



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE FERTILIZACIÓN EN CULTIVOS HIDROPÓNICOS, PARA MEJORAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO”

Autores:

Merino Silva David Alejandro

Silva Cevallos Fernando Javier

Director:

Msc. Ing. José Efrén Barbosa Galarza

LATACUNGA – ECUADOR

2017



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Facultad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Merino Silva David Alejandro con número de C.I. 0503781726 y Silva Cevallos Fernando Javier con número de C.I. 0503222598 de la carrera de Ingeniería Electromecánica, con el Título de Proyecto de Investigación:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE FERTILIZACIÓN EN CULTIVOS HIDROPÓNICOS, PARA MEJORAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo tanto expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 03 de Febrero del 2017

Para constancia firman:

Ing. Edwin Homero Moreano Martínez MgS.
CC. 0502607500
LECTOR 1 (Presidente)

Ing. Luigi Orlando Freire Martínez MsC.
CC. 0502529589
LECTOR 2

Ing. Carlos Alfredo Espinel Cepeda
CC. 0502685183
LECTOR 3

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Merino Silva David Alejandro y Silva Cevallos Fernando Javier postulantes a la obtención de título de Ingeniero Electromecánico, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE FERTILIZACIÓN EN CULTIVOS HIDROPÓNICOS, PARA MEJORAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO”, siendo el M.Sc. José Efrén Barbosa Galarza director del presente trabajo, a la vez eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo de investigación, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Merino Silva David Alejandro
C.I. 0503781726




Silva Cevallos Fernando Javier
C.I. 0503222598

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE FERTILIZACIÓN EN CULTIVOS HIDROPÓNICOS, PARA MEJORAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO”**, de Merino Silva David Alejandro y Silva Cevallos Fernando Javier, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnico suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de proyecto que el Honorable Consejo Universitario de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 18 de Enero del 2017

El Director



.....

Firma

Ms.C. José Efrén Barbosa Galarza



CULTIVOS HIDROSIL

CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de propietario de la microempresa HIDROSIL, certifico que mediante el Proyecto de Investigación "IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA AUTOMATICO DE FERTILIZACION EN CULTIVOS HIDROPONICOS, PARA MEJORAR EL PROCESO DE PRODUCCION DEL CULTIVO", Los señores MERINO SILVA DAVID ALEJANDRO y SILVA CEVALLOS FERNANDO JAVIER, realizan la entrega del sistema automatizado de preparación de fertilizantes y sistema de riego para el invernadero de producción hidropónica.

Latacunga, 17 Enero 2017

Tlgo. Medardo Ángel Silva Ortega

C.C. 0501614770

PROPIETARIO

MICROEMPRESA HIDROSIL

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a mi Dios todo poderoso por bendecirme en cada paso que he dado durante mi vida universitaria y por haberme brindado la oportunidad de poder culminar uno de mis objetivos más anhelados.

A mis padres Ramiro y Miriam también quiero agradecer por la confianza, el cariño, la comprensión, que han puesto en mí y sobre todo por el esfuerzo y sacrificio que han realizado día a día para que yo pueda convertirme en un profesional.

Los sabios consejos de mis padres y cada uno de los valores que me han inculcado han sido los pilares fundamentales que han forjado mi personalidad y son el reflejo de todo lo que soy.

A mis hermanos Daniela y Marcelo que siempre han estado ahí apoyándome en todo con sus risas y enojos han hecho de mi toda una aventura, y sus granitos de arena con los que me han sabido ayudar. Y a mis amigos por cada uno de sus consejos, enseñanzas y apoyo que me han brindado dentro y fuera de las aulas.

David

AGRADECIMIENTO

El presente proyecto se ha realizado con dedicación y con un gran sentimiento de gratitud a la Universidad Técnica De Cotopaxi, a La Facultad De Ciencias De La Ingeniería Y Aplicadas, a nuestra querida carrera de Ingeniería Electromecánica por brindarnos el conocimiento científico y en especial a la micro empresa Hidrosil que nos facilitó gran parte de los materiales necesarios para la realización de nuestro proyecto de investigación.

A nuestro Maestro Ing. Efrén Barbosa quien con dedicación y responsabilidad, supo guiarnos impartiendo adecuadamente sus conocimientos.

Fernando

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto a Dios ya que él ha sido quien me supo guiar en todas las adversidades que se presentaron durante todo este tiempo.

Quiero dedicar también este proyecto a mis abuelitos y mi tío que partieron de este mundo hace varios años y sé que desde el cielo están colmándome con sus bendiciones.

Este proyecto va dedicado a mi padre Ramiro y mi madre Miriam que se han esforzado y sacrificado para que yo pueda conseguir este anhelado título de Ingeniero Electromecánico, y a mis hermanos Daniela y Marcelo que siempre me apoyan en cada paso que doy.

David

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a Dios por ser la guía, el camino la fortaleza que día a día me inspira a seguir adelante sin desmayar, en los momentos difíciles ser luz, enseñándome a encarar las adversidades sin desfallecer ni dejarme caer.

A mis padres por enseñarme a vencer las adversidades con sus consejos, su apoyo, amor, comprensión, por ayudarme con sus recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy mis valores, mis principios que son cimientos para forjarme como persona. A mis hermanos que son los que me dan alegría en la casa, a mi familia por ser siempre incondicionales y brindarme su apoyo.

A todos los docentes de la Universidad Técnica De Cotopaxi que con sus enseñanzas fueron puntales en la búsqueda del aprendizaje, a la persona con quien compartimos este proyecto por ese trabajo incesante que juntos lo hemos realizado.

Fernando

ÍNDICE

1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA	7
La Automatización.....	7
Etapas de la automatización.....	8
Formas de realizar un control sobre un proceso	8
Control en lazo abierto	8
Control en lazo cerrado	9
Sistema electrónico.....	10
Sensores industriales.....	11
Tarjeta arduino.....	11
Hardware libre.....	12
Software libre.....	13
Lenguajes de programación arduino.....	13
Calculo de conductores por caída de voltaje	15
Sistema hidropónico.....	16
Ventajas de la siembra hidropónica.....	17
Especies que se pueden cultivar	17
Sistema de película de nutrición “NFT”	18
Ventajas del cultivo mediante película de nutrición “NFT”	19
Solución nutritiva.....	20
Parámetros de control.....	20
Que es el potencial hidrogeno “pH”	20
Importancia del pH en hidroponía	21

Electro conductividad.....	22
Por qué es importante la electro-conductividad.....	22
Cómo afecta la conductividad el crecimiento de la planta	22
Humedad relativa (Hr).....	23
Humidificación ambiental	23
9. PREGUNTA CIENTIFICA O HIPOTESIS	24
Variable dependiente.....	25
Variable independiente	26
10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	27
Métodos de investigación	27
Método bibliográfico.....	27
Método descriptivo.....	27
Técnicas de investigación.....	27
La observación.....	27
Diseño experimental.....	28
Selección la tarjeta Arduino	28
Touch panel.....	29
Banco de relés.....	30
Sensor de pH.....	31
Sensor de conductividad.....	31
Sensor de humedad relativa	32
Sensores de nivel horizontales.....	33
Electroválvulas.....	33
Accesorios de arduino.....	33
Placa de baquelita.....	34
Módulo de DS 3231 – reloj para arduino.....	34
Shield microSD.....	35
Conectores RJ-45.....	35
Fuente variable de 120v a 12 voltios – 12watts	35
Fuente de 120v a 12 voltios DC – 120 watts	35
Cable tipo par trenzado “UTP”	36
Bomba de agua.....	36
Luces Indicadoras, alarma y paro de emergencia.....	36

Depósitos de agua.....	37
Diseño de la interfaz de la pantalla táctil.....	37
Escritura de las líneas programación de arduino	38
Dimensionamiento eléctrico	39
Diseño del tablero de control y tablero secundario	40
Tablero de control.....	40
Tablero secundario.....	41
11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	41
Proceso del tanque T3 de compensación.....	41
Transferencia de líquido del tanque T3 de compensación al T4 de mezcla	43
Proceso del tanque T4 de mezcla	43
Despacho del tanque 5 (T5).....	45
Humedad relativa	46
Modo manual.....	47
Paro de emergencia.....	47
Pruebas del sistema.....	47
Prueba de tiempo de apertura de electroválvulas	47
Comparación de antes y después de la implementación del sistema.....	50
12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS.).....	54
Impacto técnico.....	54
Impacto Social.....	55
Impacto ambiental.....	55
13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:.....	55
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
Conclusiones.....	56
Recomendaciones.....	57
15. BIBLIOGRAFÍA	57
Bibliografía citada.....	57
Bibliografía consultada.....	59
Web grafía.....	59
16. ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Control en lazo abierto	9
Figura 2. Control en lazo cerrado	10
Figura 3. Sistema electrónico	11
Figura 4. Tarjeta arduino “mega”	12
Figura 5. Diagrama de funcionamiento del sistema nft	19
Figura 6. Escalas de ph, valores de acidez y alcalinidad representados por colores	21
Figura 7. Tanques de compensación y mezcla	42
Figura 8. Tanque de despacho y electroválvulas de consumo	46
Figura 9. Sistema de aspersión	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios Del Proyecto	4
Tabla 2. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	6
Tabla 3. La implementación de un sistema automático de fertilización en cultivos hidropónicos.	25
Tabla 4. Mejorará el proceso de producción del cultivo.	26
Tabla 5. Especificaciones técnicas de la tarjeta arduino	28
Tabla 6. Especificación técnicas del touch panel.....	29
Tabla 7. Características electrónicas del touch panel.....	30
Tabla 8. Especificaciones técnicas del sensor de humedad	32
Tabla 9. Tiempos de apertura de la electroválvula de fertilizante	48
Tabla 10. Tiempos de apertura de la electroválvula de control de fertilizante	49
Tabla 11. Mes de septiembre antes de la automatización	51
Tabla 12. Mes de Octubre antes de la automatización	51
Tabla 13. Mes de Noviembre antes y después de la automatización	52
Tabla 14. Mes de Diciembre después de la automatización	52
Tabla 15. Mes de Enero después de la automatización.....	53
Tabla 16. Detalles del Presupuesto invertido en el proyecto	55

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

TITULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE FERTILIZACIÓN EN CULTIVOS HIDROPÓNICOS, PARA MEJORAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO”

Autores:

Merino Silva David Alejandro
Silva Cevallos Fernando Javier

RESUMEN

La automatización de procesos es necesaria para facilitar el buen vivir de las personas, la tecnología ha avanzado de manera extraordinaria para facilitar tareas que se realizaban de manera tradicional, en la actualidad se puede combinar la tecnología con las diversas formas de cultivar, mejorando así la producción y a su vez reduciendo la intervención humana. El presente tema se basa en la automatización del sistema de preparación de nutrientes y el control del pH (potencial hidrogenado, este parámetro identifica si la composición de un líquido es ácido o alcalino) y electro-conductividad (es la cantidad de sales disueltas en un líquido, esto permite medir la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica), en la solución nutritiva para que las plantas puedan absorber los nutrientes que circularan por el sistema de riego. Estos parámetros que requieren los cultivos deben ser incorporados de manera gradual y controlados de manera permanente durante el desarrollo de las plantas. Es importante verificar el estado de la solución nutritiva y el medio donde se desarrollan las plantas, esta condición ambiental se controla mediante el uso de aspersores conjuntamente con un sensor de humedad relativa garantizando que dentro del invernadero la humedad no exceda o disminuya de los rangos adecuados para el cultivo, ya que si no se controla este parámetro puede conllevar a un mal desarrollo de la planta o a la proliferación de plagas. Con la implantación de una tarjeta arduino es posible controlar los parámetros antes mencionados y mediante una conexión HMI (interfaz hombre máquina) incorporado a un touch panel que se encuentra en el tablero principal se podrá visualizar los datos obtenidos por cada uno de los sensores y verificar el proceso, a más de ello se puede manipular los valores de pH (potencial hidrogeno), conductividad, humedad relativa, establecer diferentes horarios de preparación, así también, desde el panel de control se puede operar de forma manual todo el sistema.

Palabras clave: automatización, solución nutritiva, HMI, potencial hidrógeno “pH”, electroconductividad, humedad relativa.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED

TOPIC: “IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATIC SYSTEM OF FERTILIZATION IN HYDROPONIC CROPS, TO IMPROVE THE PROCESS OF CULTIVATION PRODUCTION.”

Authors:

Merino Silva David Alejandro

Silva Cevallos Fernando Javier

ABSTRACT

The automation of processes is necessary to facilitate the good living of the people, the technology has advanced in an extraordinary way to facilitate tasks that were performed in a traditional way, at the moment can combine the technology with the diverse forms of cultivating, thus improving production and, in turn, reducing human intervention. The present topic is based on the automation of the system of preparation of nutrients and the control of the pH (hydrogenated potential, this parameter identifies if the composition of a liquid is acid or alkaline) and electro-conductivity (it is the quantity of salts dissolved in a Liquid, this allows to measure the capacity of the water to conduct the electric current) in the nutritive solution, so, that the plants can absorb the nutrients that circulate through the irrigation system. These parameters require the crops must be incorporated gradually and permanently controlled during the development of the plants. It is important to verify the state of the nutrient solution and the environment where the plants are developed, this environmental condition is controlled by the use of sprinklers together with a relative humidity sensor ensuring that within the greenhouse the humidity does not exceed or decrease from the appropriate ranges for the crops. If this control is not controlled, this can lead to a poor development of the plant or to the proliferation of pests. With the implementation of an arduino card is possible to control the mentioned parameters in advance and by means of a HMI (human machine interface) connection incorporated in a touch panel that is in the main board it will be possible to visualize the data obtained by each one of the sensors and to verify the process. Also it is possible to manipulate the values of ph., conductivity, relative

humidity, to establish different schedules of preparation then from the control panel can be operated in the manual way the whole system.

Key words: automation, nutritional solutions, HMI, hydrogenated potential “pH”, electro-conductivity, RH.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **MERINO SILVA DAVID ALEJANDRO** y **SILVA CEVALLOS FERNANDO JAVIER**, cuyo título versa “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE FERTILIZACIÓN EN CULTIVOS HIDROPÓNICOS, PARA MEJORAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO.”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 17 de Enero del 2017

Atentamente,

Lic. Viviana Alajo
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.I: 050239513-0

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE FERTILIZACIÓN EN CULTIVOS HIDROPÓNICOS, PARA MEJORAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO.”

Fecha de inicio:

Octubre 2016.

Fecha de finalización:

Febrero 2017.

Lugar de ejecución:

Cdla. Maldonado Toledo – Latacunga – Cotopaxi

Facultad Académica que auspicio:

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Ingeniería Electromecánica

Proyecto de investigación vinculado:

No vinculado

Equipo de Trabajo:**Tutor:**

Nombres:	José Efrén
Apellidos:	Barbosa Galarza
Cédula de identidad:	0501420723
Fecha de nacimiento:	11 de septiembre de 1965
E- mail:	ebarbosa@cotopaxi.com.ec

Estudios realizados

Estudios primarios: Escuela “Isidro Ayora”
Estudios secundarios: Instituto Superior “Vicente León”
Estudios superiores: Escuela Politécnica Nacional

Títulos obtenidos

Bachiller Especialización Físico Matemático.
Estudios Superiores en Física y Matemáticas.
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones.
Maestría en Ingeniería Industrial.

