

Sistema de Control automático para un invernadero, de forma remota utilizando una aplicación móvil

Trabajo Terminal No. 2015-B027

Alumnos: Moreno Salinas Jessica, Altamirano García Eduardo

Directores: M. en C. Jorge Ferrer Tenorio, Dra. Blanca Esther Carvajal Gámez

e-mail: jess.m.s77@gmail.com

Resumen – El poder contribuir a la preservación del medio ambiente resulta indispensable, hoy en día debido a que cada vez son menores las áreas verdes y las áreas de cultivo también se vuelven menos productivas. En este trabajo terminal se propone desarrollar un invernadero que colabore en proteger el proceso de crecimiento del cultivo de algunas especies, por lo cual para hacerlo de una manera más eficiente, se propone desarrollar un sistema que controle de manera difusa las variables de temperatura, humedad y ventilación que serán censadas con ayuda de un micro controlador para la transmisión de datos dentro del invernadero, el cual enviará y recibirá la información para el monitoreo y control de las variables de temperatura, de la humedad y de la ventilación mediante una computadora y también desde una aplicación para dispositivos móviles.

Palabras clave – Aplicación móvil, Administración, Control difuso, Censado,

1. Introducción

Hoy en día los invernaderos se están ocupando mucho en la agricultura para sembrar algunas especies de vegetales, frutos así como algunas plantas, los cuales son elementos básicos en la alimentación de las personas tanto en zonas rurales como en urbanas, la función del invernadero en la producción agrícola se fundamenta en que se pueden mantener productos fuera de temporada, lo cual provoca una mayor producción para una demanda fuerte proveniente de ciudades altamente pobladas como la Ciudad de México.

Además, una de las ventajas del invernadero es que pueden ser usadas en comunidades para beneficio de las mismas que no tienen cerca recursos para comprar alimentos y no es necesario tener grandes conocimientos de jardinería y botánica para poder mantenerlo en uso. Un problema de los invernaderos son los conflictos que provocan al medio donde vivimos; ya que se utilizan diferentes tipos de químicos como los son: fertilizantes, abonos etc.

También causan una gran erosión en el pedazo de tierra donde se trabaja con los invernaderos, sin embargo la automatización de invernaderos es muy reducida, los pocos proyectos de automatización han llevado a procesos más eficientes, y es así como se ha decidido implementar un sistema de control el cual deberá ser flexible, de fácil instalación, escalable y con una buena relación costo beneficio. La necesidad de un invernadero automatizado depende de varios factores, de ser un invernadero común, las necesidades son las usuales de mantener el cultivo en un entorno favorable, pero al hablar de automatización, agregamos unos aspectos más que proporcionan mayores beneficios y la posibilidad de ahorrar el tiempo que se podría tomar cuidando manualmente un cultivo. Para esto vamos a plantear el problema dividiéndolo, primeramente, a nivel global, en el cultivo y en la automatización para conocer más a fondo las necesidades que deben cubrirse empleando nuestra propuesta.

En la actualidad son numerosos los sistemas de automatización que existen para controlar los parámetros climáticos de los invernaderos. Estos sistemas se basan en el empleo de una PC central a la que se conectan un conjunto de sensores que recogen las variaciones de los distintos parámetros, respecto a unos valores programados inicialmente, se trata de una pequeña estación meteorológica para un invernadero que registra valores de temperatura exterior e interiores, humedad relativa, velocidad del viento[1].

Los sensores automatizados se distribuyen en diferentes zonas conectados a una central, logrando funcionar cada uno de manera autónoma. En el controlador central se recoge la información esperada por los sensores en donde se coordinan las actividades y se envían las órdenes de los distintos sectores [2].

Para gestionar el control integral del invernadero se desarrollará una aplicación que en conjunto con los sensores se encarga de monitorear el estado de invernadero así como de controlar el funcionamiento global del mismo, gestionar las alarmas, generar

históricos, entre otros [3]. Además la computadora donde se ejecute la aplicación funcionará como servidor, permitiendo la monitorización y control de las variables del invernadero desde cualquier computadora conectado a internet [4].

La implementación de sistemas automáticos cada vez es más común en estos días, además de ser más asumibles a comparación de los métodos rudimentarios de control utilizados en invernaderos caseros convencionales u empresas dedicadas al cultivo por medio de invernaderos, utilizando métodos automáticos en micro controladores, los cuales con base en la información proporcionada por sensores externos pueden realizar el control en el ambiente de un invernadero, existen muchas variables importantes que deben ser monitoreadas y controladas de modo que serán administradas sus funciones dentro del proceso de desarrollo de las especies en el invernadero según esta lo requiera para poder obtener un crecimiento de calidad en los cultivos. Además se desarrollará una interfaz con el usuario en el cual se puede visualizar las variables a ser controladas y se puede ingresar los parámetros de control [6].

