



Automatización de un sistema de germinación para plántula

Martínez Romero Jaime Uriel, Pérez Lugo David Israel, Otamendi Velázquez César Ander, Hernández Ciprés Isaias Israel

CECyT 2 MIGUEL BERNARD

ARTICLE INFO

Received: August 15, 2019

Accepted: September 20, 2019

Available on-line: June 6, 2020

Keywords: Germinador, automatización, temperatura, humedad.

E-mail addresses:

israel_cipres@hotmail.com

urielmartinez.339@gmail.com

cesarotamendivelazquez@gmail.com

daispl@yahoo.com

ISSN 2007-9842

© 2019 Institute of Science Education.

All rights reserved

ABSTRACT

Climate change occurring around the world, has distorted the dates of the crops of farmers; this affected both, to cause loss entire crops mainly by Frost and excessive rain or heat.

It's for this reason that science and technology have created artificial systems with climatic conditions, as it's the case of the germination Chambers, promoting ease of grow all kinds of plants at any time of the year. It's so technology gives farmers greater income and consumers the feasibility of having no shortage of products. The Present research project is focused on the design and installation of an automated system of germination of Seedling (Chamber of germination) in CECyT No 2 of the IPN; the camera allows you to improve and accelerate the germinated seeds, getting a more uniform outbreak in trays where sowing takes place. The system achieves homogeneity, achieving a greater number of seeds germinated by tray, this is because the automated control of temperature and humidity of the Chamber; the lighting is also an important factor. The control and monitoring of the temperature and humidity will be automated to reduce the time of germination.

Resumen

El cambio climático que ocurre a nivel mundial, ha distorsionado las fechas de los cultivos de los agricultores; esto afectado tanto, hasta provocar pérdidas enteras de cosechas principalmente por heladas y exceso de lluvia o calor.

Es por ello que la ciencia y la tecnología han creado sistemas artificiales con las condiciones climáticas, como es el caso de las cámaras de germinación, promoviendo la facilidad de cultivar todo tipo de plantas en cualquier tiempo del año. Es así que la tecnología le otorga al agricultor mayores ingresos económicos y a los consumidores la factibilidad de no tener escasez de productos. El presente Proyecto de Investigación está enfocado al diseño e instalación de un sistema automatizado de germinación de plántula (cámara de germinación) en el CECyT No 2 del IPN; la cámara permite mejorar y acelerar el germinado de semillas, consiguiendo un brote más uniforme en las bandejas donde se realiza la siembra. Con el sistema se consigue homogeneidad, logrando un mayor número de semillas germinadas por bandeja, esto se debe al control automatizado de temperatura y humedad de la cámara; la iluminación también es un factor importante. El control y monitoreo de la temperatura y humedad será automatizado para reducir el tiempo de germinación.

INTRODUCCIÓN

La alimentación es la base de desarrollo de toda sociedad y economía en cualquier parte del planeta; es por ello, que distintos países en el mundo han buscado métodos de cultivo que permitan conseguir una mayor cantidad y calidad de

los alimentos. Por desgracia actualmente la humanidad afronta uno de sus mayores retos “la alimentación” debido a diferentes factores como son: crecimiento poblacional, el abandono del campo, el calentamiento global y la escasa tierra fértil causado por el fuerte grado de contaminación biológica, es lo que ha ocasionado la llamada crisis agroalimentaria.

Sin lugar a duda el Campo mexicano es uno de los sectores que presenta serios problemas debido a causas sociales, económicas, políticas y climáticas, este último de utilidad para el desarrollo de la investigación. Estos problemas han provocado una transformación radical de la población rural en México. Diferentes analistas, han comparado la situación que afectado de manera directa la producción agrícola nacional, de tal manera que actualmente más del 70% de las unidades de producción rural es atendido por pequeños productores, campesinos e indígenas de la pequeña propiedad (propietarios menores a cinco hectáreas). Por si esto fuera poco, la mayoría de su producción está enfocada en satisfacer las necesidades del autoconsumo.

Al profundizar en el tema de la seguridad y la soberanía alimentaria no podemos dejar de lado dos puntos que hasta hace algunos años no eran considerados de relevancia por agricultores y ganaderos: el calentamiento global y el cambio climático, ambos ligados a la producción tradicional y sus procesos.

En la actualidad la necesidad de tener cultivos de semillas en cualquier periodo del año, ha obligado, a que los agricultores se estén actualizando constantemente en este proceso, es por ello que se empieza a cultivar bajo invernaderos, en los cuales se realiza el proceso de germinación de las semillas que ha de producir, los procesos de germinación bajo invernaderos, no garantizan los procesos de germinación de las semillas, conllevando así a que el cultivo de esta manera contribuya a una pérdida sino parcial como total de la inversión.

Cabe señalar que la integración de tecnologías en los procesos de cultivos aumenta la calidad y la producción de las plantas, así como la eficiencia de los resultados disponibles para su producción. Siendo esto de gran importancia debido a la actual competencia que existe en el mercado nacional e internacional, así como por la exigencia de calidad por parte del agro consumidor. Las cámaras de germinación se utilizan para el cultivo de plantas de manera controlada, ya que, debido a los cambios climáticos, es muy importante controlar las altas temperaturas o el frío excesivo en los cultivos porque mediante un buen monitoreo, no sólo aumenta la seguridad del agricultor, también se incrementa la calidad y la producción, y con ello la rentabilidad.