Coordinadores:

Merino Silva David Alejandro
Silva Cevallos Fernando Javier

Área de Conocimiento:

Automatización y optimización de procesos industriales.

Línea de investigación:

Procesos Industriales

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Sistemas Mecatrónicos y Automatización Industrial

2. RESUMEN DEL PROYECTO

El incremento de las demandas tecnológicas en la actualidad, ha generado sistemas que requieren controladores altamente sofisticados para asegurar un rendimiento dentro de condiciones adversas. Estas condiciones se podrían cumplir por medio de sistemas bajo un conocimiento adecuado acerca del proceso a implementarse para su control.

La automatización de procesos de producción aplicada a la agricultura tiene gran relevancia ya que ha permitido mejorar la calidad de productos y preservar la calidad del terreno para las futuras generaciones.

Uno de estos sistemas se observa en los invernaderos donde la automatización permite medir las diferentes variables a controlar en el sistema de producción.

El tema seleccionado se enfoca en la automatización del cultivo por hidroponía para obtener un mejor rendimiento en producción, implementando la tecnología actual de circuitos electrónicos a un sistema tradicional de siembra que nos permitan controlar el proceso productivo dentro de un cultivo a ser instalado en la ciudad de Latacunga como parte del proyecto emprendedor de la microempresa Hidrosil.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

“El Programa de Gobierno 2013-2017, apuesta por la transformación productiva bajo un modelo ecoeficiente con mayor valor económico, social y ambiental. En este sentido, se plantean como prioridades la conservación y el uso sostenible del patrimonio natural y sus recursos naturales, la inserción de tecnologías ambientalmente limpias, la aplicación de la eficiencia energética y una mayor participación de energías renovables, así como la prevención, el control y la mitigación de la contaminación y la producción, el consumo y el posconsumo sustentables.”(Plan nacional de buen vivir, 2013)

Bajo este criterio de conservación de recursos naturales se enfoca el desarrollo del sistema automático en el invernadero Hidrosil. La microempresa, para la producción del cultivo utiliza únicamente agua y esta es tratada con productos que aportan los nutrientes necesarios a los vegetales y no contaminan el ambiente, a más de ello no se desperdicia el líquido vital ya que el circuito por el cual fluye el agua con los nutrientes es recirculaste, una vez que se envía la solución nutritiva a través del circuito esta regresa al depósito inicial para nuevamente ser tratada.

Al optimizar los recursos al máximo con la ayuda de la tecnología, un claro ejemplo de un ahorro considerable de energía y uso de los componentes naturales entre estos el agua.

La automatización del sistema de cultivo por hidroponía, permite mantener un control de cuidado del agua para los nutrientes y garantiza que las dosificaciones a aplicar puedan ser programadas y modificadas de acuerdo a los requerimientos básicos conocidos por el agricultor, haciendo así posible una producción limpia, de calidad y amigable con los recursos

naturales, además también se incorpora a este sistema un control de la humedad relativa del invernadero para y así asegurar el uso apropiado del agua al momento de que exista un incremento de temperatura.

La implementación de los sensores y actuadores en un cultivo hidropónico permite evitar la escasez o exceso de humedad del invernadero, mantener una solución nutritiva constante y equilibrada sin desperdicios de agua, producir cultivos en épocas de años difíciles, otra de las ventajas es obtener productos de mejor calidad y una mayor producción en la cosecha, y así incrementar la economía.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1. Beneficiarios Del Proyecto

DIRECTOS		
ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO
1	Medardo Silva	Gerente
2	Merino David	Grupo de investigación
3	Silva Fernando	Grupo de investigación
INDIRECTOS		
ITEM	Locales consumidores	
1	Parrilladas Mama Miche	
2	Pollo Rico	
3	Lucho Candelas	
4	Mona Lisa Cafetería	
5	Feria Mensual Del MAGAP	

Elaborado por: Grupo de Investigación

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El principal problema que se observa dentro de la microempresa Hidrosil, se presenta en el control que se realiza sobre los parámetros potencia hidrogeno (PH - Indica la acidez o alcalinidad de una solución), Conductividad del agua (EC - Sales disueltas en agua para lograr que se transforme en un mejor conductor eléctrico para trasportar nutrientes a la planta), estos son medidos de forma manual tres veces al día y la compensación que se efectúa para estabilizar cualquiera de estos parámetros conlleva pérdidas de tiempo, a más de ello se debe vigilar constantemente el sistema para que no exista derrames de líquido en los tanques, también la humedad relativa (HR - Cantidad de vapor de agua que se encuentra en el aire) del

invernadero es controlada manualmente y el sistema generan desperdicios excesivos de agua por el uso de los aspersores ya que no cuenta con un sistema que controle el encendido y apague este proceso.

6. OBJETIVOS

En base al problema planteado en el proyecto se propone el siguiente objetivo general con sus respectivos objetivos específicos, para dar una solución factible al mismo.

Objetivo general

Diseñar un sistema de control y preparación de componentes necesarios para el crecimiento de hortalizas de ciclo corto, mediante un sistema automático que se encargue de compensar a niveles requeridos los parámetros que forman parte de los nutrientes de las plantas y condiciones ambientales.

Objetivos específicos

- Diseñar planos eléctricos del sistema automático, para satisfacer las necesidades que se requiere en la microempresa Hidrosil.
- Implementar un sistema de control de preparación de fertilizantes y riego, utilizando una tarjeta arduino con un touch panel para el control y la visualización los parámetros y el proceso.
- Controlar y monitorear los principales parámetros del proceso: pH, conductividad de la solución nutritiva y la humedad interna del invernadero.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

En la siguiente tabla se detallan cuáles fueron las actividades realizadas para poder llevar a cabo el proyecto de automatización del sistema hidropónico.

Tabla 2. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Diseñar planos eléctricos del sistema automático, para satisfacer las necesidades que se requiere en la microempresa Hidrosil.	Programación de tarjeta Arduino	Control electrónico	Funcionamiento del sistema
Implementar un sistema de control de preparación de fertilizantes y riego, utilizando una tarjeta arduino con un touch panel para el control y la visualización los parámetros y el proceso.	Visualización del control de parámetros	Automatización del sistema	Circuitos y planos eléctricos.
Controlar y monitorear los principales parámetros del proceso: PH, conductividad de la solución nutritiva y la humedad interna del invernadero.	Instalación de sensores y actuadores	Ensamble del sistema	Cumplimiento de los parámetros requerido

Elaborado por: Grupo de investigación

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

La fundamentación teórica servirá para dar a conocer desde donde se partió en la investigación del tema planteado, dando a conocer cada uno de los detalles que fueron considerados para realizar los procesos.

La Automatización

La tecnología nos permite controlar de manera mecánica un sin número de procesos que los realizábamos de manera manual, logrando de esta manera reducir la presencia del ser humano.

“La Automatización, es un sistema diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana.” (Navarrete, 2013)

De esta manera se establece que el proceso de automatización es la aplicación de la técnica en un proceso que realizaba de forma manual y se basa en la búsqueda de mejoras y generalmente de la optimización de recursos.

Mientras la intervención del hombre casi desaparece se nota la presencia de máquinas que ayudan en cualquier proceso que el ser humano realice y de esta forma ayuda a reducir tiempos y actividad física como también interactúa con el ser humano ya que también reduce la actividad física en trabajos forzados.

“Se define un sistema (máquina o proceso) automatizado como aquel capaz de reaccionar de forma automática (sin la intervención del operario) ante los cambios que se producen en el mismo, realizando las acciones adecuadas para cumplir la función para la que ha sido diseñado”. (Sanchis, Romero, & Ariño, 2010)

Por lo tanto la elaboración de un proceso que sea automatizado hará que la máquina realice las funciones para las que han sido programada de forma automática sin la intervención del ser humano, teniendo en cuenta que reduce los peligros a los que normalmente se expondría el operario.

Etapas de la automatización

Todo proceso necesita estar estructurado de manera adecuada para que sea funcional y para que cumpla los objetivos a la cual está destinada. La fabricación automatizada surgió de la íntima relación entre fuerzas económicas e innovación técnica como la división de trabajo, la transferencia de energía y la mecanización de las fábricas, y el desarrollo de las máquinas de transferencia y sistemas de realimentación.

“La división del trabajo (esto es, la reducción de un proceso de fabricación o de prestación de servicios a sus fases independientes más pequeñas), se desarrolló en la segunda mitad del siglo XVIII, y fue analizada por primera vez por el economista británico Adam Smith en su libro *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones* (1776). En la fabricación, la división de trabajo permitió incrementar la productividad y reducir el nivel de especialización de los obreros.” (Navarrete, 2013)

Es necesario especificar que el proceso de automatización está enfocado a mejorar el nivel de productividad, ya que al sistematizar los procesos que se lleva a cabo en cualquier producción se mejora el tiempo de acción y peligros que se pueden encontrar en cualquier fábrica.

Formas de realizar un control sobre un proceso

“Hay dos formas básicas de realizar el control de un proceso industrial”. (Romera, Lorite, & Montoro, 1994)

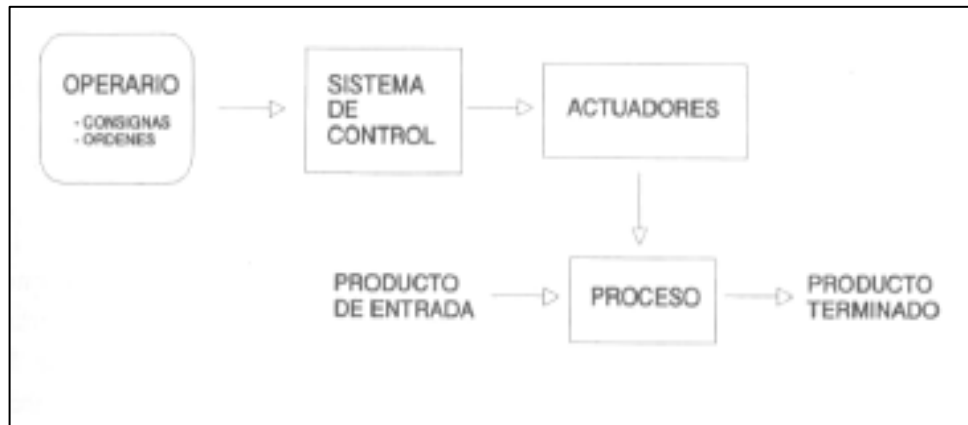
Estas formas son en un inicio el control de lazo abierto y el control en lazo cerrado en las cuales hay que definir que se necesita hacer en la entrada y que resultados necesitamos obtener a la salida.

Control en lazo abierto

“El control de lazo abierto se caracteriza porque la información o variables que controlan el proceso circulan en una sola dirección, desde el sistema de control al proceso. El sistema de control no recibe la confirmación de que las acciones que a través de los actuadores ha de realizar sobre el proceso”. (Romera, Lorite, & Montoro 1994)

En este sistema de lazo abierto simplemente se manipula la señal de entrada y como resultado tenemos una señal de salida, en este control la señal de no se convierte en señal de entrada del controlador, la precisión depende de la calibración del sistema y es muy inestable ante una perturbación.

Figura 1. Control en lazo abierto



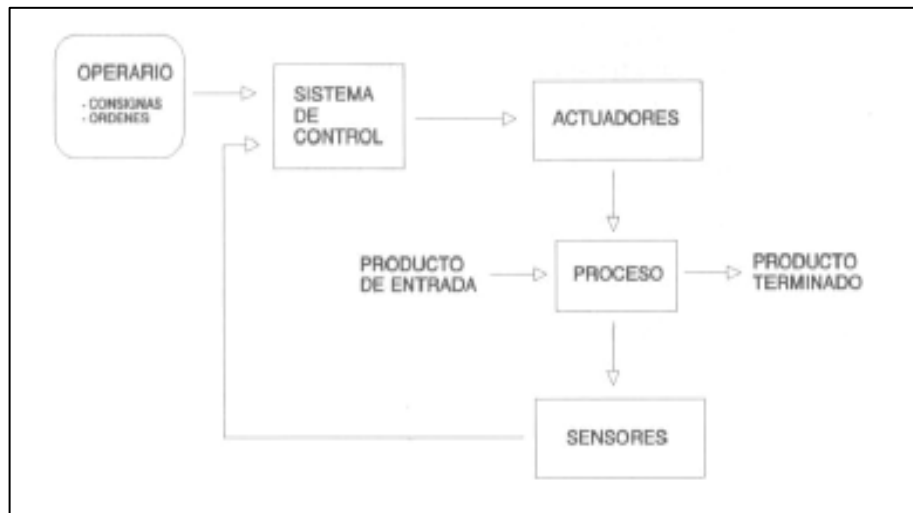
Fuente: automatización problemas resueltos con autómatas programables (1994)

En un sistema cuando hay un control de lazo abierto los procesos no son verificados por el sistema para saber si están o no completos.

Control en lazo cerrado

“El control en lazo cerrado se caracteriza porque existe una realimentación a través de los sensores desde el proceso hacia el sistema de control, que permite a este último conocer si las acciones ordenadas a los actuadores se han realizado correctamente sobre el proceso.” (Romera, Lorite, & Montoro, 1994)

Este sistema de lazo cerrado es el que a partir de los resultados que obtengamos en la señal de salida se retroalimenta para corregirlos a la señal de entrada hasta que el proceso cumpla con los parámetros adecuados para continuar en su función cualquiera que esta sea, se lo utiliza cuando el ser humano no puede estar en continua actividad repetitiva o cuando los parámetros a regular deben ser muy exactos.

Figura 2. Control en lazo cerrado

Fuente: automatización problemas resueltos con autómatas programables (1994)

En un control de lazo cerrado el sistema se encarga de comprobar si el proceso fue terminado, los de sensores son los encargados de retroalimentar esa información para dar una respuesta y evaluar si el proceso fue finalizado o se lo vuelva a repetir.

Sistema electrónico

Un sistema electrónico es un conjunto especializado y armado con partes electrónicas de manera sistemática y adecuada.

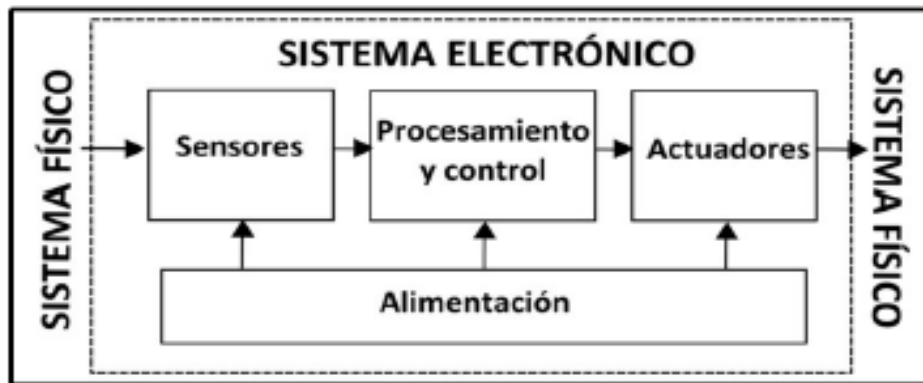
“Un sistema electrónico es un conjunto de: sensores, circuitería de procesamiento y control, actuadores y fuente de alimentación.” (Torrente, 2013)

El sistema eléctrico se compone de diferentes elementos de los cuales los sensores obtienen información del mundo físico externo y la transforman en una señal eléctrica que puede ser manipulada por la circuitería interna de control y puedan dar órdenes a los actuadores que componen el sistema.