También existe la posibilidad de implementar el sistema de control a los invernaderos actuales ya existentes adaptándolo al tamaño del mismo, así como en la forma, para mejorar de forma razonable su productividad y darle un uso más extendido al simple uso casero, el control es una parte esencial en el invernadero, ya que con el podemos lograr el comportamiento deseado de las partes automatizadas que usamos. Éste control puede ser realimentado o anticipatorio, en lazo abierto o cerrado, también permite la exploración de posibles comportamientos en presencia de incertidumbre, ruido, y fallas de componentes. [7].

Cada vez es más habitual usar computadoras o laptops en casa, en el del trabajo, etc. También es más frecuente que las necesidades de control y acceso a dichos equipos se incrementen, pues nos hemos acostumbrado rápidamente a acceder a la información en todo momento, en todo lugar y casi desde cualquier dispositivo. En este sentido, es muy habitual escoger los archivos que vamos a necesitar y grabarlos en memoria.

Junto a la posibilidad de consultar archivos remotos, se está popularizando la vertiente de control y supervisión de las herramientas que ocupan, de modo que sea posible monitorizar lo que se está haciendo en otro equipo para establecer, por ejemplo, nuevos mecanismos de control.

Pero sus aplicaciones prácticas no acaban ahí, es posible asumir otras muchas tareas diversas, esta operación de conectarse a una red desde un punto ajeno a dicha red, se refiere a conexión de largo alcance (remoto) [8].

Actualmente el control automático de procesos se usa fundamentalmente porque reduce el costo de algunos procesos, por lo cual hay muchas ganancias intangibles, como por ejemplo; la eliminación de mano de obra pasiva, la cual provoca una demanda equivalente de trabajo especializado. La eliminación de errores es otra contribución positiva del uso del control automático.

El control automático es el mantenimiento de un valor deseado dentro de una cantidad o condición, midiendo el valor existente, comparándolo con el valor deseado, y utilizando la diferencia para proceder a reducirla.

Recordemos que un invernadero es una construcción de estructura metálica, usada para el cultivo y/o protección de plantas, que tiene por objetivo reproducir o simular las condiciones climáticas más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas establecidas en su interior, los invernaderos pueden contar con un cerramiento total de plástico en la parte superior y malla en los laterales, como podemos observar en la imagen 1 que existen varios tipos de invernaderos, los cuales pueden clasificarse por sus diferentes criterios (por ej., materiales para la construcción, tipo de material de cobertura característica, etc.). [1].



Imagen 1.- Tipos de Invernaderos

En la tabla 1 podemos observar los invernaderos básicos que existen y una breve descripción de su estructura, de sus ventajas y desventajas de cada uno de ellos. [1].

TIPOS	DEFINICIÓN	VENTAJAS/DESVENTAJAS
PLANO O TIPO PARRAL	La estructura de estos invernaderos se encuentra constituida por dos partes, una estructura vertical y otra horizontal.	<ul style="list-style-type: none"> • Ventajas: Económico, adaptación a los terrenos, resistencia D3al viento, aprovechamiento de agua. • Desventajas: Poco volumen de aire, rápido envejecimiento, no aconsejable en lugares lluviosos, dificultad en cultivo, fragilidad.
RASPA Y AMAGADO	Su estructura es muy similar al tipo parral pero varía la forma de la cubierta. Se aumenta la altura máxima del invernadero en la cumbre, formando lo que se conoce como raspa.	<ul style="list-style-type: none"> • Ventajas: Economía, buen volumen, inercia térmica, poca humedad, ventilación. • Desventajas: Diferencias de luminosidad, no aprovecha las aguas pluviales, se dificulta cambio de plástico
ASIMÉTRICO	Aumento de la superficie en la cara expuesta al sur, con objeto de aumentar su capacidad de captación de la radiación solar.	<ul style="list-style-type: none"> • Ventajas: Aprovechamiento de la luz, económico, buena ventilación, inercia térmica. • Desventajas: no aprovecha el agua, pérdidas de calor, se dificulta el cambio de plástico
CAPILLA	Tiene la techumbre formando uno o dos planos inclinados, según sea a un agua o a dos aguas.	<ul style="list-style-type: none"> • Ventajas: Fácil construcción, facilidades para la evacuación del agua • Desventajas: A veces se dificulta la ventilación.

Tabla 1.- Tipos de Invernaderos

A continuación se muestran algunos sistemas similares que se han desarrollado en la ESCOM y en el mercado (Tabla 2).

Podemos observar en la Tabla 2 que la comparativa que existe en cuanto al sistema propuesto "ISSCOM" son muchas las ventajas que ofrece en comparación con algunos sistemas ya realizados, una de estas grandes ventajas es la implementación de una aplicación móvil el cual ninguno de los otros sistemas desarrollados cuenta, esto ayudara en futuro en la mejora de la productividad en una empresa con invernaderos industriales(mucho más completos y modernizados), o a la hidropónica, mejorará las condiciones de trabajo del personal, esto simplificará el mantenimiento del sistema, se obtendrá así una reducción de costos, ya que se pretende reducir el tiempo y dinero dedicado al mantenimiento ,se mejorará la seguridad de las instalaciones correspondiendo igualmente a cada tipo de flora o vegetación que habitará en él invernadero con ayuda de nuestra aplicación móvil.