El propósito de este proyecto de investigación es automatizar los mecanismos de enfriamiento y calefacción, a través de un sistema autónomo que permita monitorear la temperatura ambiente de una cámara de germinación.

El germinador automatizado representa el ahorro de tiempo, dinero y tiene un total control sobre todas las variables que son indispensables para las plantas, como la temperatura, la humedad. Y a su vez, da un incremento de la producción de cultivos.

En el presente proyecto de investigación, la cámara de germinación trabaja con una directriz domótica, la cual brinda la facilidad del diseño de circuitos electrónicos y eléctricos para el control de variables por medio de sensores, actuadores o tarjetas de adquisición de datos; a su vez, la plataforma de hardware libre como Arduino permite desarrollar prototipos escalables de control, combinando software y hardware con el propósito de dar el término automático, a una actividad cotidiana. En el trabajo de investigación se utiliza la tarjeta Arduino para adquirir las medidas de temperatura y humedad dentro de la cámara de germinación; mismos que serán los parámetros fundamentales para activar los actuadores necesarios de la cámara; ventilador, resistencia térmica, iluminación.

Arduino es la unidad de control lógico programable en la cámara de germinación y permite el funcionamiento y activación tanto de los sensores de medición, así como de los periféricos de salida; manipulan a través de la programación dentro de sus microprocesadores, la operatividad de la etapa de iluminación, ventilación y secado en el germinador.

Con esta propuesta se tiende a mejorar en forma sostenible los niveles de producción de plántulas para el fortalecimiento académico de los estudiantes, acortar los periodos vegetativos desde el punto de vista de producción, la ocupación e ingresos de los productores agrícolas y de sus familias. La práctica de las actividades agrícolas ha sido muy relevante a lo largo de su historia, tanto en el nivel local como en el contexto del país, ya que el estado cuenta con tierras y climas aptas para la producción de cultivos. La factibilidad de la implementación de la cámara de germinación es óptima en base al aspecto económico, técnico y operativo.

Objetivo general

- Implementar un sistema de germinación automatizado que permita mejorar y reducir el tiempo de germinación de producción de plántula.

Los objetivos específicos

- Determinar los parámetros climáticos más significativos para el desarrollo de un prototipo de agricultura de precisión con hardware libre.
- Controlar automáticamente la calefacción o enfriamiento del ambiente dentro de la cámara de germinación; dependiendo de las lecturas tomadas con un sensor de temperatura y humedad.
- Elaborar una cámara de germinación sin alterar los factores biológicos.
- Realizar pruebas experimentales de funcionamiento de la cámara de germinación con condiciones amigables al operador.
- Realizar pruebas experimentales de funcionamiento de la cámara de germinación con condiciones amigables al operador.

Metodología y diseño experimental

En el proyecto de investigación se utilizará el método científico experimental, el cual nos permitirá controlar las variables de temperatura y humedad para mejorar y reducir el tiempo de germinación como objeto del estudio, así también se utiliza investigación bibliográfica y documental ya que los temas se pueden investigar sobre las especificaciones técnicas.

Técnicas

La técnica que se utilizó es de medición, en la cual se realizarán pruebas con distintas semillas para la germinación mediante parámetros de temperatura y humedad.

Instrumentos

Se utilizarán instrumentos para la medición y recolección de datos en condiciones de control, así también los softwares como son solidwork para el diseño, Arduino para la programación del circuito de control.

Diseño de la Cámara de germinación

Para la construcción de la cámara de germinación es necesario analizar algunos parámetros como son el material para la estructura, el sistema electrónico y eléctrico, el control de temperatura y humedad y el principio de funcionamiento del proceso de germinación.

Las estructuras de los invernaderos deben reunir las condiciones siguientes:

- Deben ser ligeras y resistentes.
- De material económico y de fácil conservación.
- Susceptibles de poder ser ampliadas.
- Que ocupen de forma óptima la superficie.

- Adaptables y modificables a los materiales de cubierta.

Los principales materiales que se usan para un invernadero dividido por las partes del mismo según la página novedades agrícolas consultada son:

- En pilares, apoyos y refuerzos: madera, acero galvanizado, hierro y aluminio
- En correas y vigas: acero galvanizado, hierro y aluminio.
- Arcos: acero galvanizado o aluminio.
- En soportes o bases de cimentación: hormigón.
- En sujeción de la cubierta: alambre galvanizado o perfiles de acero galvanizado o aluminio, según el tipo de invernadero.
- Canales: en acero galvanizado o aluminio.
- Emparrillado: en acero galvanizado o aluminio y alambre galvanizado.

Altura recomendable del Invernadero

Se tienen varias experiencias en la construcción de invernaderos, la que ha dado mejores resultados es aquella que permite alcanzar 3 metros cúbicos por cada metro cuadrado de superficie. En estas condiciones se logra un mejor desarrollo de los cultivos altos como tomates y otros. Si bien se va a necesitar una mayor calefacción interior (en caso de necesitar), el calor se conservará por más tiempo.