“La fuente de alimentación proporciona la energía necesaria para que se pueda realizar todo el proceso descrito de “obtención de información del medio <-> procesamiento <-> actuación sobre el medio”. Ejemplos de fuentes son las pilas, baterías, adaptadores AC/DC.” (Torrente, 2013)

La fuente de energía con la que se alimenta cualquier sistema es muy indispensable y tiene que ser estable para que no ocurran variaciones de voltaje en los elementos ya que si esto ocurre tendríamos inestabilidad de obtención de datos y algunos elementos no funcionarían correctamente.

Figura 3. Sistema electrónico



Fuente: Curso práctico de Arduino (2013)

Comprende en analizar los datos del sistema físico para poder representarlos mediante variables que se puedan controlar.

Sensores industriales

“Un sensor se define como un dispositivo de entrada que provee una salida manipulable de la variable física medida”. (Corona, Abarca, & Mares, 2014)

Los sensores son un dispositivo de entrada y son los encargados de recibir las variables físicas de un sistema, midiéndolas e interactuando en el medio que se encuentren ubicadas, de esto existen dos tipos de sensores que entregan una señal analógica y una digital a la salida. La señal analógica se la puede interpretar mediante corriente o voltaje a la salida para obtener datos y la señal digital es más simple ya que se puede interpretar como códigos binarios 0/1.

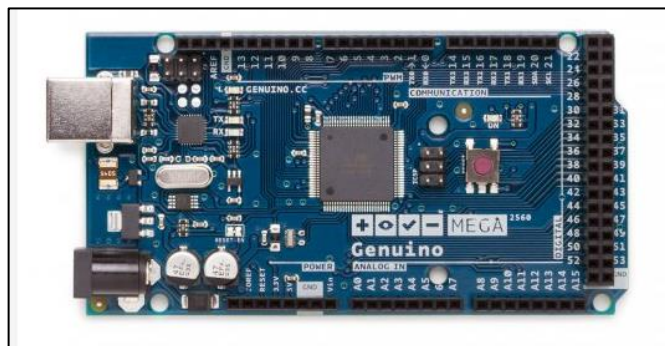
Tarjeta arduino

Para poder instalar un sistema de automatización es importante manejar sistemas y plataformas que ayuden al correcto funcionamiento de nuestros equipos entre ellos tenemos Arduino.

“Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado para artistas, diseñadores, como hobby y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos. Arduino puede sentir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos.” (Herrador, 2009)

Existe una gran variedad de tarjetas Arduino, lo que facilita el uso de cada una de ellas según las necesidades, en todas estas tarjetas el software es libre lo que implica que se puede aumentar elementos a una tarjeta ya ensamblada y venderla si así se lo desea, el lenguaje es universal y se puede unir ideas para lograr obtener un buen resultado con cualquier tarjeta Arduino.

Figura 4. Tarjeta Arduino “Mega”



Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560> Recuperado el 12 de octubre del 2016

Hardware libre

“El hardware libre (también llamado “open-source” o “de fuente abierta”) comparte muchos de los principios y metodologías del software libre. En particular, el hardware libre permite que la gente pueda estudiarlo para entender su funcionamiento, modificarlo, reutilizarlo, mejorarlo y compartir dichos cambios.” (Torrente, 2013)

El hardware libre permite a las personas estudiar y modificar las estructuras físicas de un componente para así obtener modificaciones que se acojan a las necesidades requeridas sin la necesidad de un permiso del autor.

Software libre

“La Fundación de software libre (Free Software Foundation) es una organización encargada de fomentar el uso y desarrollo del software libre a nivel mundial, un software para ser considerado libre ha de ofrecer a cualquier persona u organización cuatro libertades básicas e imprescindibles”: (Torrente, 2013)

- “Libertad 0: la libertad de usar el programa con cualquier propósito y en cualquier sistema informático.
- Libertad 1: la libertad de estudiar cómo funciona internamente el programa, y adaptarlo a las necesidades particulares. El acceso al código fuente es un requisito previo para esto.
- Libertad 2: la libertad de distribuir copias.
- Libertad 3: la libertad de mejorar el programa y hacer públicas las mejoras a los demás, de modo que toda la comunidad se beneficie. El acceso al código fuente es un requisito previo para esto.” (Torrente, 2013)

Esto quiere decir que un software es libre cuando el usuario tiene acceso al mismo sin ningún costo y puede ejecutarlo, copiarlo, distribuirlo, cambiarlo o modificarlo sin la necesidad de pagar algún tipo de permiso o derecho de autor, también debe cumplir con la libertad de las librerías antes mencionadas.

Lenguajes de programación arduino

“La plataforma Arduino se programa mediante el uso de un lenguaje propio basado en el popular lenguaje de programación de alto nivel Processing. Sin embargo, es posible utilizar otros lenguajes de programación y aplicaciones populares en Arduino.” (Daraviña y Valencia, 2014)

La plataforma de arduino se deriva de un lenguaje de un alto nivel, a más de eso la tarjeta brinda la facilidad al usuario de escoger el tipo de lenguaje y a su vez los compiladores de su preferencia.

Algunos ejemplos son:

- Java
- Flash (mediante ActionScript)
- Processing
- Pure Data
- MaxMSP (entorno gráfico de programación para aplicaciones musicales, de audio y multimedia)
- VVVV (síntesis de vídeo en tiempo real)
- Adobe Director
- Python
- Ruby
- C
- C++ (mediante libSerial o en Windows)
- C#
- Cocoa/Objective-C (para Mac OS X)
- Linux TTY (terminales de Linux)
- 3DVIA Virtools (aplicaciones interactivas y de tiempo real)
- SuperCollider (síntesis de audio en tiempo real)
- InstantReality (X3D)
- Liberlab (software de medición y experimentación)
- BlitzMax (con acceso restringido)
- Squeak (implementación libre de Smalltalk)
- Mathematica
- Matlab
- Minibloq (Entorno gráfico de programación, corre también en OLPC)
- Isadora (Interactividad audiovisual en tiempo real)
- Perl
- PhysicalEtoys (Entorno gráfico de programación usado para proyectos de robótica educativa)
- Scratchfor Arduino (S4A) (entorno gráfico de programación, modificación del entorno para niños Scratch, del MIT)
- Visual Basic .NET
- Php

“Esto es posible debido a que Arduino se comunica mediante la transmisión de datos en formato serie que es algo que la mayoría de los lenguajes anteriormente citados soportan. Para los que no soportan el formato serie de forma nativa, es posible utilizar software intermediario que traduzca los mensajes enviados por ambas partes para permitir una comunicación fluida.” (Daraviña & Valencia, 2014)

Es bastante interesante tener la posibilidad de interactuar con Arduino mediante esta gran variedad de sistemas y lenguajes ya que dependiendo de las necesidades del problema que vamos a resolver podremos aprovecharnos de la gran compatibilidad de comunicación que ofrece para realizar las diversas líneas de programación.

Calculo de conductores por caída de voltaje

“Las normas técnicas para instalaciones eléctricas recomiendan que la máxima caída de voltaje desde la alimentación a la carga, no debe exceder al 5%, de los cuales 3% se permite a los circuitos derivados (del tablero o interruptor a la salida para utilización) y el otro 2% se permite al alimentador (de la alimentación al tablero principal).” (Harper, 2005)

La caída de voltaje en una instalación eléctrica es importante tomar en cuenta ya que de esta depende en correcto funcionamiento de los equipo, un mal diseño de esta puede generar daños a los sistemas ya sean de control o fuerza. Una caída de voltaje excesiva mayor al 5% conduce a resultados indeseables, debido a que el voltaje en la carga se reduce.

Ecuacion para calculas la caida de voltaje

$$E = \frac{4 \times L \times I}{Vn \times S}$$

Dónde:

E= caída de tensión [v]

L= longitud del conductor [m]

I= corriente del motor [A]

Vn= tensión nominal del sistema [v]

S = sección transversal del conductor [mm^2]

“Se debe considerar un 25% más de la corriente a plena carga para dimensionar el calibre del conductor”. (Harper, 2005)

Ecuación para cálculo incremento de corriente para diseño.

$$I_{pc} = 1,25 \times I_n$$

I_{pc} = Corriente a plena carga [A]

I_n Corriente nominal [A]

Sistema hidropónico

Es una técnica de producción agrícola en la que se cultiva sin suelo y donde los elementos nutritivos son entregados en una solución líquida

“El término “hidroponía” tiene su origen en las palabras griegas “hidro” que significa agua y “ponos” que significa trabajo, o sea “trabajo en agua”. En los cultivos sin suelo, éste es reemplazado por un sustrato inerte donde los nutrientes (el alimento) que necesita la planta para vivir y producir son entregados en el riego. En un sistema hidropónico se puede cultivar todo tipo de plantas como por ejemplo, hortalizas, flores, pasto para forraje, plantas ornamentales, condimentos, plantas medicinales y hasta cactus.” (Oficina Regional de la FAO, 2003)

La hidroponía se la puede definir como la producción de cualquier planta en sustrato o en el agua sin utilizar la tierra como modo de siembra, se caracteriza por no depender de grandes extensiones de terreno para cultivar cualquier planta.

“La hidroponía es parte de los sistemas de producción llamados Cultivos sin Suelo. En estos sistemas el medio de crecimiento y/o soporte de la planta está constituido por sustancias de diverso origen, orgánico o inorgánico, inertes o no inertes es decir con tasa variable de aportes a la nutrición mineral de las plantas.” (Gilsanz, 2007)

Por lo tanto la hidroponía es un método de cultivo controlado y con parámetros en donde podemos cultivar cualquier tipo de planta sin la necesidad de contar con la presencia de suelo, por lo tanto los nutrientes son suministrados en manera de soluciones líquidas.

Ventajas de la siembra hidropónica

Los sistemas de cultivos hidropónicos ayudan de manera muy específica cuando no se tiene suelo y ya que los nutrientes son incorporados de maneras diversas las ventajas son muchas.

- “Son cultivos sanos pues se riegan con agua potable y se siembran en sustratos limpios y libres de contaminación.
- Existe mayor eficiencia en el uso del agua.
- Son apropiados para ocupar los espacios pequeños, techos, paredes, terrazas. ·
- Se obtiene mayor cantidad de plantas por superficie. Por ejemplo: en 1 metro cuadrado de suelo se siembran 9 lechugas, en 1 metro cuadrado en hidroponía se obtienen 25 lechugas.
- Es una técnica fácil de aprender y de bajo costo.” (Oficina Regional de la FAO, 2003)

Los cultivos hidropónicos tienen la ventaja de no desperdiciar el agua, menor cantidad de plaga ya que no están en el suelo y pueden ser aprovechados en menor espacio, dependiendo de la distribución en la que se realice el cultivo.

Especies que se pueden cultivar

“Son muchas las especies que se pueden cultivar bajo esta técnica; sin embargo, el productor debe considerar algunos factores como: plantas que mejor se adapten a las condiciones ambientales donde vive; cultivos anuales o de ciclo corto y que sean las más utilizadas en el hogar. Por otra parte, para fines comerciales, son utilizadas aquellas que brindan los mayores ingresos económicos como ocurre con algunas especies hortícolas y especias.” (Oficina Regional de la FAO, 2003)

La técnica hidropónica también permite la siembra y cultivo de varios tipos de especies y plantas, sin que sea necesario del uso de un terreno, se puede sembrar de especies de ciclo

corto hasta las especies de ciclo largo, teniendo en cuenta sus respectivos parámetros de crecimiento, para fines comerciales esta técnica es de gran beneficio con especies de ciclo corto.

“Entre las hortalizas que pueden utilizarse, son comunes las siguientes familias: tomate, chile, berenjena, papa, cebolla, ajo, cebollín, nabo, repollo, coliflor, brócoli, berro, pepino, melón, sandía, culantro, apio, perejil, zanahoria y lechuga.” (Oficina Regional de la FAO, 2003)

Sistema de película de nutrición “NFT”

“El cultivo mediante NFT (Nutrition Film Technique) por sus siglas en inglés, es una técnica de cultivo en agua, conocida también como técnica de flujo laminar, en la cual las plantas crecen manteniendo siempre su raíz dentro del agua.” (Grupo Xaxeni, 2016)

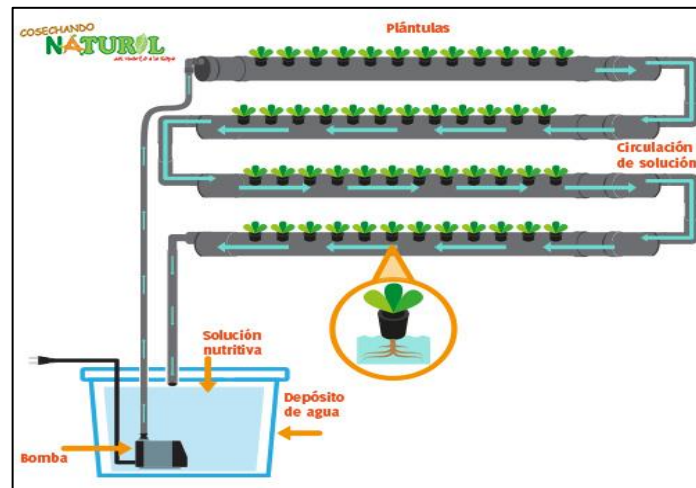
El cultivo NFT es la técnica de película de nutrición, bajo este método se puede cultivar plantas y su medio de desarrollo ya no es en la tierra sino solo en agua.

“La técnica consiste en hacer fluir con cierta frecuencia una capa fina o “chorrito” de solución nutritiva por conductos cerrados (algunos usan tubos), para mojar las raíces de las plantas que se encuentran insertadas en esos conductos.” (Guzmán, 2004)

La técnica de la película de nutrientes sirve para que las raíces de las plantas a través de un flujo de agua puedan absorber los nutrientes que requieren para su crecimiento y desarrollo, este flujo se lo realiza bajo condiciones que establezca la persona que esté a cargo del sistema, generando así un horario de alimentación o circulación del agua.

El sistema es totalmente cerrado lo que permite recircular el agua sin que esta se pierda más que por evaporación teniendo una pérdida de entre el 1 y 2 % de agua.

Figura 5. Diagrama de funcionamiento del sistema NFT



Fuente: https://www.cosechandonatural.com.mx/cultivo_mediante_nft_articulo38.html.
Recuperado el 24 de octubre del 2016

Ventajas del cultivo mediante película de nutrición “NFT”

- Ahorro de agua.
- Manejo automatizado.
- Ahorro en mano de obra.
- Ahorro en uso de sustratos.
- Mayor Producción en menos espacio.
- Menor pérdida de fertilizantes, pues solo se usa la cantidad necesaria.
- Hay mayores ganancias con menores inversiones, pues solo hay una fuerte inversión inicial en la instalación del sistema.

La ventaja económica de producir en esta técnica es muy interesante, pues la estructura para producir se puede manejar en diferentes niveles, podemos producir en metros cúbicos, esto es porque el sistema de NFT se puede instalar en paredes o de forma piramidal, lo que nos permite producir más lechugas en el mismo espacio.