Proyecto	Descripción	Aplicación móvil	Automático	Control remoto	Ecológico
Sistemas de Riesgos por Goteo SRG (ESCOM-IPN) ID-Trabajo: R0192	Sistema que interactúe con el usuario mediante una GUI proporcionándole información representativa del sistema de riego por goteo	No	Si	No	Si
Sistema para el control de un invernadero automatizado mediante realidad virtual: SINCOIN-RV(ESCOM-IPN) ID-Trabajo: 20050862	Desarrollar un sistema que permita a un usuario el control y supervisión de riego y del clima de un invernadero de forma remota	No	Si	Si	Si
ID-Trabajo: 20050862 Sistema de Monitoreo en un Invernadero(ESCOM-IPN) ID-Trabajo: 20050934	Sistema de monitoreo de un invernadero	No	Si	No	Si
SAIN: Sistema para la administración de un invernadero (ESCOM-IPN) ID-Trabajo: 20060096	Sistema que sirva al agricultor como herramienta para el control de la humedad y temperatura de un invernadero que manera remota a través de internet	No	Si	Si	Si
ARGUS: Sistemas de automatización para entornos de ingeniería	Sistema que cuenta con una red de módulos de hardware y aplicaciones de software especializado diseñado para proveer completa vigilancia y equipo de automatización en un invernadero	No	Si	Si	Si
<u>ISSCOM</u>	Sistema de control sustentable e automático para la invernadero para, controlar de forma remota utilizando una aplicación móvil	Si	Si	Si	Si

Tabla 2.- Comparativa de Sistemas ya existentes

2. Objetivo General

Implementar un sistema de control para un invernadero monitoreado y controlado por medio de una aplicación móvil, es decir la automatización de las variables del cuidado fundamental para el cultivo en casi de ser flores, verduras, frutas hasta árboles, mediante el uso de sensores, un micro controlador y un dispositivo móvil, a fin de obtener un manejo sencillo.

2.1 Objetivos particulares

- Diseñar un invernadero adecuado sus necesidades específicas que así lo requiera las especies, así como también que sea rentable
- Automatizar el invernadero de modo que sea fácil de controlar las variables de temperatura, humedad, generar el riego de los cultivos automáticamente cuando estos lo necesiten.
- Ventilar los cultivos automáticamente cuando la temperatura dentro del invernadero sea inadecuada para el tipo de cultivo que se aloje dentro de él.
- Conexión por internet
- Implementar un módulo para la gestión de las alarmas de forma remota
- Energizar los circuitos electrónicos por medio de la captación de energía solar, esto con el fin de que sea un invernadero ecológico y no tenga repercusiones negativas al medio ambiente.

3. Justificación

Actualmente se han desarrollado en el Instituto Politécnico Nacional invernaderos, esto debido su importancia ya que permiten el cultivo de hortalizas en casi cualquier lugar, además de mejorar la posibilidades de supervivencias de cualquier especie, también se han desarrollado invernaderos que cuentan con sistemas automatizados o de control remoto, sin embargo estos invernaderos solo cuentan con algunas de estas características sin mencionar que no cuentan con una aplicación móvil.

Para mejorar el proceso de monitoreo y control de un invernadero, se realizará un sistema para aumentar la efectividad de la producción, teniendo el control de la temperatura, humedad y ventilación, por medio de sensores capaces de detectar estas variables, los cuales se procesarán para obtener el estado climático del invernadero, y posteriormente controlar actuadores para regular el nivel de humedad, la temperatura general y la temperatura en la atmósfera, generando ambientes que sean benéficos, proporcionando un ambiente más idóneo para el cultivo [7]. Reduciendo también el tiempo dedicado a cuidar las hortalizas ya que se podrá monitorear y controlar el sistema a través de un dispositivo móvil, ésta será una herramienta que contribuirá en mejorar el proceso del cultivo, es por esto que se decidió hacer una aplicación móvil ya que hoy en día es más accesible contar con un móvil y poder acceder a las aplicaciones del mismo [9].

4. Productos o Resultados esperados

- 1.-Sistema automatizado
- 2.- Manual de usuario.
- 3.- Prototipo de nuestro sistema.
- 4.- Aplicación Móvil (SO Android).