Material para la estructura de la máquina

Los materiales elegidos para la construcción de la cámara de germinación se propone una estructura de 3x3x3 con cuatro postes de hierro galvanizado (Fig. 1), con una cubierta en forma de semicírculo el cual llevará una cubierta de polietileno de baja densidad. En el comercio se encuentran anchos de 6 a 12 metros. Es necesario considerar estas medidas al diseñar las estructuras. Polietileno. El más usado es de 0,15 a 0,20 milímetros de espesor, con tratamiento anti UV. Generalmente, dura dos temporadas y tiene una mayor resistencia a los climas adversos. En el caso de usar doble cubierta, la interior será de polietileno más delgado, de 0,06 milímetros., la estructura es de tipo comercial de los mismos materiales que se construyen los invernaderos de alta producción.

Figura (1), Vista tridimensional del invernadero

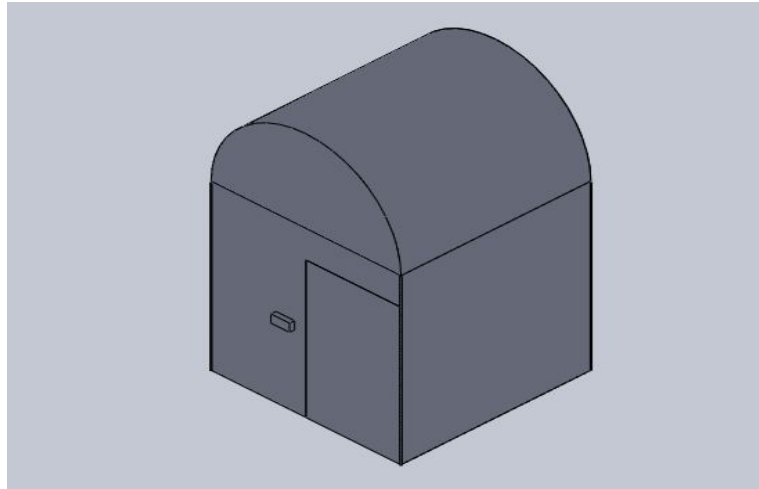
El material más utilizado para la estructura de los invernaderos es el hierro galvanizado.

Descripción	Ventaja	Desventaja
<i>Hierro galvanizado</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Vida útil de 30 a 40 años. - Alta resistencia al peso y puede ser fabricado fácilmente. - Barrera física, protección electroquímica y autocurado. - Ausencia de mantenimiento, fácil de pintar. 	<ul style="list-style-type: none"> - El costo es elevado frente al hierro no galvanizado. - La vida protectora de este recubrimiento esta principalmente determinada por su espesor y la severidad de las condiciones de exposición. El zinc se corroe en contacto con ácidos. - La superficie dañada, debido al transporte, cortes, etc., debe ser reparada con productos adecuados, de lo contrario provocará corrosión prematura en las zonas dañadas.

Realizado por : Miriam C. Marín

Diseño de la estructura

Figura (2), Vista tridimensional del invernadero

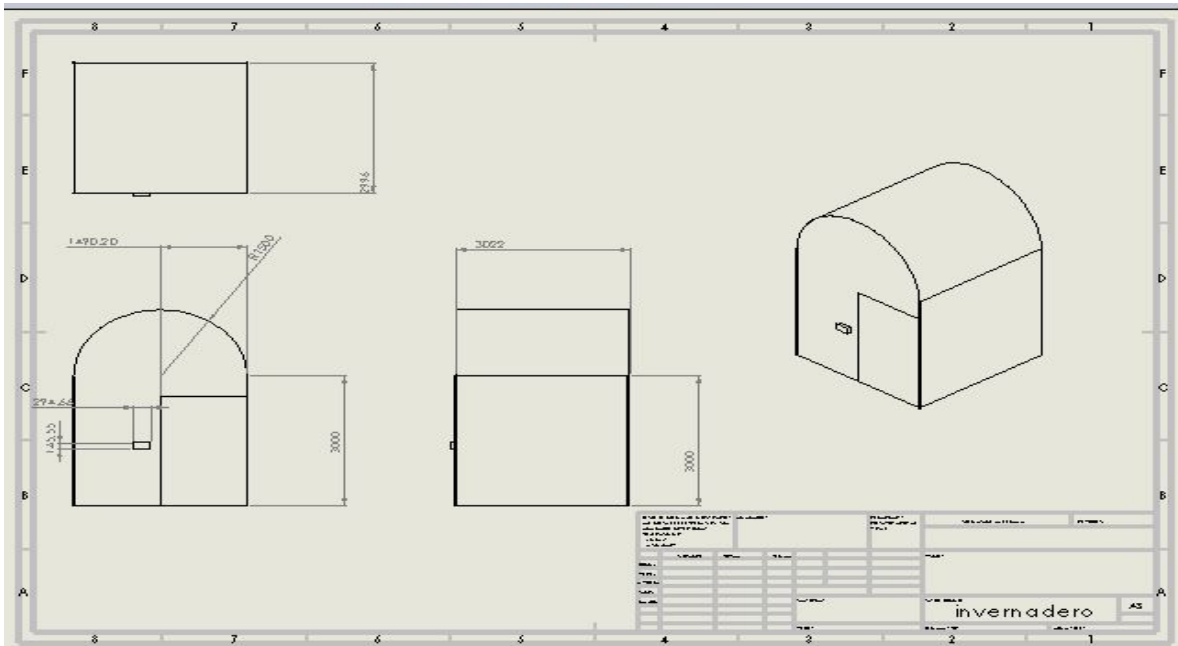


Realizado por : Creación propia

El diseño de la estructura del invernadero se basará en uno de tipo capilla o también denominado **multicapilla**, el cual se caracteriza por la forma de su cubierta formado por arcos curvos semicirculares y por su estructura totalmente metálica. (Fig. 2)