Con esta técnica se puede producir cualquier variedad de hortalizas o plantas, teniendo en cuenta el espacio reducido que implica esta técnica, se la puede incorporar hasta en la terraza de una casa.

Solución nutritiva

“La solución nutritiva es un conjunto de sales minerales disueltas en el agua, que puede variar su proporción dependiendo de la especie y la etapa fenológica de la planta.” (Arias, Rodríguez, Garzón, 2015)

La solución nutritiva debe ir acompañada del tipo de cultivo que se esté llevando a cabo y no se debe mezclar variedades de cultivos para una misma solución ya que no todas las plantas necesitan los mismos nutrientes, para que un nutriente se considere como esencial para las plantas debe cumplir con tres requisitos.

- “Las plantas deben ser incapaces de completar su ciclo de vida en ausencia del elemento mineral.
- Las funciones del elemento no podrán ser sustituidas por otro elemento.
- El elemento debe estar directamente involucrado en el metabolismo de las plantas.”
(Arias, Rodríguez, Garzón, 2015)

Las nutrientes son importantes durante el ciclo de vida de las plantas y se los considera importantes cuando la ausencia de ellos provoca deficiencia en la planta, no son sustituibles con otro elemento y mejoran en desarrollo en la especie.

Parámetros de control

“Es importante mencionar que durante el desarrollo del cultivo la cantidad de nutrientes requerido por las mismas cambia, en el presente trabajo solo se utilizará un valor de pH y electro conductividad.” (Gutiérrez & Sánchez, 2012)

Con este concepto se estudiara los parámetros mencionados para determinar cuáles son las consecuencias de un mal manejo del mismo.

Que es el potencial hidrogeno “pH”

“El pH (pondus Hydrogenii) indica la acidez o alcalinidad de una solución. El valor del pH varía, por norma general, entre 0 y 14. Una solución con un valor de pH de 0 a 7 es ácida y

una con un valor de 7 a 14 es alcalina. Un valor de pH de 7 es considerado neutro.” (El Grupo Canna, 2016)

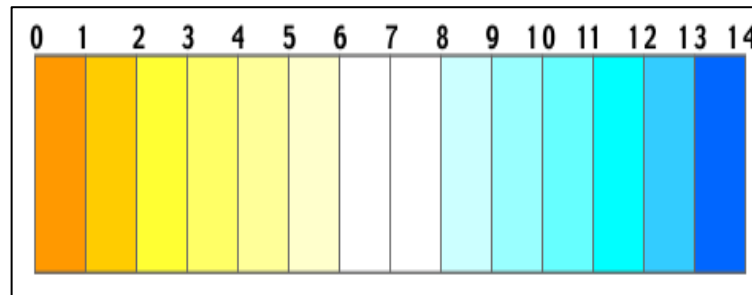
Se debe procurar mantener el (pH) adecuado para que la planta pueda desarrollarse de forma normal, este debe ser constantemente monitoreado antes de que circule el nutriente por las raíces.

Importancia del pH en hidroponía

“Uno de los factores que afectan la facilidad, o dificultad, que tienen las raíces para captar esas sustancias es el pH de la mezcla de agua con fertilizante. En términos sencillos, el pH indica la acidez de la mezcla.” (Brajovic, 2012)

Para un crecimiento exitoso de las plantas cultivadas en el método hidropónico es cuidar el nivel del pH del agua, de esto dependerá si las raíces de cada planta pueda o no absorber los nutrientes que requiere la especie o que se encuentre incorporados en los fertilizantes.

Figura 6. Escalas de pH, valores de acidez y alcalinidad representados por colores



Fuente: <http://www.hidroponic.cl/la-importancia-del-ph-en-hidroponia/>. Recuperado el 28 de octubre del 2016

“La pregunta obvia es qué tiene que ver esto del pH en hidroponía y con la alimentación de la planta. Pues bien, el pH de la mezcla afecta las propiedades químicas de las sustancias que la componen, así como las propiedades de las raíces (particularmente, la carga eléctrica alrededor de ellas). La consecuencia es que hay sustancias que son más fáciles de absorber por las raíces a un cierto pH, y otras que requieren un pH diferente para que las raíces las puedan capturar.” (Brajovic, 2012)

Si el pH se encuentra por niveles bajos a 7 la solución se vuelve acida y provoca daños a las raíces de las plantas o si la solución es demasiado alta de 7 esta se vuelve alcalina que de igual forma ocasiona problemas a las plantas, por este motivo es importante tener un control de este parámetro dentro de la solución nutritiva.

Electro conductividad

“La conductividad eléctrica (CE) se define como un estimador de la concentración de sales disueltas en el agua, permitiendo evaluar la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, el valor se expresa en ms/cm (milisimens sobre centímetro)” (Grupo Hydro environment, s.f.)

En hidroponía es necesario controlar la electro conductividad para garantizar que las plantas absorban los nutrientes disueltos en el agua y pueda crecer de forma adecuada, este parámetro debe ser controlado en la mezcla es decir antes que circule por las raíces para garantizar que la planta absorba los nutrientes necesarios.

Por qué es importante la electro-conductividad

“La electro-conductividad en la hidroponía tiene su importancia en la asimilación de los nutrientes para plantas, el tener lecturas altas de electro-conductividad resultan valores fitotóxico (que presenta toxicidad la planta), pero en el caso de ser bajos se tiene deficiencia de nutrientes, así que para mantener la disponibilidad de nutrientes se recomienda mantenerla en los rangos de 1.5 a 3 ms/cm (milisimes/centímetro) o 750 a 1500 ppm”. (Grupo Hydro environment, s.f.)

Es importante mantener el rango de electro conductividad ya que con valores muy bajos la planta no absorbe los nutrientes y con valores elevados la planta llegaría a tener intoxicación lo que nos genera pérdida de cosecha.

Cómo afecta la conductividad el crecimiento de la planta

Afecta de manera directa en la asimilación de nutrientes en las plantas que están cultivadas bajo este sistema.

“La conductividad es realmente una medida de los nutrientes en la solución. Baja conductividad implica baja concentración de nutrientes, los cuales usualmente resultan en una deficiencia nutricional y en un índice de crecimiento bajo de sus plantas. Una alta conductividad es más alimento para sus plantas; sin embargo, tener cuidado de altos niveles ya que estos pueden quemar o matar a las plantas.” (Vargas, 2015)

Por lo tanto podemos identificar de acuerdo a un instrumento electrónico la conductividad, si estamos proporcionando los nutrientes específicos a cada tipo de plantas que estamos cultivando.

Humedad relativa (Hr)

“Es la cantidad de agua contenida en el aire, en relación con la máxima que sería capaz de contener a la misma temperatura. Existe una relación inversa de la temperatura con la humedad, por lo que a elevadas temperaturas aumenta la capacidad de contener vapor de agua y disminuye la HR. Con temperaturas bajas la HR aumenta. Cuando la HR es excesiva las plantas reducen la transpiración y disminuyen su crecimiento, cuando la HR es mínima las plantas transpiran en exceso y se deshidratan”. (Gutiérrez, & Sánchez, 2012)

La humedad relativa es el porcentaje de agua que contiene el aire, mientras más alta seas la temperatura ambiente más baja será la humedad relativa y si la temperatura baja la humedad se incrementa.

Entonces es importante saber la humedad relativa del ambiente en el que están desarrollándose las plantas que se encuentran en el cultivo.

Humidificación ambiental

“La humedad es una característica ambiental vital para las plantas, ya que un nivel adecuado de esta variable propicia de forma extensiva el desarrollo del cultivo. El exceso o falta de humedad en el cultivo propicia la degradación o suspensión de la fotosíntesis — la conversión de materia inorgánica en materia orgánica mediante la energía que aporta la luz solar.” (Ponce, 2013)

Los sensores tienen la función de obtener los datos de humedad en la que se encuentra el ambiente o lugar donde estén instalados, mediante actuadores para controlar este parámetro se puede mantener un rango estable de la humedad y así mantener una humedad constante para las plantas para que no exista un exceso de humedad o a su vez que esta baje demasiado y así tener un desarrollo adecuado de las plantas sin ningún tipo de problema o plaga.

“Como es el principal sistema de alimentación de las plantas, si este sistema se ve afectado la planta deja de desarrollarse y comienza a morir. Para mantener los niveles adecuados de humedad se utilizan sensores de humedad y sistemas de humidificación (humidificadores).” (Ponce, 2013)

Los humidificadores son dispositivos diseñados para aumentar la humedad del lugar donde son instalados y según sea necesario rocían agua a los cultivos y a su vez refrescar el ambiente.

“En las condiciones de baja o nula humedad las plantas sufren estrés y se les impide el intercambio de oxígeno, CO₂ y nutrientes. Como consecuencia, el radio de crecimiento de las plantas decrece dramáticamente si no existe la humidificación apropiada.” (Ponce, 2013)

Cuando hay una humedad baja en el medio donde se desarrollan los cultivos estas tienden a disminuir su crecimiento.

9. PREGUNTA CIENTIFICA O HIPOTESIS

La implementación de un sistema automático de fertilización en cultivos hidropónicos, mejorara el proceso del sistema de riego en cultivo de hortalizas del ciclo corto.

Variable dependiente

Tabla 3. La implementación de un sistema automático de fertilización en cultivos hidropónicos.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
A un sistema manual de procesos, incorporar sensores y actuadores, para que las acciones que se desarrolla se las realice de forma automática.	Control automático de evaluación del sistema	pH Conductividad Humedad	<ul style="list-style-type: none"> • Mediciones por Niveles Medición de parámetros <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de parámetros de entrada y salida <ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación, <ul style="list-style-type: none"> • Sensores de nivel • Sensor de pH, conductividad y humedad relativa. <ul style="list-style-type: none"> • Observación <ul style="list-style-type: none"> • Observación

Elaborado por: Grupo de investigadores

Variable independiente

Tabla 4. Mejorará el proceso de producción del cultivo.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSION	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
Acciones relacionadas a mejorar el sistema de producción	Empresa Hidrosil	<p>Optimización del proceso</p> <p>Facilidad de operación</p>	<p>Comparación de tiempos preparación de compuestos.</p> <p>Tablero de Control</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Observación • Sensores de nivel • Sensor de pH, conductividad y humedad relativa • Observación parámetros de entrada y salida

Elaborado: Grupo de investigadores

10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Métodos de investigación

Método bibliográfico

“En un sentido amplio, el método de investigación bibliográfica es el sistema que se sigue para obtener información contenida en documentos. En sentido más específico, el método de investigación bibliográfica es el conjunto de técnicas y estrategias que se emplean para localizar, identificar y acceder a aquellos documentos que contienen la información pertinente para la investigación.” (López, 2001)

Este método se lo utilizara ya que se requiere una construcción clara de las fuentes que incorporaran el marco teórico y a su vez de la variable dependiente e independiente, extrayendo puntos clave de diferentes autores, folletos o artículos de internet sobre programación, control de procesos, automatización, hidroponía y sistemas de riego.

Método descriptivo

“Consiste en evaluar ciertas características de una situación particular en uno o más puntos del tiempo. En esta investigación se analizan los datos reunidos para descubrir así, cuales variables están relacionadas entre sí.” (Acero, 2012)

Es descriptiva porque se va a recoger información y se la organizara para dar una idea clara de la situación de la descripción a cerca del proyecto de manera general y para eso necesitamos conceptos en base a la información de autores, expertos sobre el diseño, fuentes bibliográficas de sistemas de automatización en hidroponía..

Técnicas de investigación

La observación

“Observar supone una conducta deliberada del observador, cuyos objetivos van en la línea de recoger datos en base a los cuales poder formular o verificar hipótesis.”(Benguría, S, Alarcon,

B. & Gomez, L. 2010)

Permite determinar los acontecimientos, hechos y resultados obtenidos en el proceso de la investigación, mediante la observación estableceremos los estándares y parámetros que se necesitan para el control del sistema automático en Hidroponía.

Diseño experimental

En los siguientes ítems se dará a conocer los detalles sobre el proceso de la automatización y fertilización de cultivos hidropónicos.

Selección la tarjeta Arduino

Para la selección de la tarjeta Arduino primero se realizó el dimensionamiento para determinar cuántas entradas y salidas se requiere en el sistema.

Según el dimensionamiento que se elabora, se necesita de 18 entradas digitales para cada uno de los sensores de nivel y 19 salidas digitales, estas salidas servirán para activar a los actuadores del sistema a más de ello también se requiere de 3 entradas analógicas para los sensores de pH, conductividad y humedad relativa, con estos requerimientos se seleccionó la tarjeta Arduino 2560 y presenta las siguientes características:

Tabla 5. Especificaciones técnicas de la tarjeta arduino

Microcontrolador	<u>Atmega2560</u>
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límite)	6-20V
E / S digitales prendedores	54 (de los cuales 15 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	16
Corriente continua para Pin I / O	20 mA
Corriente CC para Pin 3.3V	50 mA
Memoria flash	256 KB, 8 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad de reloj	16 MHz

LED_BUILTIN	13
Longitud	101.52 mm
Anchura	53,3 mm
Peso	37 g

Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>. Recuperado el 11 de noviembre del 2016

Según las especificaciones técnicas cumple con las condiciones de voltaje, entradas y salidas, digitales y analógicas requeridas para el proyecto

Touch panel

Para visualizar los resultados que se obtenga de las composiciones de los fertilizantes, control de clima del invernadero y manipular cualquiera de estas variables, se implementara al sistema un touch panel de la marca “Nextion”, compatible con la tarjeta arduino y cuenta con una conexión serial para enlazarlos.

Tabla 6. Especificación técnicas del touch panel

	Datos	Descripción
Color	65K (65536) Colores	16 bits, 5R6G5B
Tamaño del diseño	181 (L) x 108 (W) x 9 (H)	NX8048T070_011R
Área activa (AA)	164.9mm (L) x 100 mm (W)	-
Área Visual (VA)	154.08mm (L) x 85.92mm (W)	-
Resolución	800 x 480 píxeles	También se puede establecer como 480 x 800
tipo de toque	Resistor	-
Toques	> 1000000	-
Iluminar desde el fondo	LED	-
Curso de la vida de luz de fondo (media)	> 30.000 horas	-

Brillo	180 noche 230nit (NX8048T070_011R)	0% a 100%, el intervalo de ajuste es 1%
Peso	268 g (NX8048T050_011N)	-

Fuente: <https://www.itead.cc/wiki/NX8048K070>. Recuperado el 11 de noviembre del 2016

Tabla 7. Características electrónicas del touch panel

	Condiciones de la prueba	Min	Típico	Max	Unidad
Tensión de funcionamiento		4.75	5	7	V
corriente de funcionamiento	VCC = + 5V, brillo es 100%	-	510	-	mA
	Modo de sueño	-	15	-	mA
Recomendada Fuente de alimentación: 5V, 2A, DC					

Fuente: <https://www.itead.cc/wiki/NX8048K070>. Recuperado el 11 de noviembre del 2016

Banco de relés

Se hizo indispensable la implementación de un banco de relés que se compatible con arduino para poder comandar el sistema de control, la tarjeta arduino envía una señal digital a cada uno de los relés y mediante la alimentación del bobinado de los mismos con 12v DC, hace posible la activación de cualquier elemento actuador del sistema.