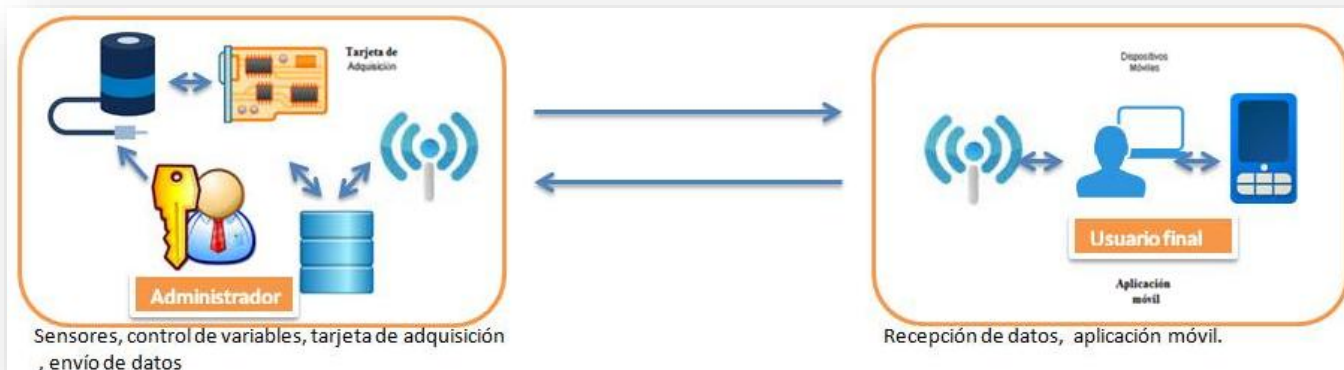


Figura 1:-Arquitectura del sistema.

Descripción del sistema:

Bloque 1-

Etapal: Variables climáticas.- Como propuesta del invernadero se tiene que se tendrán ciertas variables climáticas las cuales se analizaran y se controlarán mediante sensores:

- **Humedad:** El sensor medirá la humedad del invernadero esto es importante para evitar que sea excesiva, debemos de regar a primeras horas del día y suspender el riego en el caso de que sea demasiado bajo, vaporizando las plantas de forma periódica enviando los datos correspondientes que harán que se active el sistema de riego para elevar la humedad o suspender el sistema de riego.
- **Temperatura:** Para el manejo de la temperatura es importante conocer las necesidades y limitaciones de la especie cultivada. Así mismo se deben aclarar los siguientes conceptos de temperaturas, que indican los valores, el objetivo a tener en cuenta para el buen funcionamiento del cultivo y sus limitaciones:
 - ✓ Temperatura mínima letal. Aquella por debajo de la cual se producen daños en la planta.
 - ✓ Temperaturas máximas y mínimas biológicas. Indican valores, por encima o por debajo respectivamente del cual, no es posible que la planta alcance una determinada fase vegetativa, como floración, fructificación, etc.
 - ✓ Temperaturas nocturnas y diurnas. Indican los valores aconsejados para un correcto desarrollo de la planta.
 - ✓ La temperatura en el interior del invernadero, va a estar en función de la radiación solar, comprendida en una banda entre 200 y 4000 nm, la misión principal del invernadero será la de acumular calor durante las épocas invernales.
 - ✓ El calentamiento del invernadero se produce cuando el infrarrojo largo, procedente de la radiación que pasa a través del material de cubierta, se transforma en calor. Esta radiación es absorbida por las plantas, los materiales de la estructura y el suelo. Como consecuencia de esta absorción, éstos emiten radiación de longitud más larga que tras pasar por el obstáculo que representa la cubierta, se emite radiación hacia el exterior y hacia el interior, calentando el invernadero.

El calor se transmite en el interior del invernadero por irradiación, conducción, infiltración y por convección, tanto calentando como enfriando. La conducción es producida por el movimiento de calor a través de los materiales de cubierta del invernadero. La convección tiene lugar por el movimiento del calor por las plantas, el suelo y la estructura del invernadero. La infiltración se debe al intercambio de calor del interior del invernadero y el aire frío del exterior a través de las juntas de la estructura. La radiación, por el movimiento del calor a través del espacio transparente.

En general se medirá la temperatura ya que el exceso o disminución de temperatura causa daño en la morfología y en los distintos procesos fisiológicos de las plantas, como son la formación floral, la quemadura de hojas, la mala calidad del fruto,

El exceso de transpiración, el acortamiento de la vida del cultivo, la reducción de la fotosíntesis neta debido al exceso de respiración esto será enviara y controlara de acuerdo a las condiciones que se requieran [1], [3], [7].

Etapas 2 - Control Difuso:

Control mediante un algoritmo difuso y envío de datos con la tarjeta de derivación, se estará monitoreando los datos recibidos mediante (BT) de sensores de ambientación (Ver Figura 2).