Este invernadero entra en la categoría de multitunel y fue elegido debido a que está pensado para **climas templados y fríos**, aunque la experiencia nos dice que con las modificaciones adecuadas se pueden adaptar a casi todo tipo de condiciones climáticas, como puede ser el reforzado de su estructura para climas más fríos, donde las cargas por nieve pueden ser un problema.

Figura (Fig. 3), Planos Invernadero



Realizado por : Creación propia

En el plano se puede apreciar que el área del invernadero es de 9 m^2 y con un techo semicircular con radio de 1.5m.

Aun lado de la puerta del invernadero habrá un centro de control en donde se podrá apreciar con una LCD las condiciones de temperatura y humedad en las que se encuentra el invernadero, en la parte trasera del invernadero se colocará un ventilador que nos permita ayudar a controlar variables del ambiente.

Análisis de temperatura de la cámara de germinación

Para el análisis de temperaturas se considera un estado estacionario, ya que va existir un fluido caliente y uno frío, que circulan en el interior de la cámara de germinación misma que deberá ser compensada a través de un sistema de calefacción y controlada por el sistema automatizado.

Diseño de hardware de la cámara de germinación

El diseño de hardware de la cámara de germinación está enfocado en un aspecto general y detallado para su posterior implementación.

Debido a que el proyecto de investigación corresponde a un sistema de control, donde se encuentran unas entradas, unos procesos a esas entradas y una salida final a este proceso, la cual será la acción del sistema para mantener o controlar una variable dentro del umbral requerido, se utilizará el esquema entrada.

En este apartado numeral de proyecto de investigación, se describe reducidas características sobre las alternativas de entradas, proceso y salidas que están en expectativas para el diseño e implementación de la cámara.

Entradas:

Este proyecto tiene como entradas las mediciones tomadas por los sensores, dado que las variables a medir y controlar son las de temperatura y humedad. Es por la característica de los sensores de imitar ciertas capacidades de percepción del ser humano que se decide la utilización de estos en la implementación del prototipo, así de esta manera se pueden seguir midiendo las mismas variables del entorno agrícola como lo hacen los agricultores, pero con elementos que garanticen más precisión.

Un sistema de control está constituido por el conjunto de entradas y salidas, además del procesado. En el germinador se tiene dos variables de entrada, los mismos que son la temperatura y la humedad, factores preponderantes en la ejecución del prototipo. El módulo Arduino es la unidad principal para el procesado de la información recibida del censado.

Como investigadores se puede acentuar el criterio de sistema de variables a la cámara de germinación, porque la cámara de germinación se convierte en un sistema con variables a controlar, a su vez, debido al control de variables, obtendrán variables resultantes a la salida del sistema de control, salidas con las cuales se podrá dar inicio a la activación de actuadores como ventiladores, focos, termostatos, etc.

Entre los periféricos en expectativa más utilizados para la creación de invernaderos, incubadoras, refrigerantes o cámaras de germinación, con la que se puede controlar las variables físicas de temperatura, humedad se encuentra detallados los siguientes componentes con sus características. Se hace una descripción de estos materiales como una inducción selectiva a los componentes reales que se emplearán en el prototipo Germinador producto de este Proyecto de Investigación, cabe recalcar que los materiales utilizados para el monitoreo de las variables físicas dentro de la cámara de germinación están orientados a una alimentación de corriente alterna en la parte eléctrica del sistema y los elementos de control están enfocados en la alimentación de corriente continua del sistema; por tal razón se trabajará con los dos tipos de energía eléctrica.

Sensor de temperatura

Se utilizará un módulo sensor de temperatura, consta de un regulador mecánico de sensibilidad. Con este módulo se podrá controlar la temperatura del ambiente dentro de la cámara de germinación, se establecerá un valor de temperatura de 24 grados Celsius como máximo permitido, un valor mayor a 24 grados celsius activarán el par de ventiladores para

disminuir los niveles de temperatura en 3 minutos aproximadamente. La figura 13 muestra el módulo relé para control de actuadores. (Sánchez, 2012)

Figura 5: Módulo relé para control de actuadores



Realizado por: (Sánchez, 2012)

Las especificaciones del sensor de temperatura serán:

Vcc: Entrada de 5V.

Gnd: Tierra (0V).

AO: Salida analógica.

AD: Salida digital.

Sensor de Humedad

Se utilizará como sensor de humedad el módulo HL-69, Aplicando una pequeña tensión entre los terminales del módulo, este proceso hace pasar una corriente que depende básicamente de la resistencia que se genera debido al suelo y esta depende mucho de la humedad. Por lo tanto al aumentar la corriente crece y al disminuir la humedad, la corriente disminuye. La figura 6 muestra el sensor de humedad con el módulo HL-69.