Los relés controlan la activación y desactivación de tanto para las bombas y diferentes para electroválvulas.

Características del banco de redes para Arduino:

- Se puede utilizar directamente con las salidas de Arduino o cualquier Microcontrolador que tenga salidas desde 3.3V-5V.
- Activa cargas de AC/DC de alto voltaje y corriente fácilmente.
- La activación de los Relays es por medio de optoacopladores por lo cual tiene alta inmunidad al ruido eléctrico, rápida respuesta.

- Los Relays de la placa soportan cargas de AC hasta 250VAC/10A y de DC hasta 30VDC/10A.
- Cuenta con bornes de tornillo para fácil conexión
- Leds de actividad ON/OFF para cada Relay.

Sensor de pH

El sensor de pH de agua sirve para medir la acides o alcalinidad de la solución, el sensor que se implementa es de marca “DFRobot” y modelo PH meter (SKU: SEN0161), mismo que es compatible con la tarjeta arduino lo cual garantiza una correcta interpretación y lectura de este parámetro. Ver anexo A.

Cuenta con las siguientes características:

- Alimentación: 5.00V
- Rango de medición: 0-14 pH
- Temperatura de medición: 0-60°
- Precisión: $\pm 0.1\text{pH}$ (25°)
- Tiempo de respuesta: $\leq 1\text{min}$
- Sonda de pH con conector BNC
- Ajuste de ganancia
- Indicador LED

Sensor de conductividad

El sensor de electro conductividad sirve para registrar y a su vez comparar que los parámetros de la solución nutritiva sean los adecuados, el sensor que se implementa es de marca “DFRobot” modelo EC Meter SKU: DFR0300, compatible con la tarjeta Arduino, con esto corrige este valor mediante la activación de la electroválvula que interviene en este caso. Ver Anexo B.

A continuación se detalla sus características:

- Voltaje de funcionamiento: + 5.00 V
- Tamaño de PCB: 32mm * 45mm
- Rango de medición: 1 ms/cm-20 ms/cm
- Temperatura aplicable: 5-40
- Precisión: < + 10% F.S. (exactitud depende de la precisión de la calibración)
- Electrodo de conductividad eléctrica longitud del cable: acerca de 60 cm
- Tipo impermeable DS18B20 sensor de temperatura
- Luz indicadora de encendido
- Medidor de EC placa de circuito
- Tipo impermeable DS18B20 sensor de temperatura de
- Enchufe adaptador del sensor

Sensor de humedad relativa

Se requiere censar la humedad interior del invernadero y para este servicio se incorpora al sistema el sensor DHT22, compatible con la tarjeta Arduino, este sensor se lo instala en el interior del invernadero para desde ahí obtener el valor la humedad relativa para que arduino encienda o apague la bomba de agua de los aspersores, ya que si la humedad no se encuentra dentro de los parámetros que requiere el cultivo pueden llegar a sufrir algún tipo de enfermedad, lo que genera pérdidas para el propietario. Ver anexo C.

A continuación se indica sus características.

Tabla 8. Especificaciones técnicas del sensor de humedad

Model	DHT22
Power supply	3.3-6V DC
Output signal	digital signal via single-bus
Sensing element	Polymer capacitor
Operating range	humidity 0-100%RH; temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity +2%RH(Max +5%RH); temperature <+-0.5Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +-1%RH; temperature +-0.2Celsius
Humidity hysteresis	+0.3%RH
Long-term Stability	+0.5%RH/year
Sensing period	Average: 2s
Interchangeability	fully interchangeable
Dimensions	small size 14*18*5.5mm; big size 22*28*5mm

Fuente: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>. Recuperado el 11 de noviembre del 2016

Sensores de nivel horizontales

Para medir el estado de los tanques de agua (lleno o vacío), los sensores de nivel horizontales se encargaran de avisar a la tarjeta arduino cuál es el nivel de agua de los tanques para iniciar o finalizar un proceso, los sensores de nivel son compatibles con la tarjeta arduino ya que dan una señal digital 0/1.

Electroválvulas

Se requiere un control de apertura o cierre del flujo de los líquidos en cada uno de los tanques y se incorporó al circuito hidráulico hay un total de 11 electroválvulas, de las cuales 2 electroválvulas están instaladas a las salidas de los depósitos de fertilizante y control de pH, 1 electroválvula sirve para la recircular la solución nutritiva, 1 para compensar con agua el primer tanque de 250 litros, 1 para rebajar la conductividad de la solución, 1 para enviar la mezcla al tanque de despacho y 1 más para el paso del agua con fertilizante al tanque de agua para realizar las mediciones de parámetros.

Para la distribución de riego “NFT” se implementó 3 electroválvulas ya que el sistema está dividido en tres grupos y la última electroválvula la utilizaremos para controlar la humedad relativa del invernadero.

- **Voltaje** = 12 v dc
- **Potencia** = 5,5 w
- **Presión** = 0.0208 Mpa
- **Diámetro** = ½”
- **Características** = funcionamiento NC

Accesorios de arduino

Con la implementación de la tarjeta arduino se ve la necesidad de incorporar una placa para en ella colocar varios accesorios y componentes que facilitan el acceso para las conexiones de comunicación entre sensores, relés y también para almacenar de datos.

Placa de baquelita

Se utiliza una placa de baquelita de 20x15cm, para montarla encima de la tarjeta arduino, esta placa cuenta con un circuito impreso en uno de sus lados con las conexiones de entradas y salidas que requiere nuestro sistema y a este circuito se incorpora pines de tipo macho que están colocados de acuerdo con la posición de los pines de tipo hembra de la tarjeta arduino. Ver anexo D.

En el otro lado de la placa se colocó pines de tipo macho para establecer comunicación con los sensores analógicos y otro bloque para un bus de datos que servirá para comunicación con el banco de relés, se instaló también 2 conectores RJ-45 tipo hembra y además en la placa se incorporó un shield microSD con una tarjeta de memoria respectivamente y un shield DS3231 para obtener la fecha y hora en tiempo real. Ver anexo D.

Módulo de DS 3231 – reloj para arduino

Se implementó este shield DS3231 ya que la tarjeta arduino no cuenta con un reloj propio en el sistema, este shield permite llevar un registro detallado de la fecha y hora en el microcontrolador, además el shield cuenta con una batería externa de 3,5 voltios la cual sirve para que no se pierdan estos valores si se desenergiza la tarjeta arduino. Ver anexo D

Para configurar este shield es necesario obtener las líneas de programación e ingresarlas al IDE de arduino e incluir la respectiva librería del shield.

Una vez compilado y cargado el programa a la tarjeta arduino mediante conexión serial y en la opción del IDE de monitor serial es necesario configurarlo a una velocidad 115200 kbps con esto se podrá observar en el monitor que el shield está funcionando, y para establecer la hora del sistema se ingresa como instrucción en números de año, mes, día, hora, minuto y segundo y presionando enter arduino adquiere esos valores y los ejecuta. Echo eso se puede cargar el nuevo programa que va ser ejecutado en el proyecto ya que este no interfiere con la configuración de la fecha y hora.

Shield microSD

Arduino cuenta con un puerto propio para una microSD, por este motivo se implementa un shield microSD y se lo instalo en la placa de baquelita con la finalidad de almacenar los parámetros recogidos por los sensores analógicos como son de pH, electro-conductividad del agua y la humedad relativa. Ver anexo D

Si se coloca una tarjeta SD por primera vez el microprocesador de arduino se encarga de crear una carpeta y un archivo con un nombre pre-programado y es ahí donde los parámetros serán almacenados cada cierto tiempo. Para hacer esto es necesario incluir la librería del shield seleccionado a las líneas de programación.

Conectores RJ-45

Para tener una mejor forma de realizar las conexiones de los sensores digitales, en la placa se instala 2 conectores RJ – 45 tipo hembra que mediante los pines tipo macho y el circuito impreso están acoplados a la tarjeta arduino para receptar las señales de cada uno de los sensores de nivel y conjuntamente con 2 conectores RJ-45 tipo macho y cable UTP de 4 pares se establece comunicación entre los sensores y la tarjeta arduino.

Fuente variable de 120v a 12 voltios – 12watts

Esta fuente variable de 0 a 12 voltios DC, sirve para proveer de 5 voltios DC para energizar la tarjeta arduino. El bobinado primario de la fuente se alimenta con 120 voltios Ac.

Fuente de 120v a 12 voltios DC – 120 watts

Esta fuente se la implementa al sistema para suministrar 12 voltios DC a las electroválvulas de todo el sistema, asimismo sirve para energizar cada uno de las luces indicadoras del tableta que se alimentan con el mismo nivel de voltaje que las electroválvulas, además la fuente también suministra energía a las bobinas del banco de relés que también consumen 12 voltios. El bobinado primario de la fuente se alimenta con 120 voltios Ac.

Cable tipo par trenzado “UTP”

Para la comunicación de sensores analógicos y digitales con la tarjeta arduino, se utiliza cable UTP categoría 5e de 4 pares, que por su bajo costo y su fácil manipulación es ideal para el sistema, además para protección del cable se lo instala dentro de una tubería tipo conduit de ½ pulgada.

Bomba de agua

La plantación ya contaba con dos bombas de agua de ½ Hp, 120V y una bomba lavadora, la primera bomba sirve para enviar el líquido a través del circuito hidráulico hasta el tanque de despacho, a más de ello esta bomba también se la utiliza para recircular el agua en el mismo tanque, esto se lo hace con el fin de mezclar bien la solución nutritiva

La segunda bomba se la utiliza para empujar el agua hacia los aspersores, con esto se hace posible mantener una humedad constante en el invernadero.

A estas dos bombas se las conecto al circuito de fuerza y a su vez este circuito esta comandado por el circuito de control que se lo realiza con arduino. Ver plano 1

Características de las bombas:

Alimentación principal: 120v AC

Corriente nominal: 5.5 A.

Potencia: ½ Hp

La bomba de lavadora se la incorporo a la salida del tanque de compensación, para que se transfiera el líquido de este tanque al de mezcla. La bomba es de 120V – 35 watts y con una presión de 30 litros por minuto.

Luces Indicadoras, alarma y paro de emergencia

Las luces indicadoras están colocadas en el tablero de control y sirven para indicar al operador cual es la electroválvula que se encuentra en funcionamiento, además de eso se instala una

alarma, esta sirve para dar alertas de que en el sistema se produjo un error o a su vez que en los tanques de compuestos se agotó los fertilizantes.

El paro de emergencia también está en el tablero de control, ya que si existe alguna fuga o algún tipo de daño tanto en el sistema eléctrico como hidráulico, el accionamiento de este botón es indispensable para detener cualquiera de los procesos que se esté realizando, pausando momentáneamente el circuito.

Depósitos de agua

La microempresa Hidrosil en su sistema instalado cuenta 3 tanques de agua de 250 litros cada uno; el primer depósito sirve para mantener siempre agua con fertilizante preparado, el segundo depósito de agua se lo usa para realizar la medición de parámetros y composición de la solución final, el tercer tanque de agua de 250 litros se utiliza para almacenar la solución terminada y tener listo para la respectiva distribución al sistema NFT del cultivo hidropónico.

A esto se incorpora 2 depósitos “canecas” de 30 litros cada uno, estos permiten almacenar los componentes de fertilizante y pH y servirán perfectamente guardar dosis de compuestos para la preparación de la solución nutritiva, según sea el requerimiento.

Diseño de la interfaz de la pantalla táctil

Para la programación de la interfaz se utiliza el programa propio de la pantalla denominado “Nextion”, este software es gratuito y se lo puede descargar de la página oficial.

Una vez instalado el programa se configura según el tamaño y tipo de pantalla, en este caso la pantalla que se utilizó es del tipo básica de 7 pulgadas con una resolución de 800x400 megapíxeles, terminado esto se inició con la creación de pantallas y líneas de programación para enlazarlas con la tarjeta arduino.

Una vez definido el número y diseño de las pantallas, se establece dos pantallas para alertas, una para configuración, una pantalla principal, y una para modo manual.

Con la ayuda del programa “Corel Draw” (programa de diseño y edición gráfica) se realiza cuadros con las medidas especificadas para dentro de ellas generar la pantalla Scada del

proceso y las pantallas de alerta, se los guardo en formato PNG para luego cargarlas al programa “Nextion” y ahí generar los enlaces necesarios para obtener detalles del sistema.

La pantalla de inicio está diseñada para mostrar todo el sistema del proyecto y obtiene parámetros en tiempo real de cada uno de los sensores analógicos como digitales, también muestra la fecha y la hora. Ver anexo E

La pantalla de configuración está diseñada para que el usuario pueda programar los set points de pH, conductividad y humedad relativa a más de ello también podrá establecer las horas de preparación de la mezcla y despacho de la misma.

Las pantallas de alertas se muestran si se agota el contenido del tanque de fertilizante o de ácido. Ver anexo E

Escritura de las líneas programación de arduino

Para poder llevar a cabo todo el proceso de la automatización del sistema se escribió todas las líneas del programa para que la tarjeta arduino las pueda ejecutar según sea el caso.

Es necesario descargar el IDE, que es software oficial de arduino, este software es libre y brinda la opción para descargar según el sistema operativo que se requiera ya sea para Windows o Linux. Una vez instalado el software se lo ejecuta y se lo configura según el tipo de arduino que se disponga.

Primero se diseñan diagramas de procesos para tener claro cómo tiene que comportarse el sistema en modo automático y en modo manual. Ver anexo F.

La escritura del programa se la realizo en lenguaje C ya que de este lenguaje arduino lo reconoce sin problemas, se inicia la escritura del programa añadiendo las librerías de todos los accesorios como son sensores analógicos, pantalla, microSD y DS3231, para que arduino los pueda reconocer, y pueda arrancar el programa.

Después se enlisto todas las entradas como son los sensores y las salidas que son los relés y se las denomina con un nombre a cada una de ellas y se asigna los pines de arduino.

Para el proceso del sistema se utiliza las condiciones de “if – else – while – for” que fueron formando cada una de las líneas de condiciones para las acciones que debe realizar la tarjeta arduino. Ver anexo G.

Dimensionamiento eléctrico

Para la instalación eléctrica del sistema, se realiza los siguientes cálculos para dimensionar el calibre del conductor y las protecciones de las bombas de agua, aplicando la ecuación para dimensionar la corriente a plena carga se obtiene el calibre del conductor con los siguientes parámetros.

Características de las bombas de agua.

$$P = \frac{1}{2} H_p$$

$$V = 120v$$

$$I_n = 5.5 A$$

Corriente a plena carga:

$$I_{pc} = I_n \times 5,5$$

$$I_{pc} = 1,25 \times 5.5A$$

$$I_{pc} = 6,9A$$

Con la corriente de 6,9 A. se selecciona el conductor AWG #16 del tipo TFF la sección transversal del conductor es 1,31 y se calculó su caída de tensión. Ver anexo H

Aplicando la ecuación para determinar la caída de tensión el circuito y reemplazando con los datos calculados se obtiene como resultado una caída de tensión de 2,93% en los motores el circuito puede funcionar sin problemas con el conductor seleccionado

También con estos parámetros seleccionamos la protección para cada uno de ellos tanto el termomagnética de 10 A, y un relé auxiliar del mismo amperaje.