- **Ventilación:** El ambiente adecuado de ventilación en el invernadero esto va a ser operado de forma automática, por decisión del programa controlador de acuerdo a las condiciones que se encuentre [7].
- **Sistema de Riego-Control del Invernadero:** El riego es importante porque tanto el exceso como la disminución de agua en el suelo durante un tiempo prolongado, restringe el crecimiento de las plantas, se debe aplicar al suelo una cantidad de agua, en forma oportuna y uniforme que satisfaga el requerimiento hídrico de los cultivos, con un criterio conservacionista de los recursos y el sistema de riego será programado por tiempo determinado. La irrigación incrementa la evaporización de la superficie del suelo, de ese modo reduce la temperatura. Los sensores y el sistema de riego trabajan en conjunto para disminuir la temperatura por medio de este método. Se debe de regar por las mañanas para minimizar la condensación, ya que esto podría ser una causa de enfermedades y en épocas de fríos se reducirá el riego. Los sensores coordinarán con el sistema de riego para reducir el tiempo de operación [10].

Los objetivos que si fijaron haciendo uso del control son:

- -Garantizar la estabilidad y ser robusto frente a perturbaciones.
- -Ser tan eficiente como sea posible, evitando comportamientos bruscos e irreales.
- -Ser de fácil implementación y cómodo de operar con ayuda de un dispositivo móvil.

Los elementos básicos que forman nuestro sistema de control son:

- Sensores: permiten conocer los valores de las variables medidas del sistema.
- Controlador: utilizando los valores de entrada y la respuesta obtenida, determina la acción que debe aplicarse para modificar las variables de control en base a la salida deseada.
- Actuador: es el mecanismo que ejecuta la acción calculada por el controlador y que modifica las variables de control.

Descripción del Diagrama a Bloques:

Componentes del Control Lógico Difuso (Figura 2.- Diagrama a bloques del sistema difuso)

Variables del dominio:

- Variables "de estado": describen las entradas del sistema: Sensor de Humedad, Sensor de Temperatura y ventilación.
- Variables "de control": describen las salidas del sistema

Fusificación:

La fusificación de las entradas será el proceso por el cual se calcula su grado de pertenencia a uno o varios de los conjuntos difusos en que se divide el rango de valores posibles para dicha entrada.

Definimos los términos lingüísticos que estarán vinculados a cada variable y su respectiva definición

-Definimos las "particiones difusas" de cada variable (etiquetas lingüísticas)

Variables de estado

- Temperatura: Se asumen 5 etiquetas lingüísticas: muy baja (MB), baja (B), normal (N), alta(A), muy alta (MA)
- Humedad: Se asumen 5 etiquetas lingüísticas: muy baja (MB), baja (B), normal (N), alta(A), muy alta (MA)

Variables de control

- Temperatura: Se asumen 7 etiquetas lingüísticas: bajada grande (BG), bajada normal (BN), bajada pequeña (BP), mantener (M), subida pequeña (SP), subida normal (SN),subida grande (SG)

Evaluación de las reglas de control (creamos la representación simbólica)

En esta etapa se debe establecer una serie de reglas de la forma SI - ENTONCES para indicar la acción a realizar en función del conjunto al que pertenece la entrada al sistema .Hacemos uso de las FAM (Fuzzy Association Matrix).

- Se creara una FAM para cada variable “de control”, vinculando las posibles combinaciones de las variables “de estado”.

DEFUSIFICACIÓN

La defusificación de las salidas consiste en obtener un valor numérico para cada una de las salidas del sistema a partir de los conjuntos difusos a los que pertenecen [4].