Figura 6: Sensor de humedad el módulo HL-69



Realizado por: (AUTOMATIZACION, 2014)

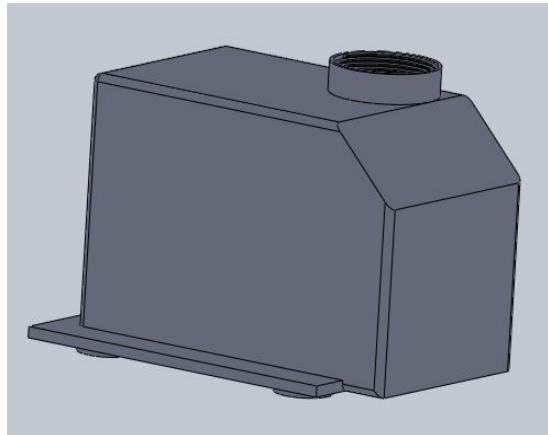
Posee dos tipos de salidas, una analógica y una digital. La salida digital entregará un pulso bajo cuando haya conductividad suficiente entre cada una de las puntas.

El umbral de disparo se puede establecer moviendo el potenciómetro del circuito de control. En la salida analógica el nivel de voltaje dependerá directamente de cuanta humedad haya en el suelo. Es decir, dependiendo de cuanta conductividad (producto del agua en el suelo) haya entre las puntas del módulo, así variará el valor entregado por Arduino (entre 0 y 1023).

Debido a que la humedad óptima de las semillas debe de estar por arriba o igual del 60% de humedad (sin superar el 80%), esto significa que el controlador "Arduino" a través de su programa activará la bomba de irrigación cada vez que el sensor mida un valor de humedad por debajo del 60%.

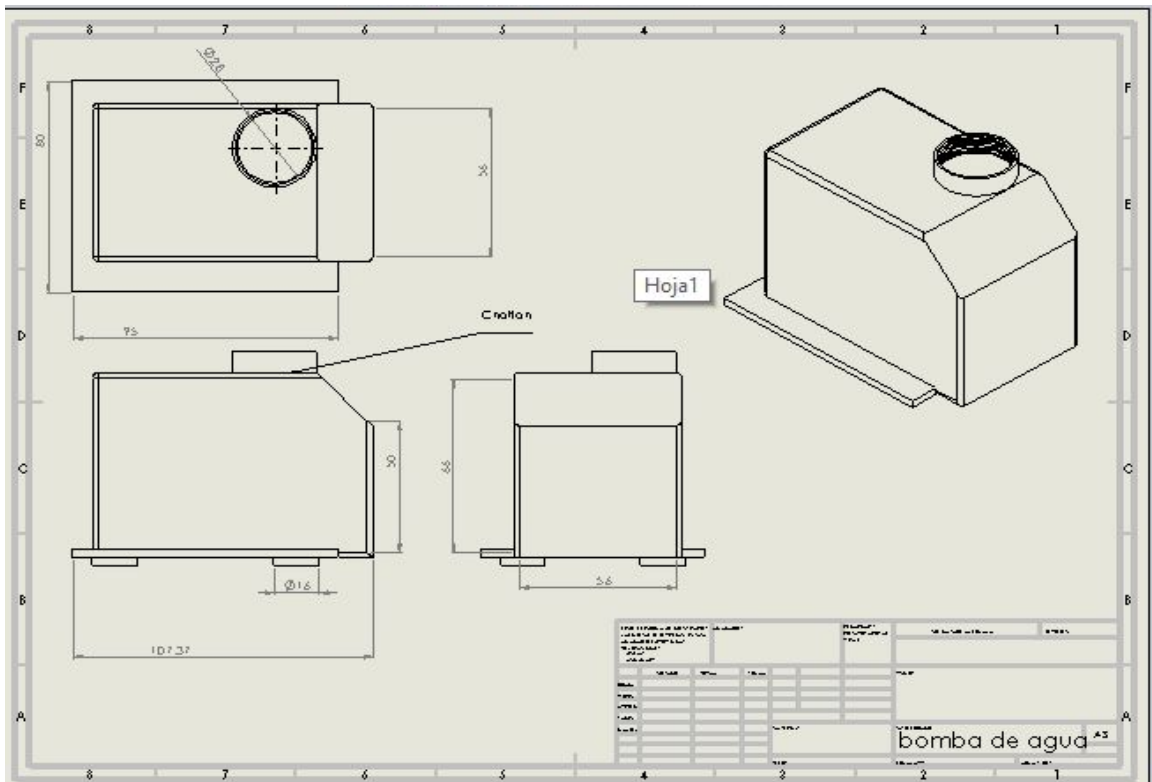
Bomba de agua

Figura(Fig. 4). Esquema tridimensional Bomba de agua a emplear



Realizado por : Creación propia

Figura(Fig. 5). Planos de la bomba a emplear



Realizado por : Creación propia

La bomba de agua a utilizar se encargará de suministrar agua a la plántula, básicamente se buscó un diseño de la bomba que fuera discreta para optimizar espacio útil para el invernadero, también que fuera de fácil acceso para un posterior mantenimiento.

