caso de que pudieran mojarse) o que no pueda cumplir correctamente su función (por ejemplo si se los coloca muy cerca de las plantas, las podría quemar).

Al colocar los dispositivos de irrigación debemos tomar en cuenta que el goteo debe caer directamente sobre la raíz de las plantas, logrando así, economizar los recursos (agua, abonos y nutrientes).

8.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS OPERATIVOS TÉCNICOS.

El desarrollo del diseño es una de las fases más importantes, aquí es donde se definen y delimitan los detalles físicos y lógicos del invernadero inteligente para obtener el componente o producto final, para lo cual se plantea el flujo operacional de la propuesta a través de la siguiente figura

Figura 6 sistemas interfaz



Podemos observar que existen cinco procesos principales dentro del Invernadero Inteligente:

- **Captación de datos** análogos y/o digitales a través de los sensores (Temperatura, Humedad Relativa y Luminosidad, Nivel de agua, Electroválvulas, Control de agua)
- **Conversión de datos** captados (A/D) en la HMI.
- **Procesamiento de datos** en la HMI (Comparación de los valores reales con los del set point).
- **Importación/exportación de datos** desde o hacia el PC.
- **Control Climático** mediante la activación de los diferentes Actuadores (Ventiladores/Extractores, electro válvulas, luces) A continuación detallaremos los diferentes procesos.

8.3.1. Captación De Datos

La captación de los datos en este invernadero inteligente se realiza a través de tres sensores utilizados: Temperatura, Humedad Relativa y Luminosidad, los cuales detallamos a continuación.

8.3.1.1. Sensor De Temperatura

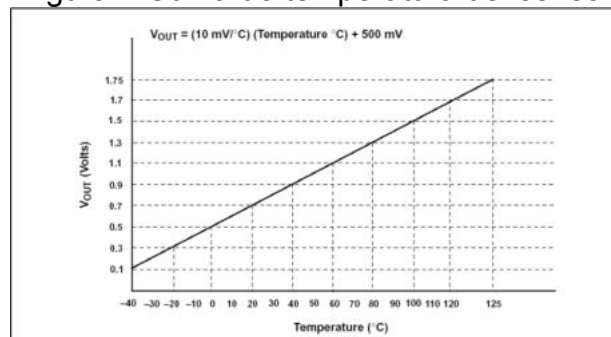
El sensor de temperatura se encarga de captar los valores correspondientes a la temperatura ambiente dentro del invernadero. Dicho valor es captado en forma Digital a un valor digital que pueda ser entendido por la tarjeta microcontroladora (arduino).

Figura 7 Características técnicas

Pin No.	Symbol	Description
1	V _{DD}	Input Supply Voltage
2	V _{OUT}	Temperature Sensor Output Terminal
3	V _{SS}	Ground Terminal

En la siguiente figura se muestra la ecuación que utiliza el sensor como punto de referencia en sus mediciones, la cual nos da como resultado un gráfico de Voltaje (Y) vs. Temperatura (X), en el cual vemos que un voltaje de salida Y nos da una temperatura X en grados centígrados

Figura 7 Curva de temperatura del sensor



8.3.1.2. Sensor De Humedad Relativa

El sensor de humedad relativa se encarga de captar los valores correspondientes a la humedad dentro del invernadero inteligente. Dicho valor es capturado digitalmente la cual la tarjeta microcontroladora en la HMI la puede entender y transferir al PC.

El sensor cuenta con 3 cables, los cuales poseen diferentes colores, así, V_{dd} que representa el voltaje de alimentación que debe ser 5 Voltios está representado por el color rojo, V_{ss} está representado por el cable negro y se conecta a tierra y V_{out} es el voltaje de salida que representa la medición, el mismo que se comunica con la tarjeta controladora Microchip y esta representado por el color verde.

8.3.2. CONVERSIÓN DE DATOS

Los diferentes sensores capturan un total de 10 valores de los cuales se obtiene un valor promedio. Esto se hace debido a la rapidez con la que ellos capturan un valor del ambiente, la cual es muy rápida en relación al reloj interno del microcontrolador (4 Mhz) y afectaría la lectura de información en el display, la toma de decisiones en el microcontrolador respecto a los actuadores y al exportar los datos hacia el computador, porque nos llenaría rápidamente la base de datos con la información censada.

8.3.3. Procesamiento de datos.

Una vez que los datos han sido capturados y convertidos, deberán procesarse. La tarjeta microcontroladora es la encargada de realizar esta operación tomando en cuenta los parámetros de los diferentes sensores (entiéndase por parámetros a la ecuación que rige al sensor y su voltaje de operación/captación), de esta manera tenemos:

La ecuación para el sensor de humedad relativa es $RH = 0.03892 V_{out} - 42.017$, el valor captado (V_{out}) viene dado en voltios (Max 3,6 y min 1), pero el convertidor A/D trabaja con un voltaje máximo de 5v y una resolución máxima de conversión de 1024 (10 bits) por eso es necesario transformar los 3,6v a los que trabaja el sensor de HR para saber su resolución máxima, la cual es 737 este valor pasará a multiplicarse por 4,9 para saber su valor correspondiente en el convertidor. Si se detecta que el valor es menor a 1082 (mv) indicará que tiene una HR de 0%; caso contrario, someterá el valor encontrado a la ecuación de HR del sensor para obtener el valor real porcentual, mismo que se comparará con el valor del set point para determinar si es necesario encender o apagar el actuador respectivo (Sistema de riego).