- **Numero de conductor para las electroválvulas**

El conductor que se selecciona para las electroválvulas es el AWG #22, el calibre de este conductor es bajo ya que la corriente de la electroválvula es de 0,46A. Ver anexo I

Diseño del tablero de control y tablero secundario

El diseño y la implementación de los tableros se realizan según las necesidades que se requiere en cada punto donde posteriormente son instalados.

Tablero de control

Para la ubicación de los accesorios e implementos que forman parte del sistema de control, potencia y sistema de protecciones se instaló un tablero de 60x40cm, el tamaño de este tablero se lo dimensiono en base todos los accesorios que están acoplados en el interior, la distribuidos se la realizo siguiendo una secuencia que va desde la fuente de alimentación en la parte superior del mismo hacia las borneras de salida en la parte inferior de tablero. Ver plano 2

En la parte externa del tablero en la tapa, se coloca el touch panel, luces indicadoras, botones de operación y paro de emergencia. Las luces indicadoras también están colocadas la tapa y siguen el orden de los procesos, para tener un mejor reconocimiento de cuál es la función que se encuentra realizando el sistema.

Además se colocó 2 botones pulsadores, el uno sirve para ingresar a la pantalla de modo manual del sistema y el segundo pulsador para acceder a la pantalla de configuraciones de parámetros.

El paro de emergencia también está colocado en la tapa del tablero ya que de existir alguna anomalía en el sistema este botón es útil para detener cualquier proceso que se está llevando a cabo. Ver anexo J

Se ubicó el tablero en un punto estratégico de la vivienda que facilita al propietario el acceso a él y se tomó en cuenta que a este no lo afecten las condiciones de humedad o calor.

En el interior del tablero no fue necesaria la instalación de un sistema de refrigeración forzado ya que el tablero cuenta con la ventilación necesaria y los componentes internos no generan calor excesivo como para dañar algún elemento.

Tablero secundario

Se instaló este tablero con borneras en su interior para facilitar la conexión de todos los sensores y electroválvulas al sistema, además este tablero cuenta con un botón de paro de emergencia, ya que el tablero está ubicado en el segundo piso de la plantación. Ver anexo K

11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Una vez acoplado todos los sensores y electroválvulas para el control del sistema de preparación de nutrientes, sistema de riego y el control de la humedad del invernadero se procede al análisis de funcionamiento de cada uno de ellos. Ver plano 3

Proceso del tanque T3 de compensación

Los accesorios que intervienen en este proceso son:

- Sensor de mínimo (Smin3)
- Sensor de medio (Smed1)
- Sensor de máximo (Smax1)
- Electroválvula (AG)
- Tanque 1 de fertilizante (FR)
- Sensor de mínimo (Smin1)
- Electroválvula (FR)

Figura 7. Tanques de compensación y mezcla



Elaborado por: Grupo de investigación

El tanque (T3) es de compensación consta con un sensor de mínimo nivel (Smin3), este al ser activado, inmediatamente activa la electroválvula “AG” y servirá para comenzar el llenado del mismo hasta llegar al sensor de nivel medio (Smed1), aquí se desactivara esta electroválvula , y enseguida activara la electroválvula “FR” por un determinado tiempo hasta que ingrese la cantidad de líquido para esta composición, finalizado ese tiempo se desactiva la electroválvula “FR” y vuelve a activarse la electroválvula “AG” hasta que el líquido llegue a activar al sensor de nivel máximo (Smax1), una vez activado este sensor se apagara la electroválvula y finalizará el proceso de este tanque.

El proceso de llenado del tanque T3 se repite, solo cuando el sensor de mínimo (Smin3) se vuelva a activar, mientras tanto puede seguir compensando de líquido al tanque de mezcla.

Si durante la trasferencia del líquido del tanque (T3) al (T4 de mezcla), llega a faltar y no se activa el sensor de máximo del tanque (T4), el sistema se pausa hasta que el tanque (T3) cumpla con la condición de llenado. Se activa el sensor de máximo nivel (Smax1) del tanque T3, continua transfiriendo el líquido al tanque (T4) hasta llenarlo.

- Si el sensor de nivel mínimo (Smin1) del tanque (T1) de fertilizante se activa, inmediatamente el proceso se detiene y muestra en la pantalla que el tanque de fertilizante está sin líquido, también se activa una alarma sonora.

Transferencia de líquido del tanque T3 de compensación al T4 de mezcla

Los accesorios que intervienen en este proceso son:

- Bomba (C)
- Electroválvula (CM)
- Sensor de máximo nivel (Smax2)

La electroválvula “CM” y la Bomba “C”, se activa siempre y cuando el sensor de máximo nivel (Smax2) del tanque (T4) no este activado, este proceso se demora el tiempo que sea necesario hasta que el sensor (Smax2) es activado. Cuando el sensor se activa la electroválvula y bomba se apagan.

Proceso del tanque T4 de mezcla

Los accesorios que intervienen en este proceso son:

- Sensor de máximo nivel (Smax2)
- Sensor de mínimo nivel (Smin4)
- Bomba principal(P)
- Electroválvula de subida (SB)
- Electroválvula de recirculación (RC)
- Tanque (T2) de control de pH
- Sensor de mínimo Nivel (Smin2)
- Electroválvula de control de conductividad (EC)
- Electroválvula de control de pH (PH)
- Sensor de máximo nivel (Smax3)

El proceso de este tanque comienza cuando el sensor de máximo nivel (Smax2) está activado y el sistema mide y muestra en la pantalla los niveles de pH y conductividad con los que ingresa el agua.

Si el pH es mayor al valor predeterminado, el sistema activa la electroválvula “PH” del tanque (T2) de ácido, durante un tiempo calculado para corregir dicho parámetro.

- Si el sensor de nivel mínimo (Smin2) del tanque (T2) se activa, inmediatamente el proceso se detiene y activa una alarma e indica en la pantalla que el tanque 2 (T2) de ácido está sin líquido y espera a que sea completado para continuar.

Si la conductividad es mayor al valor predeterminado, el sistema activa la electroválvula “EC”, esta electroválvula está directamente conectada a una llave de agua y se mantendrá activada durante un tiempo calculado para reducir la conductividad.

Si la conductividad es menor al valor predeterminado, el sistema activa la electroválvula y bomba de compensación, durante un tiempo calculado para aumentar la conductividad.

Una vez realizado el proceso de comparación de parámetros se activa la electroválvula “RC” y la bomba “P” para recircular en el mismo tanque la mezcla durante 2 minutos, esto también permite la oxigenación de la solución nutritiva.

Terminados los 2 minutos se apaga la bomba y la electroválvula, para volver a tomar los datos con los sensores de pH y conductividad y en caso de ser necesario vuelve al proceso para corregir nuevamente los parámetros.

Si se vuelve a corregir los parámetros automáticamente se regresa al proceso de circulación.

Si los parámetros no son los adecuados en una tercera toma de datos se repetirá el mismo ciclo.

En el caso de existir un cuarto ciclo, inmediatamente se detiene el proceso y se activa una alarma, mostrando en pantalla que no se cumplió con los parámetros de pH o conductividad; el proceso vuelve a continuar siempre y cuando se lo reinicie desde la pantalla.

Nota: este cuarto ciclo se daría en el peor de los casos ya que no debería llegar a pasar.

Una vez que los parámetros son los adecuados, se activa inmediatamente la electroválvula “SB” y nuevamente la bomba principal “P”, para comenzar a llenar el tanque (T5) de despacho.

La bomba principal y la electroválvula de subida se apagan cuando se active el sensor de mínimo (Smin4) del (T4) o a su vez si se activa el sensor de máximo nivel (Smax3) del tanque 5 (T5) de despacho, esto para proteger de derrames y a su vez proteger la bomba de agua.

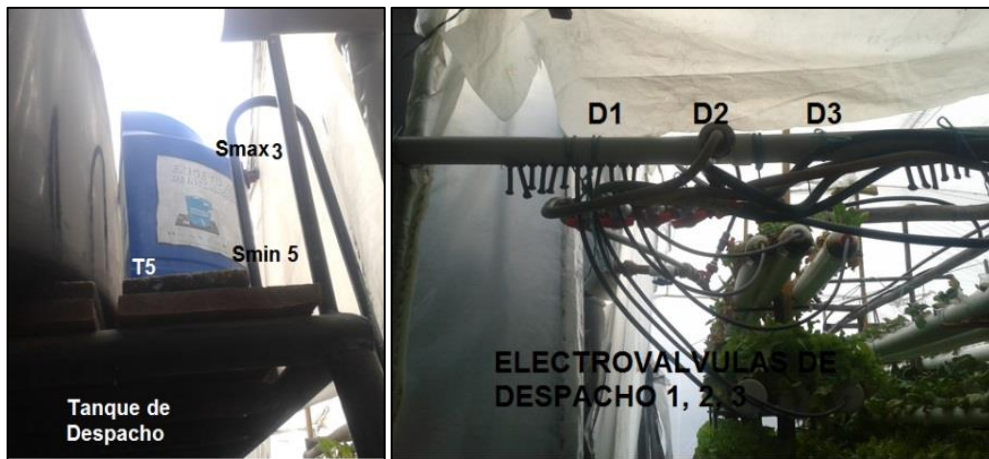
Este proceso de preparación se lo realizara 3 veces al día, preestableciendo hora de reparación y descarga del líquido.

Despacho del tanque 5 (T5)

Los accesorios que intervienen en este proceso son:

- Tanque 5 (T5) de despacho
- Sensor de mínimo (Smin5)
- Sensor de máximo (Smax3)
- Electroválvula de despacho 1 (D1)
- Electroválvula de despacho 2 (D2)
- Electroválvula de despacho 3 (D3)

Figura 8. Tanque de despacho y electroválvulas de consumo



Elaborado por: Grupo de investigación

El proceso de descarga del tanque (T5) comienza cuando se activa el sensor de máximo nivel (Smax3), e inmediatamente se activa la electroválvula de despacho D1, D2 o D3 según se ha programado la secuencia de despacho.

Al momento que se active el sensor de mínimo nivel (Smin5) de este tanque, finaliza el proceso de descarga y apaga la electroválvula seleccionada.

Después el sistema esperara a que llegue la siguiente hora de preparación y vuelve a realizar todos estos procesos anteriormente mencionados.

Humedad relativa

Los accesorios que intervienen en este proceso son:

- Sensor de humedad relativa Dht 2211
- Electroválvula de humedad (Hr)
- Bomba de humedad (BH)

Si la humedad del invernadero baja se activa la electroválvula (E8) y la bomba (B3) para corregir la humedad relativa del invernadero mediante aspersores que mojan el plástico del mismo.

Figura 9. Sistema de aspersión



Elaborado por: Grupo de investigación

Este proceso se realiza las 24 horas del día.

Modo manual

Todos los procesos anteriormente mencionados se los controla manualmente desde la pantalla.

Paro de emergencia

En caso de haber alguna falla el sistema cuenta con un botón físico de emergencia y este al ser accionado detiene cualquier proceso que se está realizando en proceso.

Pruebas del sistema

Prueba de tiempo de apertura de electroválvulas

- **Electroválvula de fertilizante “FR”**

Para determinar el tiempo de apertura de la electroválvula de fertilizante se realizó pruebas para establecer un tiempo promedio de activación para que ingrese un litro de agua, considerando que el paso del líquido se lo hace por gravedad. Para esto se llenó la caneca de 30 litros hasta el máximo nivel y con un cronometro se registró el tiempo que demora en baja un litro de agua hasta agotar el tanque. A continuación se detalla la tabla de resultados.

Tabla 9. Tiempos de apertura de la electroválvula de fertilizante

Litros	Tiempo (segundos)
30	14,35
29	14,34
28	14,35
27	14,38
26	14,38
25	14,4
24	14,4
23	14,42
22	14,47
21	14,47
20	14,5
19	14,53
18	14,59
17	15,01
16	15,08
15	15,17
14	15,25
13	15,33
12	15,41
11	15,49
10	16,30
9	16,59
8	17,23
7	17,53
6	18,33
5	19,02
4	19,58
3	20,55
2	23,3

Elaborado por: Grupo de investigación

La caneca se queda con un litro de agua ya que el acople con el que cuenta no recoge el agua hasta el final, por este motivo no se vacía por completo el recipiente.

Con los datos obtenidos, según se vacía la caneca de 30 litros los resultados son: agotando el líquido hasta de 2 litros se obtuvo un tiempo de 23,3 segundos, tiempo que tarda en bajar un litro de agua y mientras esté la caneca llena o un poco más de la mitad el tiempo de demora en bajar un litro de agua es 14,35 segundos. Según los datos registrados se promedió los resultados obteniendo un valor de 15,95 segundos, esto sirve para establecer el tiempo necesario de apertura de la electroválvula y se considera que, cuando se requiera llenar el tanque de compensación debe ingresar 5 litros de fertilizante lo cual multiplicando por el tiempo promedio da como resultado 1 minuto 15 segundos que debe permanecer activada la electroválvula.

- **Electroválvula de control de pH “PH”**

Para determinar el tiempo de apertura de esta electroválvula se realizó el mismo proceso con otra caneca de 30 litros, el líquido se transfiere por gravedad, el tiempo de activación para que ingrese un litro de agua son similares.

Tabla 10. Tiempos de apertura de la electroválvula de control de fertilizante

Litros	Tiempo (segundos)
30	14,41
29	14,46
28	14,52
27	14,55
26	14,55
25	14,59
24	15,0
23	15,0
22	15,08
21	15,09
20	15,09
19	15,15
18	15,17
17	15,20
16	15,27
15	15,29
14	15,33
13	15,38
12	15,59
11	16,10
10	16,25
9	16,49

8	17,33
7	18,22
6	19,0
5	19,22
4	19,58
3	21,22
2	25,20

Elaborado por: Grupo de investigación

La caneca se queda con un litro de agua ya que el acople con el que cuenta no recoge el agua hasta el final, por este motivo no se vacía por completo el recipiente.

Con los datos obtenidos, según se vacía la caneca de 30 litros los resultados son: agotando el líquido hasta de 2 litros se obtuvo un tiempo de 25,20 segundos, tiempo que tarda en bajar un litro de agua y mientras este la caneca llena o un poco más de la mitad el tiempo que demora en bajar un litro de agua es 14,41 segundos. Según los datos registrados se promediaron los resultados obteniendo un valor de 16,31 segundos, esto sirve para establecer el tiempo necesario de apertura de la electroválvula.

- **Electroválvula de control de electro-conductividad “EC”**

Para establecer el tiempo de apertura de la electroválvula que controla la electro-conductividad no fue necesario elaborar tablas ya que esta electroválvula está conectada directamente a una llave de agua que tiene una presión constante y solo se tomó un tiempo para programarla, este tiempo fue de 15 segundos que tarda en ingresar un litro de agua al tanque.

Comparación de antes y después de la implementación del sistema

Para llevar un registro de cada uno de los días que se realizaba la preparación o no, se elaboró tablas desde el mes de septiembre para demostrar el uso y beneficio de la implementación del sistema.

Los datos se obtuvieron antes y después de la automatización.