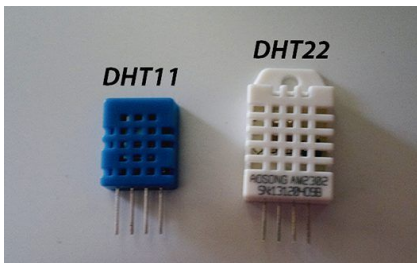
Las características técnicas de la bomba son 4219 AQUASUB 3000 L/H 3.5M 70W. (Fig 4)

Los sensores que proponen, están orientados, en la búsqueda de un dispositivo que permita monitorear tanto la

temperatura y la humedad del ambiente (el sensor HL-49, puede servir de apoyo para una mayor precisión en la variable de humedad) en un solo proceso de sensado; en primer lugar por el ahorro económico y en segunda instancia por el sensado eficiente de la temperatura y la humedad, para beneficio de los procesos biológicos de las semillas, los mismos que ameritan un monitoreo de métricas fehacientes.

Entre los sensores más empleados que monitorean al mismo tiempo ambas variables se encuentra el sensor DHT-11 y DHT-22, este último genera un sensado óptimo, ya que que puede monitorear la temperatura en fracciones decimales, lo cual es una imposibilidad para el DHT-11.

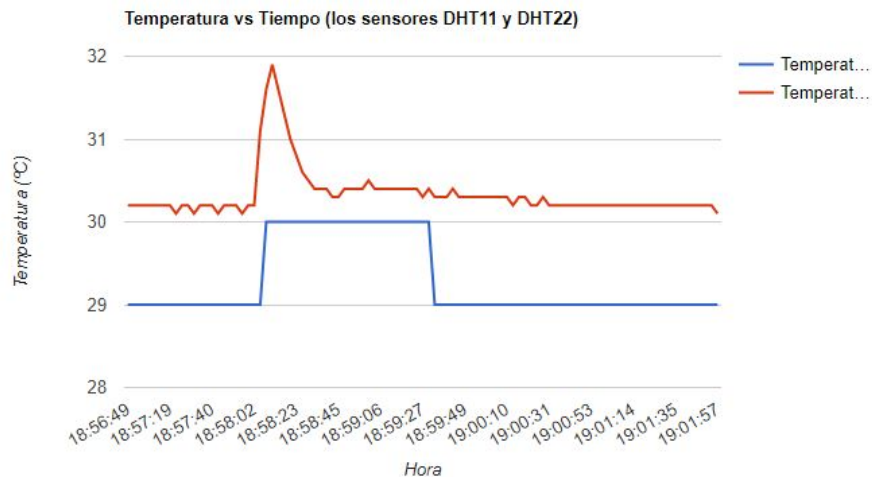
Figura (Fig. 6). Sensor DHT11 y DHT-22, y tabla de comparacion de parametros entre los dos sensores

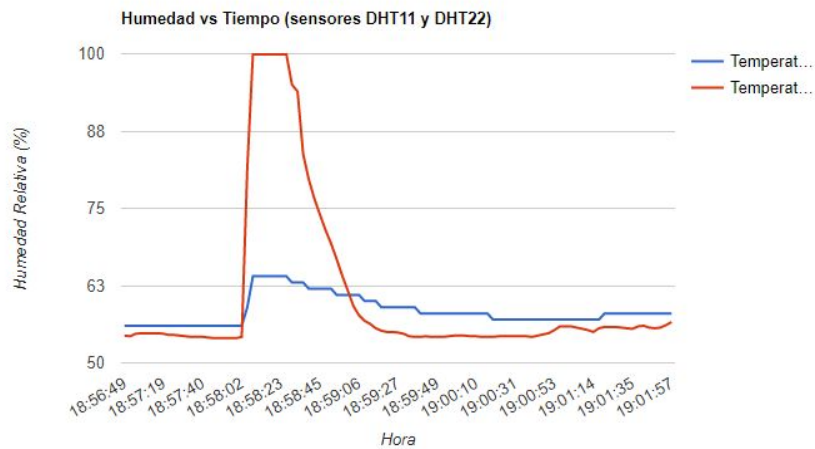


Modelo	DHT11	DHT22
Rango de medición de humedad	20-90 % HR	0-100 % HR
Rango de medición de temperatura	0 hasta 50 °C	-40 hasta 80 °C
Precisión de temperatura	±2 °C	±0.5 °C
Precisión de humedad	±5 % HR	±2 % HR

Realizado por (PANAMAHITEK,2014)

Figura (fig. 9). Gráfica de medición de sensor DHT-11(línea azul) y DHT-22 (línea naranja), ambos vs tiempo.





Realizado por (PANAMAHITEK,2014)

Procesos

En la parte de procesos se tratará la parte del controlador, este se encarga de recibir las señales de los sensores y con base en su lógica y/o programación emitirá una señal de respuesta hacia los actuadores para reaccionar ante los cambios en las variables medidas. (Servers, 2014)

Al indagar en los elementos de control de procesos para automatización, es indispensable realizar un análisis que permita reconocer las características de los equipos o componentes en dicho sistema de control, con el propósito de cualificar la mejor alternativa para la utilidad en la construcción de la cámara de germinación.