La ecuación para el sensor de temperatura es $T = (V_{out} - 500) * 0.1$, el valor captado (V_{out}) viene dado en voltios, el V_{out} máximo en la salida es de 1 a lo que le corresponde una resolución de 204 que representa una temperatura máxima de 50 °C y el V_{out} mínimo del sensor es de 0,5 y le corresponde una resolución de 102 que representa una temperatura mínima de 0 °C. Si se detecta que el valor es menor a 500 (mv) indicará que tiene una temperatura de 0 °C ; caso contrario, someterá el valor encontrado a la ecuación de temperatura del sensor para obtener el valor real que se comparará con el valor del set point para determinar si es necesario encender o apagar el actuador respectivo (Ventilador - Extractor).

Como hemos observado estos son los datos que serán procesados para obtener los diferentes resultados.

8.3.4. Importación/Exportación De Datos

Los datos captados por los sensores podrán ser manejados desde un computador a través de un programa que se realizará en php, css3, html5 y java, así mismo esta información se almacenará en una base de datos de Mysql. Se ha pensado utilizar estas herramientas debido a su bajo costo.

Este software está orientado a tener un historial del movimiento de las variables censadas, que lo podremos observar en una hoja de cálculo tipo Excel, y utilizando la herramienta gráfica de la misma familia.

Para realizar la importación de datos se debe trabajar con el puerto serial del computador, el cual estará conectado al puerto del mismo nombre que se encuentra ubicado en la tarjeta microcontroladora. Los datos viajarán utilizando esta interfaz cableada hacia el PC y también tiene la opción de la conexión por la red de datos y serán almacenados en la base de datos en la que se llevará un registro que servirá para analizar el comportamiento que ha tenido el sistema.

8.3.5. Control Climático

El control climático es realizado mediante los actuadores (el sistema de iluminación, riego y ventilación), mediante esto logramos que las variables climáticas como son la Humedad Relativa, la Temperatura y la Luminosidad tengan valores similares o iguales a los configurados en el set point para obtener las condiciones óptimas que necesitan los cultivos en el interior del invernadero inteligente.

8.3.6. Modos De Operación

El sistema puede funcionar de dos maneras: Modo PC y Automático, en el cual el usuario decide entre estas opciones la forma de controlar el clima en el interior del invernadero. Este proceso de selección se lo realiza en la HMI.

Modo PC

El modo PC es similar al modo automático, en la cual el sistema toma decisiones en base a comparaciones; pero nos brinda una función adicional que permitirá utilizar un computador conectado (a través del puerto serial) con la HMI con el objetivo de llevar un registro del comportamiento de las variables climáticas y el encendido o apagado de los actuadores durante un periodo de tiempo determinado.

Esta información se almacena en una base de datos, la misma que servirá como un respaldo histórico de todos los valores antes mencionados para realizar comparaciones sobre el comportamiento de dichas variables.

En este modo, el operador puede configurar desde el computador los valores de set point que considere necesarios, pero no podrá activar o desactivar los actuadores.

Modo Automático.

Durante el funcionamiento automático el operador solo deberá configurar los valores de set point que considere adecuado para el cultivo que va a utilizar. En este caso el sistema controlará las variables climáticas mediante una comparación entre los valores captados y los valores ingresados por el usuario (set point), y el sistema

decidirá si se debe encender o apagar de forma automática los actuadores (ventiladores/extractores, luces y riego), es decir, el usuario no podrá decidir el encendido o apagado de los actuadores.

8.3.7. Programación de los algoritmos de control.

PROGRAMACIÓN.