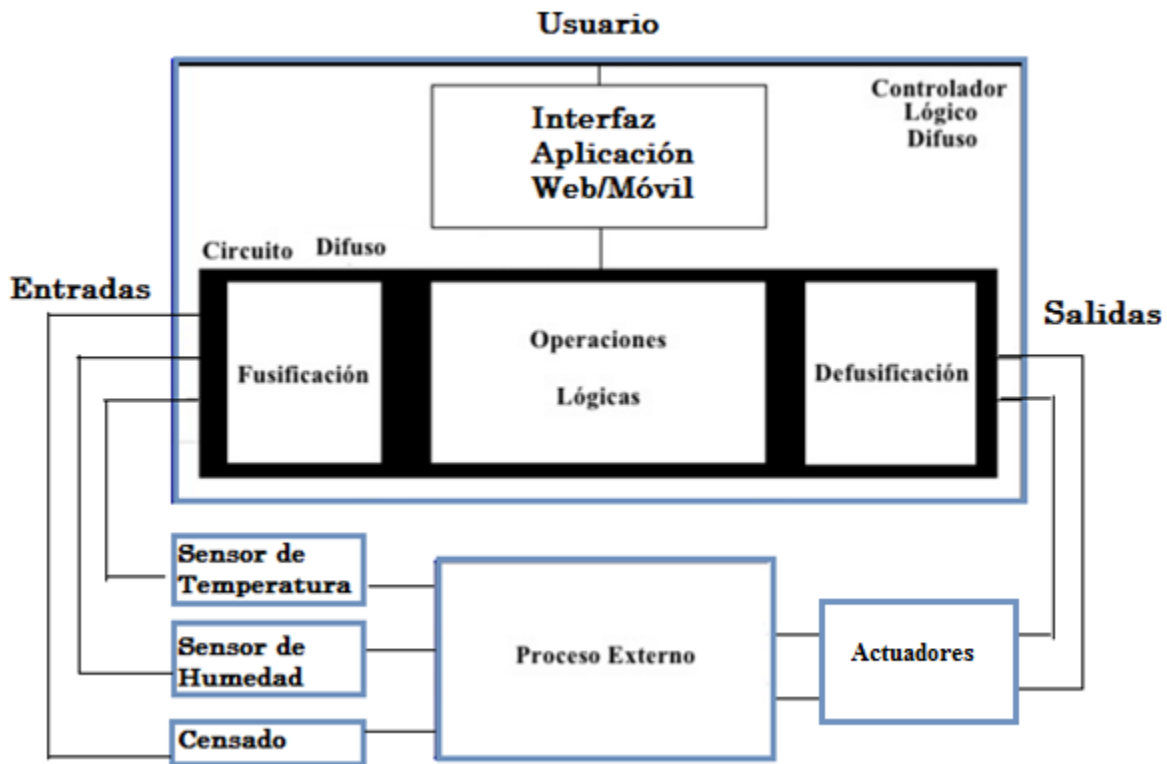


Figura 2.-Diagrama a bloques del Sistema Difuso

Bloque 2.- En este bloque se recibirán los datos proporcionados por la tarjeta de adquisición y se implementara una aplicación móvil que enviará el estado actual y posibles riesgos del invernadero [4], [5], [8].

5. Metodología

Modelo de prototipos: El modelo de prototipos permite que todo el sistema, o algunos de sus partes, se construyan rápidamente para comprender con facilidad y aclarar ciertos aspectos en los que se aseguren que el desarrollador, el usuario, el cliente estén de acuerdo en lo que se necesita así como también la solución que se propone para dicha necesidad y de esta forma minimizar el riesgo y la incertidumbre en el desarrollo, este modelo se encarga del desarrollo de diseños para que estos sean analizados y prescindir de ellos a medida que se adhieran nuevas especificaciones, es ideal para medir el alcance del producto, pero no se asegura su uso real. Este modelo principalmente se lo aplica cuando un cliente define un conjunto de objetivos generales para el software a desarrollarse sin delimitar detalladamente los requisitos de entrada procesamiento y salida, es decir cuando el responsable no está seguro de la eficacia de un algoritmo, de la adaptabilidad del sistema o de la forma en que interactúa el hombre y la máquina. Este modelo se encarga principalmente de ayudar al ingeniero de sistemas y al cliente a entender de mejor manera cuál será el resultado de la construcción cuando los requisitos estén satisfechos.

El Modelo de construcción de prototipos que pertenece a los modelos de desarrollo evolutivo, El prototipo debe ser construido en poco tiempo, usando los programas y hardware adecuados, y no se debe utilizar muchos recursos pues a partir de que éste sea aprobado podemos iniciar el verdadero desarrollo[10].

El paradigma de construcción de prototipos tiene tres pasos:

Escuchar al cliente. Recolección de requisitos. Se encuentran y definen los objetivos globales, se identifican los requisitos conocidos y las áreas donde es obligatorio más definición.

Construir y revisar la maqueta (prototipo).

El cliente prueba la maqueta (prototipo) y lo utiliza para refinar los requisitos del software.

- ✓ Este modelo es útil cuando: El cliente no identifica los requisitos detallados. El responsable del desarrollo no está seguro de la eficiencia de un algoritmo, sistema operativo o de la interface hombre-máquina [11].

Etapas:

- Comunicación
- Plan rápido
- Modelado, diseño rápido
- Construcción del Prototipo
- Desarrollo, entrega y retroalimentación