En este apartado del proyecto de investigación se describirán las mejores alternativas para el control de procesos y de ellas se seleccionará una que está enfocada en los requisitos que busca el Germinador; entre las cuales destacan:

Bajo costo, alta velocidad, excelente rendimiento, ergonomía, fácil programación y aprendizaje, además de tener portabilidad y ocupar poco espacio.

Arduino

Este dispositivo tiene muchas variedades en cuanto a su hardware, para esta ocasión se usará el Arduino Uno, por la facilidad que ofrecen al tener las entradas y salidas integradas al procesador y la fuente, permitiendo que el trabajo sea dedicado al código y no a la interconexión. (Herredor, 2009)

En cuanto a Arduino se tiene la opción de programar con lenguaje C y no se requiere instalar un sistema operativo para ponerlo a funcionar, lo cual lo hace más eficiente en cuanto al elemento anterior. También se observa la ventaja de su bajo consumo de energía con respecto al PLC, su tamaño y el beneficio de tener unas entradas o salidas con PWM (Modulación por ancho de pulso). La figura 7 muestra una imagen del Arduino Uno. (Torrente, 2013)

Figura 7: Arduino UNO



Realizado por: (Herredor, 2009).

La tarjeta concentradora Arduino es la mejor opción para el diseño del sistema de control de la cámara germinadora, por múltiples razones de las cuales destacan la posibilidad de adquirir valores métricos de temperatura y humedad con el sensor DHT-11 y DHT-22, tener un lenguaje de programación intuitivo para el usuario, controladores de la placa de rápida instalación y de múltiple plataforma, al contrario, con Raspberry PI que es netamente en Linux. Arduino dispone de varios módulos compatibles para trabajar con los cuales se pueden construir sistemas embebidos.

Para la cámara de germinación se utilizará el Arduino Uno con el cuál se adquirirán las variables de temperatura y humedad por medio del sensor, y controlarlas dentro de la programación y poder reflejar los resultados en una LCD, el sistema operará con un voltaje eléctrico de 110 V a 60 Hz y con una tensión continua de 5 V DC para la parte de control electrónico. Otras de las características que hacen la mejor alternativa a la tarjeta concentradora Arduino son la facilidad de desarrollar elementos interactivos y la posibilidad de comenzar a utilizar Arduino sin conocimientos previos sobre electrónica o programación. Arduino otorga un suceso eficaz de manejar motores, encender y apagar luminarias, actuar sobre sensores, y crear programas de computadora para interactuar con el sistema.

Arduino se basa en una plataforma denominada open hardware que reúne en una pequeña placa de circuito impreso (PCB) los componentes necesarios para conectar con el mundo exterior y hacer funcionar un microcontrolador Atmega. Actualmente hay varios modelos de sistemas Arduino que van cambiando de microcontrolador, siendo los primeros el Atmega8 y el Atmega168. Al ser Open-Hardware, tanto su diseño como su distribución son libres. Es decir, puede utilizarse sin inconvenientes para desarrollar cualquier tipo de proyecto sin tener que adquirir ningún tipo de licencia. Arduino también puede funcionar como un controlador lógico programable, conectando las interfaces adecuadas para las entradas y salidas (E/S). Arduino es una especie de controlador programable universal, aunque sólo es el “núcleo” y, en cualquier caso, se ha construido para aplicaciones generales; con un poco de hardware externo (esencialmente las interfaces capaces de transferir las señales de los sensores hacia los actuadores, reduciendo la interferencia electromagnética que puede dañar el microcontrolador) y un software adecuado puede, sin embargo, convertirse en algo muy similar a un PLC.

Salidas:

Debido a que el prototipo de automatización se realizará sobre una cámara de germinación que cultiva cereales, se planean las siguientes de salidas con base en la idea planteada. (Torrente, 2013)

Otros de los periféricos de proceso selectivo para la implantación el Germinador es el ventilador, en el mercado existe una diversidad de ventiladores pero que no satisfacen las características de la cámara de germinación, por ende, es necesario una descripción cualitativa del ventilador empleado en casi todos los procesos de control de temperatura ya sea para invernaderos, incubadoras, refrigerantes y cámaras de germinación. En primera instancia se propuso el uso de un ventilador de corriente continua para el proceso de enfriamiento de la cámara de germinación, pero la fuerza de ventilado que ofrece no satisface el entorno de aire que circunda alrededor de toda la cámara, es decir; el centro de la cámara tiene más presencia de viento que de aire, como no ocurre en las partes laterales de dicha cámara. En los siguientes apartados de proyecto de investigación se analizará cada uno de los elementos que cumplen la función de salidas, para finalmente, una vez revisadas las características; imprimir los materiales y componentes utilizados en la construcción del Germinador fruto de esta investigación.

Relé

Un relé o relevador es un interruptor automático accionado eléctricamente, utilizando una bobina, la cual genera un campo electromagnético y este abre o cierra una serie de contactos metálicos.

La bobina puede ser controlada desde los 5 voltios hasta 120 voltios en los relés industriales.

Estos dispositivos son muy útiles ya que permiten controlar altos voltajes en sus contactos (de 12V a 220V), utilizando

5 voltios en la bobina; en el caso del proyecto de investigación la bomba de agua y los ventiladores trabajan a 110V y el controlador (Arduino) trabaja con 5V, por lo que se necesitará alimentación de corriente continua y alterna; para el control y para los actuadores. La figura 8 muestra una imagen de un relé. (Herredor, 2009)

Figura 8: Relé



Realizado por: (Herredor, 2009)

La especificación de uno de los relés utilizados, serán:

Voltaje de control: 5 V

Voltaje de potencia: 110 V

Corriente de potencia: 10 A.