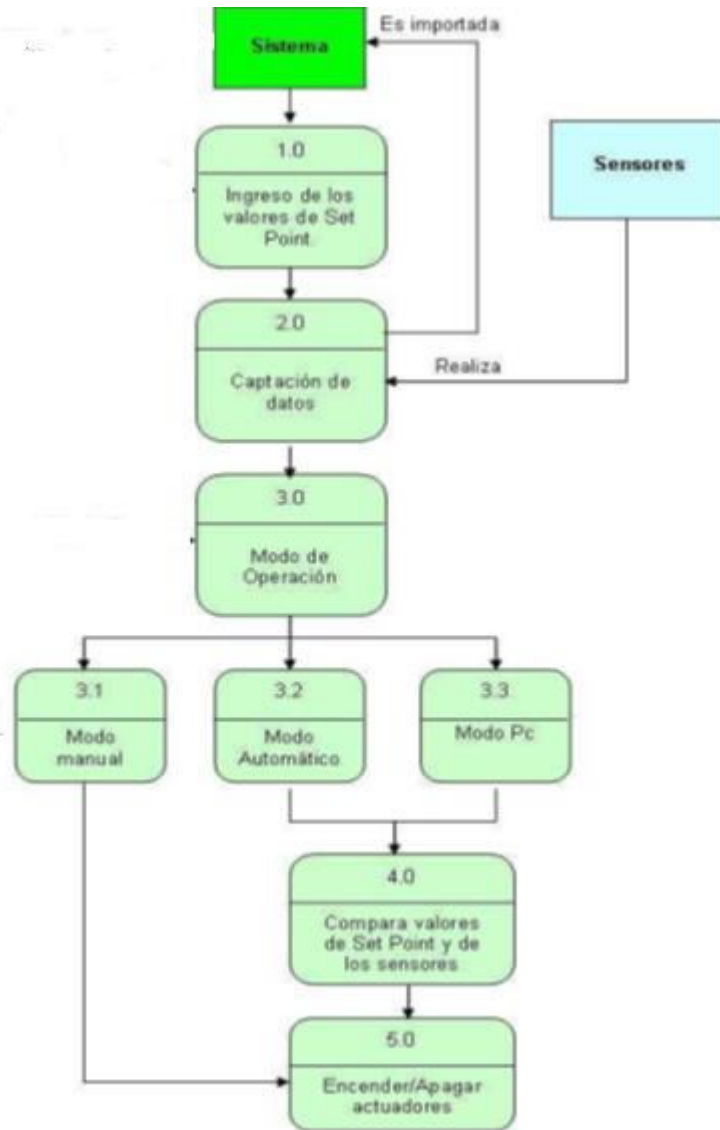
A continuación, se detallarán todos los aspectos relevantes en el diseño y construcción del sistema autómatas que controlará los procesos en el invernadero, así como del sistema que será utilizado en el computador para monitorear la información captada por los sensores para su interpretación posterior.

8.3.7.1. Desarrollo De Diagramas De Procesos

En la siguiente figura se detalla el flujo de procesos de la solución a implementar. Podemos observar que entre todas las operaciones intervienen cuatro elementos claves:

- El operador
- Los sensores
- Los actuadores
- El Computador (opcional)

Figura 8 Diagrama operaciones



8.3.7.2. Direccionamiento de entrada/salida en los sistemas.

Debemos considerar que en la elaboración de este proyecto contamos con la creación de dos sistemas. La programación del microcontrolador Arduino Mega que se encuentra en la HMI.

Figura. Diagrama Flujo de proceso de Arduino mega



8.3.7.3. Cuadro de variables y diccionario de datos.

A continuación, detallamos las variables utilizadas para la programación. En la tabla 5.1 encontramos las variables utilizadas en Arduino, en la tabla 5.2 encontramos el diccionario de datos de la base de datos Invernadero y en la tabla 5.3 describimos las variables del programa Invernadero, desarrollado en entorno web. Cabe destacar que existe un diagrama de Entidad-Relación.

8.3.8. Codificación y normalización.

A continuación, analizaremos los aspectos relacionados a la codificación y normalización del Sistema Invernadero y del controlador de la HMI.

8.3.8.1. DISEÑO DE INTERFACES Y CODIFICACIÓN DEL SISTEMA INVERNADERO INTELIGENTE.

El lenguaje de programación utilizado para el desarrollo del sistema Invernadero es c++, que es un lenguaje de programación orientado a objetos, el ambiente web es programado en html5 el cual es sencillo, y que ofrece una interfaz agradable. Dicho programa se utiliza opcionalmente para obtener un historial de los datos captados por los sensores y observar el comportamiento de los actuadores; al mismo tiempo, podemos manipular los valores del set point de la placa Arduino Mega desde este programa.

En el manual del usuario, el cual esta anexa al informe final se verá a detalle el diseño del formulario principal y su funcionamiento.

CONCLUSIONES

Se logró más del 50% de los objetivos propuestos, debido a las dificultades presentadas durante la ejecución del proyecto. Sin embargo, la institución queda con un insumo importante documental para que otros integrantes del grupo de investigación realicen el montaje conforme a los diagramas y el apoyo por parte del ingeniero electrónico que pueda contratarse.

Fue construido en materiales primarios la estructura arquitectónica del invernadero inteligente.

El software entregado cumple con todas las funcionalidades y condiciones establecidas por el grupo para el control de todos los sensores y el circuito electrónico.

El montaje a completitud del invernadero en el jardín botánico para el Instituto Tecnológico del Putumayo, representaría un insumo importante para adelantar a partir de la observación directa y ajuste de los parámetros del sistema, investigaciones de tipo científico que permitan encontrar formas de mejorar un cultivo en menos tiempo y de mejor calidad. Incluso cultivos que no son propios de la región, ya que el microclima del invernadero permitiría simular los climas y condiciones que requieren dichos cultivos extranjeros.

RECOMENDACIONES

Al Instituto Tecnológico del Putumayo, no dejar el proyecto en este estado, por cuanto su utilidad es de gran importancia investigativa (I+D+I) en cuanto a los procesos productivos de la región.

Al grupo de investigación VirtuaLab aunar esfuerzos para que la institución termine de financiar el proyecto y se adquieran los elementos faltantes.