Tabla 11. Mes de septiembre antes de la automatización

		SEPTIEMBRE																												
HORAS	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
7:00	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
12:00		x		x			x	x		x			x	x	x		x			x	x	x		x	x		x		x	x
18:00	x	x	x	x		x		x		x	x		x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x		x	x	x	x

OBSERVACIONES: los días marcados con X son los días que se preparó la solución nutritiva según el horario de la microempresa.
En varios días no se pudo cumplir con la preparación de la solución nutritiva para las plantas por la entrega de la lechuga en los puntos de acopio y se le imposibilita estar presente en la plantación.
Los días lunes no se pudo hacer la preparación de los nutrientes ya que el propietario por motivos personales salía de viaje.

Elaborado por: Grupo de investigación

Tabla 12. Mes de Octubre antes de la automatización

		OCTUBRE																													
HORAS	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
7:00	x	x		x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x		x		x	x	x	x		x		x	x	x	x	
12:00	x	x		x			x	x	x				x	x						x	x	x	x				x	x	x	x	
18:00	x	x		x				x			x		x	x	x	x		x		x	x				x				x	x	

OBSERVACIONES: Los días marcados con X son los días que se preparó la solución nutritiva según el horario de la microempresa.
Varios días por motivo de entrega del producto no se pudo realizar las preparaciones de la solución nutritiva según los horarios de la microempresa.
Los días lunes no se pudo hacer la preparación de los nutrientes ya que el propietario por motivos personales salía de viaje

Elaborado por: Grupo de investigación

Tabla 13. Mes de Noviembre antes y después de la automatización

NOVIEMBRE																														
Horas	M 1	M 2	J 3	V 4	S 5	D 6	L 7	M 8	M 9	J 10	V 11	S 12	D 13	L 14	M 15	M 16	J 17	V 18	S 19	D 20	L 21	M 22	M 23	J 24	V 25	S 26	D 27	L 28	M 29	M 30
7:00	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12:00	x	x	x	x	x	x			x				x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18:00	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x		x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<p>OBSERVACIONES: Los días marcados con x son los días que se preparó la solución nutritiva según el horario de la microempresa. En varios días no se pudo cumplir con la preparación de la solución nutritiva para las plantas por la entrega de la lechuga en los puntos de acopio y se le imposibilita estar presente en la plantación. Los días lunes no se pudo hacer la preparación de los nutrientes ya que el propietario por motivos personales salía de viaje. A partir del sábado 18 de noviembre arduino entro en funcionamiento en modo de pruebas.</p>																														

Elaborado por: Grupo de investigación

Tabla 14. Mes de Diciembre después de la automatización

DICIEMBRE																															
Horas	J 1	V 2	S 3	D 4	L 5	M 6	M 7	J 8	V 9	S 10	D 11	L 12	M 13	M 14	J 15	V 16	S 17	D 18	L 19	M 20	M 21	J 22	V 23	S 24	D 25	L 26	M 27	M 28	J 29	V 30	V 31
7:00	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
12:00	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
18:00	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<p>OBSERVACIONES: Los días marcados con X son los días que se preparó la solución nutritiva según el horario de la microempresa.</p>																															

Elaborado por: Grupo de investigación

Tabla 15. Mes de Enero después de la automatización

HORA S	ENERO																														
	D 1	L 2	M 3	M 4	J 5	V 6	S 7	D 8	L 9	M 10	M 11	J 12	V 13	S 14	D 15	L 16	M 17	M 18	J 19	V 20	S 21	D 22	L 23	M 24	M 25	J 26	V 27	S 28	D 29	L 30	M 31
7:00	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12:00	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18:00	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
OBSERVACIONES: los días marcados con X son los días que se preparó la solución nutritiva según el horario de la microempresa.																															

Elaborado por: Grupo de investigación

Los meses de Septiembre, Octubre y mediados de Noviembre la preparación de la solución nutritiva y el riego de las plantas era inconstante por motivos de viaje del propietario o demoras en la entrega de las lechugas. La preparación de la solución nutritiva lo demoraba 40 minutos las 3 veces al día y generaba pérdidas de tiempo considerando también la discapacidad que presenta para movilizarse con facilidad y la ubicación del proyecto, mismo que se encuentra repartido en 2 plantas y secciones vivienda, en el segundo piso esta ubicados los tanques de preparación y en el tercer piso está instalado el invernadero. La discapacidad que presenta el propietario es otro motivo por el cual no podía llegar a tiempo a plantación y acogerse a los horarios establecidos de preparación.

Con la implementación del sistema automático en la plantación se puede observar en las tablas de finales del mes de: Noviembre, todo Diciembre y Enero que, se pudo llevar a cabo esta tarea sin necesidad de que el propietario este presente y ha invertido el tiempo que perdía en buscar más sectores donde puede entregar su producto.

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS.)

El tipo de impactos se ven reflejados en el desarrollo del proyecto, y en los beneficios que brinda su funcionamiento.

Impacto técnico

Con el proceso de automatización de riego hidropónico, se garantiza el un control constante de cada uno de los procesos del sistema, mediante sensores digitales de nivel horizontales y sensores analógicos de pH, Electro Conductividad y Humedad Relativa, conjuntamente con actuadores como: electroválvulas, bombas de agua y aspersores, todos estos están comandados mediante una tarjeta Arduino Mega 2560 enlazada por HMI a una pantalla touch que es la encargada de mostrar el monitoreo y control de los diferentes elementos que se encuentran en el sistema de riego hidropónico.

Tanto los elementos de acción y los de control, del sistema de riego están ubicados, codificados y con sus debidas protecciones para el correcto funcionamiento del sistema automatizado de riego hidropónico.

Impacto Social

El hecho de automatizar el proceso de riego hidropónico, es de gran ayuda para el propietario de la plantación, ya que puede que por su discapacidad física el sistema le facilita a diario la preparación de los nutrientes y el control del clima del invernadero, a más de ello mientras el sistema esté en funcionamiento el propietario puede buscar más mercados para su producto y tener mejores relaciones sociales con sus clientes.

Impacto ambiental

En la automatización del riego hidropónico no se arroja ningún tipo de fluido tóxico al ambiente, ya que las preparaciones químicas se las realiza en recipientes que permanecen sellados y lo más importante es que todo el fluido que sobra del riego regresa a un recipiente y este será completado y reutilizado para el siguiente riego.

13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:

El presupuesto que se utiliza para la implementación del proyecto se detalla en la siguiente tabla, con el propósito de dar a conocer cuáles son los gastos que intervinieron en todo el proceso.

Tabla 16. Detalles del Presupuesto invertido en el proyecto

Resultado/actividades	Proyecto de investigación				
	1er Bimestre	2do Bimestre	3er Bimestre	4to Bimestre	5to Bimestre
Búsqueda de información bibliográfica	\$ 20,00	\$ 20,00	\$ 20,00	\$ 3,50	
Costo de elementos electrónicos		\$ 577,68	\$ 147,20	\$ 105,50	\$ 96,41
Costo de elementos eléctricos				\$ 255,50	\$ 197,84
Transporte y viáticos		\$ 26,60	\$ 5,00	\$ 12,00	\$ 35,00
Accesorios de plomería			\$ 168,63	\$ 178,90	
Extras			\$ 120,00	\$ 128,65	\$ 133,53
Total	\$ 20,00	\$ 624,28	\$ 460,83	\$ 684,05	\$ 462,25
TOTAL GENERAL	\$ 2.251,41				

Elaborado por: Grupo de investigación

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez cumplido con los objetivos planteados se obtiene las siguientes conclusiones del sistema y al mismo tiempo se indica diferentes recomendaciones.

Conclusiones

- La vida útil de la tarjeta arduino depende de la veces que se escriba y borre la memoria flash del microcontrolador ATMEGA2560, este procesador cuenta con un ciclo de 10000 veces para cargar los programas que se desee ejecutar.
- La implementación la tarjeta Arduino Mega 2560 hace posible la automatización del proceso de riego, controlando los diferentes actuadores del sistema como sensores, electroválvulas, bombas y aspersores. Conjuntamente con una conexión HMI a un touch panel se puede visualizar los parámetros en tiempo real del proceso.
- Mediante los sensores analógicos se puede controlar los parámetros de pH, Electro Conductividad y Humedad Relativa, se obtiene datos medibles en tiempo real, con la ayuda de los elementos actuadores se corrige cada uno de estos parámetros, para que la solución nutritiva sea óptima para el consumo de las plantas y el ambiente en el que se desarrollan sea adecuado.
- La instalación de sensores de nivel, electroválvulas y bombas mejora el sistema de preparación, riego circulante y humedad, evitando derrames de líquidos en los tanques y los aspersores solo roscaran agua cuando la humedad relativa del ambiente disminuya del rango establecido.
- Con la implementación del sistema automático hizo que el propietario busque aplicar el mercado.

Recomendaciones

- Realizar limpiezas mensuales en el interior del tablero principal para evitar que se acumulen partículas de polvo e impurezas que puedan dañar las conexiones o contactos de la tarjeta Arduino, banco de relés y touch panel.
- Evitar arrancar constantemente las bombas de agua tanto la bomba principal como la bomba de humedad en el modo manual, los excesivos arranque agotan la vida útil de los contactos de los relés de fuerza del sistema por la corriente que circula al momento de ponerlos en marcha.
- No se debe desconectar ninguno de los sensores analógico (pH, conductividad, y humedad relativa), mientras la tarjeta arduino esta energizada o realizando algún proceso, la desconexión de alguno de estos sensores implica fallas al momento de obtener la lectura de los parámetros y ocasiona fallas en el sistema.
- Después de varios días de procesos se va agotando los compuestos de las canecas de 30 litros en especial la que se encarga de disminuir el pH, por lo tanto se recomienda semanalmente vigilar el nivel de estas canecas para no dejar que se agoten hasta el final.

15. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía citada.

- Acero, L. (2012). *Metodo descriptivo*. Obtenido el 30 de noviembre del 2016, de <https://es.scribd.com/doc/111485247/Metodo-descriptivo>
- Arias R., Rodríguez J. & Garzón J., (2015). *Solución nutritiva hidropónica*. Recuperado el 28 de octubre del 2016, de <https://proyectohidroponia.wordpress.com/>
- Benguría, S, Alarcon, B. & Gomez, L. (2010). *Observación*. Recuperado el 30 de noviembre del 2016, de https://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/Observacion_trabajo.pdf

- Brajovic, G. (2016). *La importancia del pH en hidroponía*. Recuperado el 28 de octubre del 2016, de <http://www.hidroponic.cl/la-importancia-del-ph-en-hidroponia/>
- Corona, L., Abarca, G., & Mares, J. (2014). *Sensores y Actuadores*. México: Grupo Editor Patria, S.A.
- Daraviña, G. & Valencia, R. (2014). *Diseño de sistema de control de optimización ambiental para cultivo hidropónico*. Recuperado e 28 de septiembre del 2016, de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4326/6298D213.pdf?sequence=1>
- García, E. (2001). *Automatización de procesos industriales*. España, Alfa Omega Editor S.A.
- Gilsanz, J. (2007). *Hidroponía*. Uruguay: Unidad y Transferencia de Tecnología.
- Grupo Canna (s.f). *Importancia de la acidez del pH*. Recuperado el 21 de noviembre del 2016, de http://www.canna.es/importancia_acidez_del_ph_para_tus_plantas
- Grupo Xaxenie. (2016). *Cultivos mediante NFT*. Recuperado el 24 de noviembre del 2016, en https://www.cosechandonatural.com.mx/cultivo_mediante_nft_articulo38.html
- Grupo Hydro Environment. (s.f). *Qué es la electro-conductividad*. Recuperado el 28 de Octubre del 2016 de, http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=35
- Gutiérrez, R. & Sánchez, M. (2012). *Automatización de un sistema*. Obtenido el 15 de octubre del 2016, de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1563/Tesis.pdf.pdf?sequence=1>
- Guzmán, G. (2004). *Hidroponía en casa*. Recuperado el 28 de Octubre del 2016, de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/Hidroponia.pdf
- Harper, E. (2005). *Guía práctica para el cálculo de las instalaciones eléctricas*. España: Limusa.
- Herrador, R. (2009). *Guía de usuario de arduino*. San Francisco: Universidad de Córdoba.
- López, R. (2001). *El método de investigación bibliográfica*. Obtenido el 30 de Noviembre del 2016 de, <http://www.oocities.org/zaguan2000/metodo.html>
- Navarrete, A. (2013). *Automatización de procesos en la empresa*. Obtenido el 28 de noviembre del 2016 de, <http://www.gestiopolis.com/automatizacion-de-procesos-en-la-empresa/>
- Oficina Regional de la FAO. (2015). *Que es la hidroponía*. Chile: Juan Izquierdo.
- Plan nacional del buen vivir (2013). *Objetivo 7*. Ecuador
- Ponce, P (2013). *Manejo de temperatura, riego, y más*. Recuperado el 01 de noviembre del 2016 de, <http://www.hortalizas.com/horticultura-prottegida/tu-primer-invernadero-manejo-de-temperatura-riego-y-mas-parte-ii/>

- Romera, P., Lorite, A., & Montoro, S. (1994). *Automatización problemas resueltos con autómatas programables*. España: Paraninfo.
- Sanchis, R., Romero, J., & Ariño, C. (2010). *Automatización Industrial*. España: Universidad Jaume.
- Torrente, O. (2013). *Arduino curso práctico de formación*. México: Alfaomega.
- Vargas L. (2015). *Conductividad eléctrica en hidroponía*. Recuperado el 23 de noviembre del 2016 de, <http://documents.mx/documents/conductividad-electrica-en-hidroponia.html>

Bibliografía consultada

- Albert, M. P. (1991). *Electrónica Básica en Automatización (Vol. II)*. Mar acombo.
- Benchimol, D. (2011). *Electrónica Práctica*. Argentina: Users.
- Bolton, W. (2000). *Mecatrónica*. España: Alfaomega.
- Club Saber Electrónica. (2012). *Autómatas Programables*. Argentina: Quark.
- Cobo, R. (2007). *El ABC de la automatización*. Recuperado el 20 de Octubre del 2016, de <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/PLC.pdf>
- Fiuba. (s.f.). *Automatización*. Obtenido de <http://materias.fi.uba.ar/7566/Automatizacion.pdf>
- Harper, E. (1996). *Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales*. México: Limusa.
- Izquierdo, J. (2003). *Que es la hidroponía*. Obtenido el 21 de noviembre del 2016 de http://www.ceibal.edu.uy/contenidos/areas_conocimiento/cs_sociales/fao/hidroponia.pdf
- Novedades agrícolas (2016). *Sistemas de riego*. Recuperado el 3 de noviembre de 2016 en (<http://www.novedades-agricolas.com/es/riego/sistemas-de-riego/riego-hidroponico>)
- Reveles, D. & Vázquez Minjares, J. (2008). *Automatización de un invernadero con el plc s7-200*. Recuperado el 12 de noviembre del 2016 de (http://ice.uaz.edu.mx/c/document_library/get_file?uuid=d8507a5e-b959-4ba3-b708-bf5734a0c8a3)

Web gráfica

- <https://nextion.itead.cc/index.html#home>
- <http://www.profetolocka.com.ar/2015/05/09/modulo-de-4-reles-para-arduino/>
- <http://www.prometec.net/reles/>
- <http://www.atmel.com/devices/atmega2560.aspx>

<https://tallerarduino.com/2012/12/24/sensor-dht11-humedad-y-temperatura-con-arduino>

[https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter\(SKU:_SEN0161\)](https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter(SKU:_SEN0161))

https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Analog_EC_Meter_SKU:DFR0300#Scheme_of_Calibration

https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Analog_EC_Meter_SKU:DFR0300

<http://www.fsf.org>

ANEXOS

CURRÍCULUM VITAE

DAVID ALEJANDRO MERINO SILVA

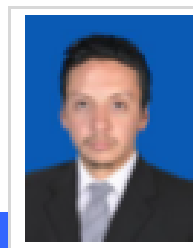
23 Años

C.I. 0503781726

Dirección: Cda. San Francisco - Latacunga

Tel: 0984859535

E-mail: david19merino92@gmail.com



ESTUDIOS

IDIOMAS

Español: Natal
Inglés: Básico

PRIMARIA

Año 2004
LATACUNGA

Título: INSTRUCCIÓN PRIMARIA
ESCUOLA DR. ISIDRO AYORA

SECUNDARIA

Año: 2010

LATACUNGA

Título: TECNICO INDUSTRIAL ESPECIALIZACION:
ELECTROMECANICA AUTOMOTRIZ
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLOGICO
"RAMON BARBA NARANJO"

UNIVERSITARIO

Año: ACTUALMENTE
LATACUNGA

Título: INGENIERO ELECTROMECANICO
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

Programas manejados: Word, Excel, Power Point, Festo, Logo,

EXPERIENCIA LABORAL

PASANTIA SECUNDARIA

Del 21 de Julio al 21 de
Agosto del 2008
Latacunga

NOMBRE: FUERZA ÁREA ECUATORIANA

ÁREA: SECCIÓN AUTOMOTRIZ DEL ESCUADRON DE
MANTENIMIENTO DE LA DEFENSA AERE.