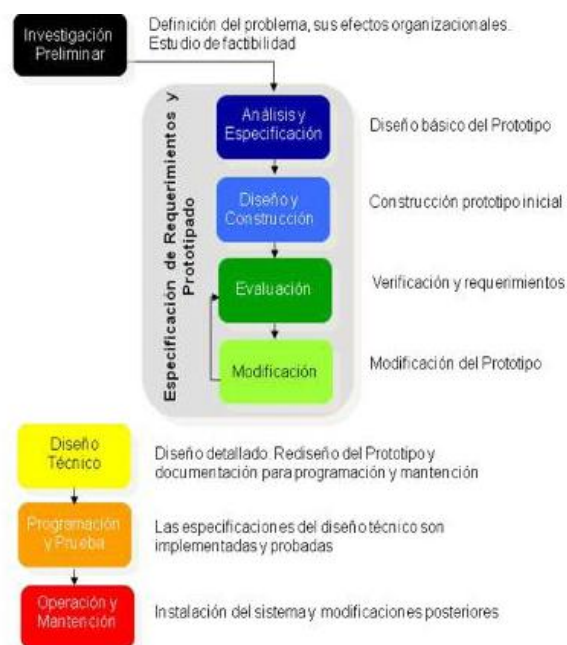


Figura 3.-Etapas del Modelo de prototipo

Ventajas

- Este modelo es útil cuando no se conoce los objetivos generales para el proyecto, pero no identifica los requisitos detallados de entrada, procesamiento o salida.
- También ofrece un mejor enfoque cuando el responsable del desarrollo del software está inseguro de la eficacia de un algoritmo, de la adaptabilidad de un sistema operativo o de la forma que debería tomar la interacción humano-máquina. La construcción de prototipos se puede utilizar como un modelo del proceso independiente, se emplea más comúnmente como una técnica susceptible de implementarse dentro del contexto de cualquiera de los modelos del proceso expuestos.
- Este modelo es útil cuando el cliente conoce los objetivos generales para el software, pero no identifica los requisitos detallados de entrada, procesamiento o salida. También ofrece un mejor enfoque cuando el responsable del desarrollo del software está inseguro de la eficacia de un algoritmo, de la adaptabilidad de un sistema operativo o de la forma que debería tomar la interacción humano-máquina [11].

Inconvenientes

A causa de la intención de crear un prototipo de forma rápida, se suelen desatender aspectos importantes, tales como la calidad y el mantenimiento a largo plazo, lo que obliga en la mayor parte de los casos a construirlo una vez que el prototipo ha cumplido su función.

Ciclo de Vida de un Sistema basado en Prototipo.

Una maqueta o prototipo de pantallas muestra la interfaz de la aplicación, su cara externa, pero dicha interfaz está fija, estática, no procesa datos. El prototipo no tiene desarrollada una lógica interna, sólo muestra las pantallas por las que irá pasando la futura aplicación.

Por su parte, el prototipo funcional evolutivo desarrolla un comportamiento que satisface los requisitos y necesidades que se han entendido claramente. Realiza, por tanto, un un proceso real de datos, para contrastarlo con el usuario. Se va modificando y desarrollando sobre la marcha, según las apreciaciones del cliente. Esto ralentiza el proceso de desarrollo y disminuye la fiabilidad, puesto que el software está constantemente variando, pero, a la larga, genera un producto más seguro, en cuanto a la satisfacción de las necesidades del cliente.

Cuando un prototipo se desarrolla con el sólo propósito de precisar mejor las necesidades del cliente y después no se va a aprovechar ni total ni parcialmente en la implementación del sistema final se habla de un prototipo desechable.

Para que la construcción de prototipos sea posible se debe contar con la participación activa del cliente [11].

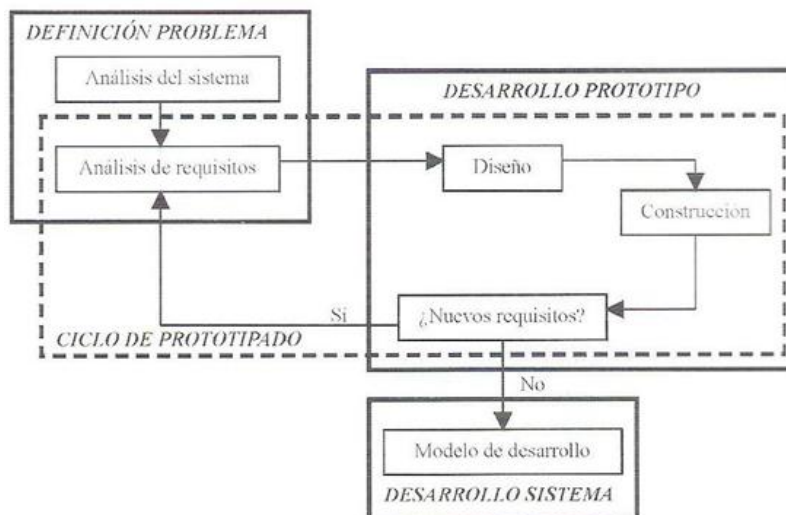


Figura 4.- Ciclo de Vida del prototipo

6. Cronograma

El proyecto se conforma de “número de iteraciones” iteraciones bajo la metodología modelo por prototipos.

La primera fase consiste en elegir los elementos a utilizar para conectar el micro controlador o los sensores y obtener resultados en la computadora, esto con el fin de verificar los datos antes de enviarlos al dispositivo móvil.