Al utilizar la tarjeta concentradora Arduino Uno, es lógico emplear un módulo relé para el control de los actuadores como son: los ventiladores, la iluminación y las resistencias térmicas, además de la bomba de agua de 0,5 HP.

Resultados

Al inicio del proyecto de automatización implementado se logró conformar los resultados obtenidos del prototipo, los cuales fueron los esperados, ya que el sistema cumple las expectativas esperadas realizando las mediciones de temperatura y humedad.

Al momento en que la temperatura se incrementa de los 24°C se activan las bombas y por medio de los aspersores refrescará a las plantas y evitará que entren en estrés, hasta que los sensores vuelvan a detectar una temperatura que no sobrepase el límite. Y en caso de que la temperatura descienda de -3°C, se encenderán los leds que aumentarán la temperatura y al llegar a una temperatura estable y cómoda para las plantas se apagan los leds. Esto se hace con el fin de brindarle a las plantas las condiciones atmosféricas ideales para que pueda crecer y desarrollarse.

El prototipo es útil para lugares reducidos, con los elementos necesarios para su correcto funcionamiento, realizando sus tareas de manera semi-automatizado.

En base a las pruebas de desempeño que se realizaron, se concluye la automatización del sistema es funcional, ya que no requiere de un cuidado exhaustivo del productor. El Arduino ya una vez programado, se encargará de suministrar los cuidados básicos, haciendo que las plantas se encuentren en condiciones óptimas para su correcto desarrollo, además de que resulta ser muy sencillo de controlar y alimentar al circuito, la alimentación del Arduino va a un pilar de 9V y los opto acopladores se alimentan a 127 VCA.

V. CONCLUSIONES

La tecnología aplicada a la producción agrícola es una modalidad que permite a los cultivos tener mayores rendimientos y hacer que las tierras sean más rentables y eficientes en beneficio del agricultor.

Mediante esta técnica se pueden producir plantas de todo tipo en cualquier época del año y de esta manera ganarle tiempo al tiempo sin perder de vista las necesidades que requiere la planta para germinar y desarrollarse. Implementar esta tecnología en el Agro Mexicano permite tener un 98% eficiencia en la germinación por charola debido a las condiciones de temperatura y humedad creadas artificialmente y controladas mediante un sistema automatizado con software libre.

El modernismo permitió la introducción de los avances de la informática para el control y ejecución de actividades, que han hecho de la automatización una realidad. Un sistema de germinación como se presenta ha constituido una herramienta valiosa para la INVESTIGACIÓN Y LA ENSEÑANZA como una parte integral entre el alumno y el docente. Hoy se vislumbra como una solución a la creciente disminución de las zonas agrícolas, producto de la contaminación, la desertización, el cambio climático y el crecimiento desproporcionado de las ciudades.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Instituto Politécnico Nacional y a los docentes por brindar las herramientas necesarias para el correcto desarrollo del proyecto, además del conocimiento que se impartió en la carrera de Máquinas con Sistemas Automatizados.

Referencias

García A.(2014).DHT22: Sensor humedad/temperatura de precisión arduino.PANAMAHITECK.Panama.Recuperado de <http://panamahitek.com/dht22-sensor-de-humedadtemperatura-de-precision-para-arduino/>

Invernaderos capilla.s.f. Novedades agricolas. Recuperado de:
<http://www.novedades-agricolas.com/es/venta-invernaderos-novedades/tipos-de-invernaderos/invernadero-capilla>

Germán, T., Calaza (2015). Taller de Arduino, un enfoque práctico para principiantes. Alfaomega Grupo Editor, México.

Oscar T. Artero (2017). ARDUINO Curso práctico de formación. Alfaomega Grupo Editor, México.

Sustentabilidad, herramienta básica de la innovación:200 Agro Revista industrial del Campo.(2017) México. Recuperado de:
<http://www.2000agro.com.mx/sectorrural/sustentabilidad-herramienta-basica-de-la-innovacion/>

UNAM diseña sistemas de producción sustentables de hortalizas:200 Agro Revista industrial del Campo (2017) México. Recuperado de:
<http://www.2000agro.com.mx/agroindustria/hortofruticola/unam-disena-sistemas-produccion-sustentables-hortalizas/>

El hambre en el mundo aumenta de nuevo. Publicado el 6 Julio, 2017.
<http://www.2000agro.com.mx/politicaagropecuaria/hambre-mundo-aumenta-nuevo/>

Daniel Di Capua. (12 de Enero de 2011). “ESTRUCTURA E INSTALACIONES DE UN INVERNADERO”. 15 de septiembre de 2018, de Universitat Politècnica de Catalunya Sitio web:
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/11369/Mem%C3%B2ria.pdf>

Miriam C. Marín. (29 de abril de 2013). Diseño de Invernaderos. 15 de septiembre de 2018, de Marín Pons & Asociados Sitio web: <https://www.portalfruticola.com/assets/uploads/2017/07/Manual-de-Invernaderos-2.pdf>