La última fase es la más importante ya que en ella desarrollamos la que será la interfaz de usuario con sus respectivos gráficos

7. Referencias

- [1] Benjamin C. Kuo. “Sistemas de Control Automatico”. 7ma Edición Prentice-Hall Editorial. 1996
- [2] Bonifacio Martín del Brio, Alfredo Sanz Molina. “Redes neuronales y sistemas difusos”. 2º Edición. RA-MA Editorial. 2002
- [3] SAGARPA, Manual de manejo sustentable del cultivo de jitomate en invernadero, SAGARPA, 2013.
- [4] Enrique Amodeo. “Principios de Diseño de API’s REST”. 1ª Edición. Leanpub Editorial. 2013.
- [5] Neil Palmer. “Las TIC para la recopilación de datos, el monitoreo y la evaluación”. En el 3er foro las TIC en la agricultura.2004.
- [6] J. R. Alvarado,M. F. Beltrán, A.M. Mateus, “Viabilidad de producción bajo invernadero (Cucumis sativus L.) Híbrido cumlaude RZ-F1 en la vereda Cascadas del municipio de Susa, Cundinamarca”, M.S. thesis, Dep. De Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Chiquinquirá, 2014.
- [7] C. Colombini,E. Forgan, E. Martin, Invernadero automatizado, 1a ed., Buenos Aires : Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación - Instituto Nacional de Educación Tecnológica, 2005.
- [8] Sergio G. Nava, Lourdes S. Guerrero. Servicios WEB. CAPACINET . 2004.
- [9] L.Gaete , Manual de Diseño de Sistemas de Riego Tecnificado ,Universidad de Talca, 2001.
- [10] SHARI LAWRENCE PFLEEGER. “INGENIERIA DEL SOFTWARE”. 7ma Edición Prentice-Hall Editorial.2002
- [11] Jorge Lorenzo Vásquez Padilla. “Libro científico: Investigaciones en tecnologías de información informática y computación”. Dust Jacket Hardcover,2014

8. Alumnos y Directores

Moreno Salinas Jessica- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Boleta:2011630210 , Tel.:55 14316948 , email: jess.m.s77@gmail.com

Firma:_____

Altamirano García Eduardo- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Boleta:2011630321 , Tel.:55 54145405 , email: ealtamirano0991@gmail.com

Firma:_____

Ferrer Tenorio Jorge, M en C. Estudios Latinoamericanos por parte de la UNAM- FFL Jefe del Departamento de Servicios Estudiantiles de la ESCOM
email jorgeferrert@gmail.com

Firma:_____

Carvajal Gámez Blanca Esther, Dra. En comunicaciones y electrónica por parte de ESIME-Culhuacán. M. en C. en Ingeniería de Telecomunicaciones por parte de ESIME-Zacatenco. Actualmente pertenece al núcleo básico de la SEPI- ESCOM
email: becgamez@yahoo.com.mx

Firma:_____

CARÁCTER: Confidencial
FUNDAMENTO LEGAL: Art. 3, fracc. II, Art. 18, fracc. II y Art. 21, lineamiento 32, fracc. XVII de la L.F.T.A.I.P.G.
PARTES CONFIDENCIALES: No. de boleta y Teléfono.

Cronograma correspondiente al bloque 1

Nombre del alumno(a): Moreno Salinas Jessica

TT No.: 2015-B027

Título del TT: Sistema de Control automático para un invernadero, de forma remota utilizando una aplicación móvil

Actividad	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Análisis y caracterización de las posibles muestras de vegetación										
Análisis y caracterización de los sensores de humedad y temperatura										
Diseño de los sensores de humedad y temperatura										
Diseño, Implementación y pruebas de los sensores de humedad y temperatura										
Diseño de la estructura base del invernadero										
Análisis y selección de las tarjetas de adquisición										
Diseño, implementación y pruebas de la tarjeta de adquisición										
Generación del Manual de Usuario.										
Generación el Reporte Técnico.										
Evaluación de TT I.										
Pruebas del primer Prototipo										
Adecuación de fallos										
Evaluación del primer Prototipo										
Generación del prototipo x										
Evaluación del prototipo x										

Validación de resultados										
Acoplamiento entre software y hardware										
Presentar los resultados en congresos.										
Evaluación de TT II.										

Cronograma correspondiente al bloque 2

Nombre del alumno(a): Eduardo Altamirano García

TT No.: 2015-B027

Título del TT Sistema de Control automático para un invernadero, de forma remota utilizando una aplicación móvil

Actividad	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Análisis y selección de tecnologías web										
Análisis y selección de tecnologías móviles										
Diseño, implementación y pruebas de la página web										
Diseño, implementación y pruebas de la aplicación móvil										
Análisis y selección del servidor										
Diseño, implementación y pruebas del servidor										
Generación del Manual de Usuario.										
Generación el Reporte Técnico.										
Evaluación de TT I.										
Evaluación del primer Prototipo										
Pruebas del primer Prototipo										
Adecuación de fallos										
Generación del prototipo x										
Evaluación del prototipo x										
Acoplamiento entre software y hardware										
Validación de resultados										
Presentar los resultados en congresos.										
Evaluación de TT II.										