Tareas o logros realizados: MANTENIMIENTO Y REPARACION VEHICULAR
DE DEFENSA

Del 6 de Julio al 6 de
Agosto del 2009
Latacunga

NOMBRE: FUERZA ÁREA ECUATORIANA (FAE)

ÁREA: GRUPO ADMINISTRATIVO LOGISTICO DE LA BASE
AEREA COTOPAXI.

Tareas o logros realizados: MANTENIMIENTO VEHICULAR

Del 12 de Agosto al 4
de Septiembre del 2009
Lasso

NOMBRE DE LA EMPRESA: AGLOMERADOS COTOPAXI S.A.

ÁREA: DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO
RODANTE

Tareas o logros realizados: MANTENIMIENTO EN MAQUINARIA PESADA Y
VEHICULAR.

PASANTIA UNIVERSITARIA

Del 4 de Abril al 4
de septiembre del
2016
Pujili

NOMBRE DE LA EMPRESA: EMPRESA DE MINERÍA NO
METALICA "COMERCIAL ZHIONG XING"

ÁREA: DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Tareas o logros realizados: MANTENIMIENTO EN MAQUINARIA,
MANTENIMIENTO ELECTRICO Y MECANICO.

CURRÍCULUM VITAE

Nombre: Fernando Javier Silva Cevallos

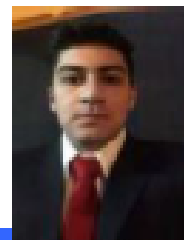
EDAD: 25 Años

C.I. : 050322259-8

Dirección: Cda. San Francisco Casa # 554

Tel: 0960269888

E-mail: fsilvacevallos@yahoo.com



ESTUDIOS

Año 2002-2008
Latacunga-Ecuador

BACHILLER TECNICO EN INSTALACIONES, EQUIPOS Y MAQUINAS ELECTRICAS
Instituto Tecnológico Ramón Barba Naranjo

Año 2011-2017
Latacunga-Ecuador
IDIOMAS

Ingeniería Electromecánica y Automatización de Procesos
Universidad Técnica De Cotopaxi

Programas manejados:

Word, Excel, Power Point, Auto Cad, Inventor, Solid Word, Fluid, Matlab, ArcGIS.

Idiomas:

Español: Natal
Inglés: Suficiencia

Formaciones Adicionales:

Curso de Atención Al Cliente, Licencia de Riesgos Eléctricos, Séptimo Congreso de Electricidad Y Energías Alternativas Expo Electricidad 2015, Jornada De Ingeniería Eléctrica Y Electromecánica Con Enfoques De Tecnología, Jornadas Nacionales De Ingeniería Electromecánica, Certificación de Fiscalizador en proyectos eléctricos de media y baja tensión, Curso de ArcGIS.

EXPERIENCIA LABORAL

CORPORACION FAVORITA,
Latacunga-Ecuador

De 07/11/2012 a 25/03/2016
Cargo ocupado ; Cajero Medio Tiempo
Tareas realizadas:
Atención al Cliente
Manejo de efectivo
Encargado de Despacho de mercadería Furgón
Encargado de Depósito

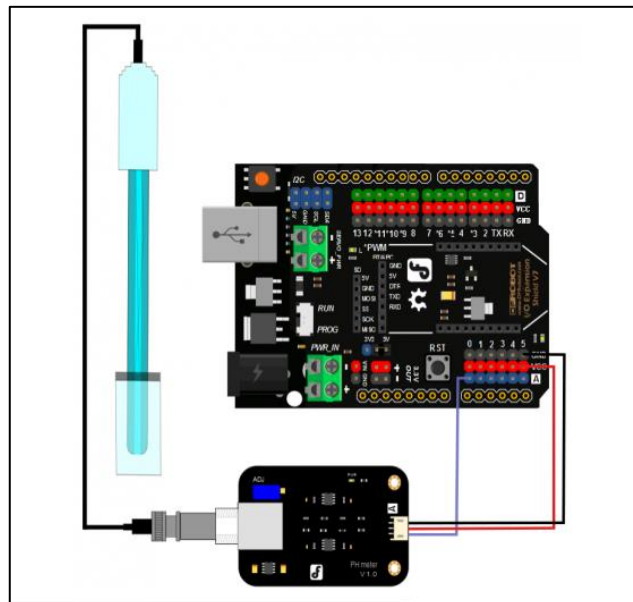
EMPRESA ELECTRICA COTOPAXI
Latacunga-Ecuador

De 15/04/2016 a 16/10/2016
Fiscalizador de Proyectos Eléctricos
Tareas realizadas:
Georeferenciación
Fiscalización
Avances de obra
Manejo de Planos en AutoCad y ArcGIS

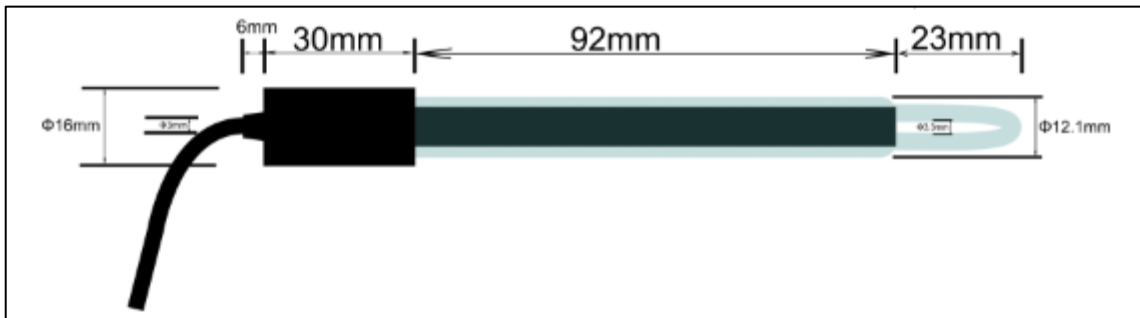
Sensor de Ph



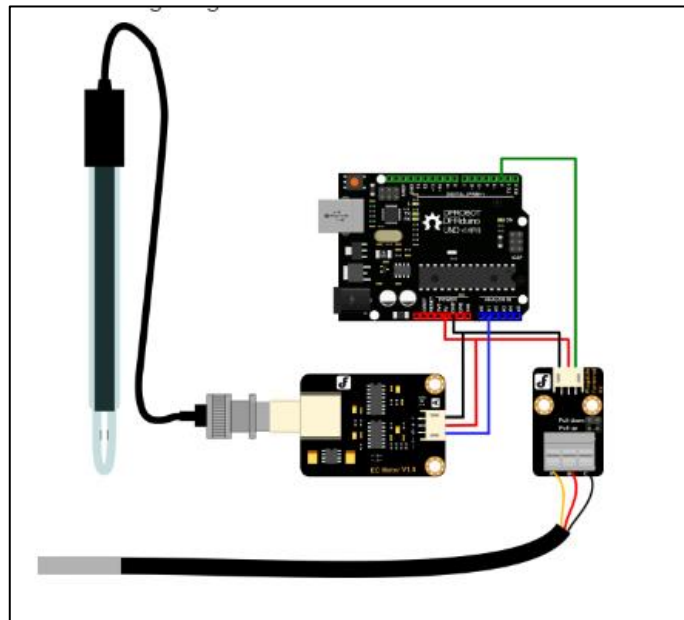
Circuito de conexión del sensor de Ph



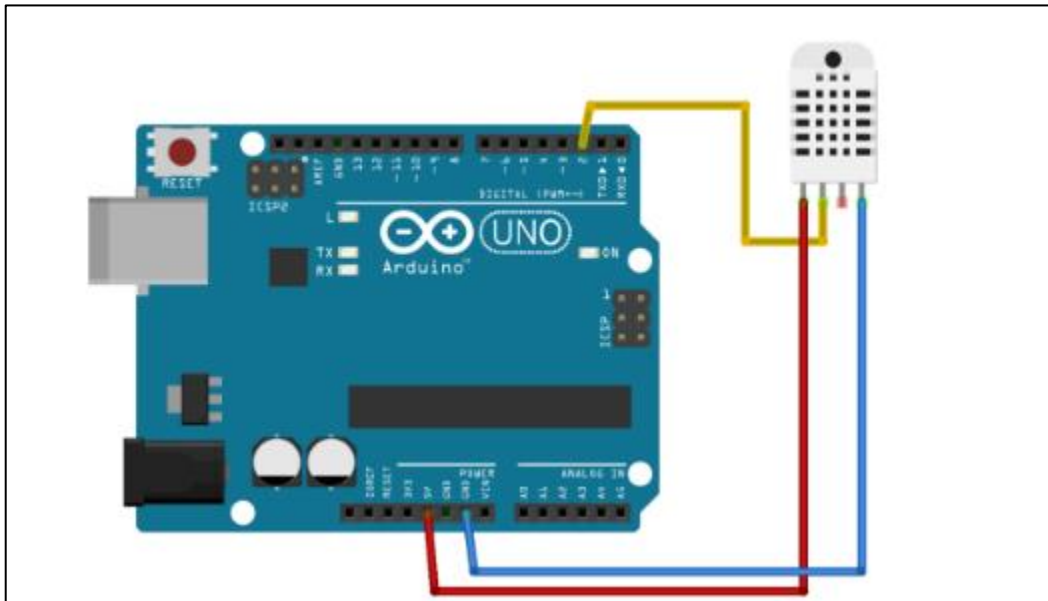
Sensor de conductividad

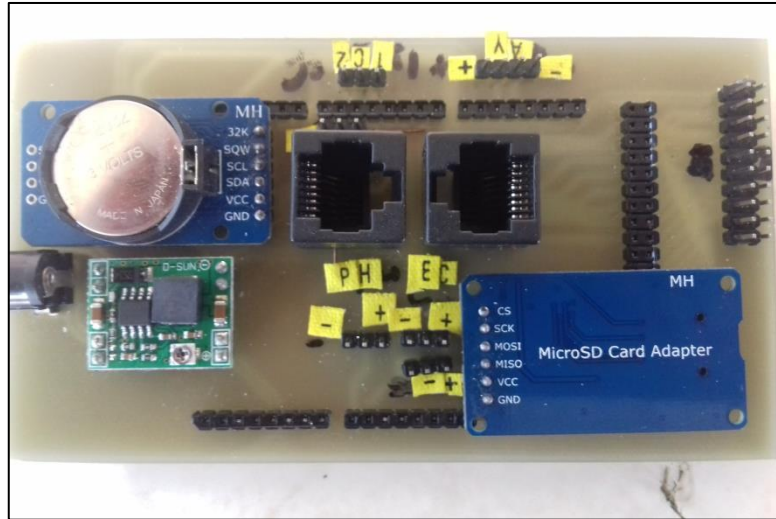
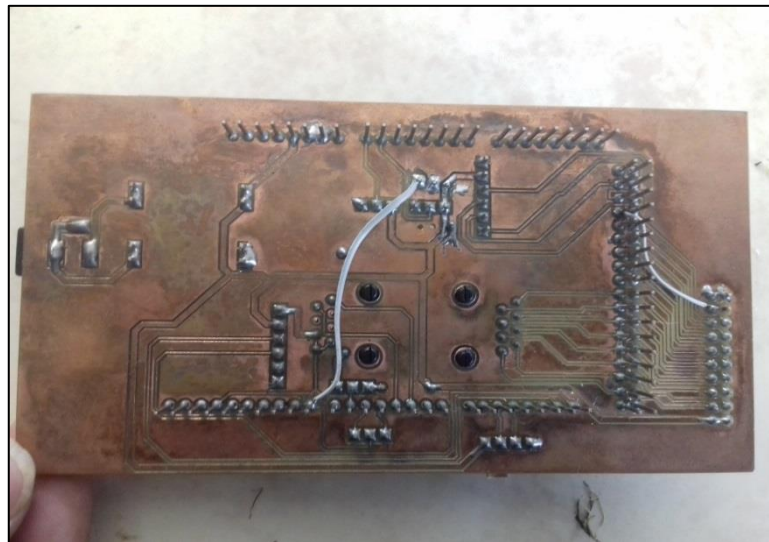


Conexión de sensor de conductividad

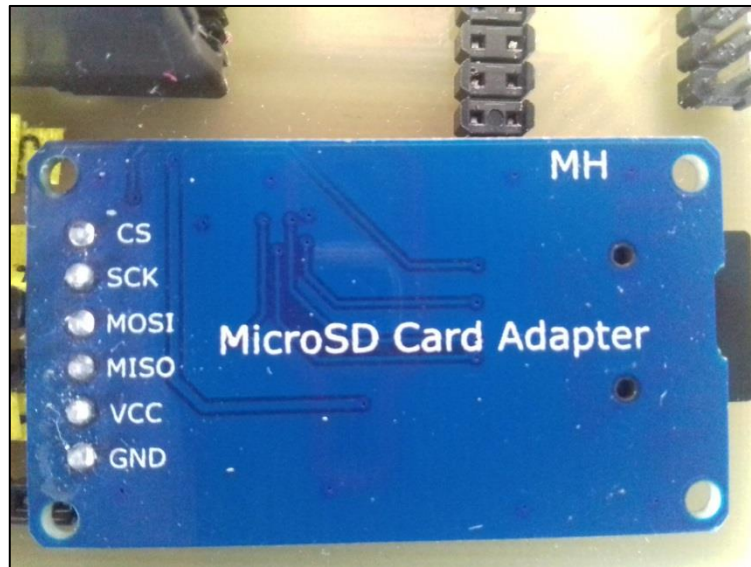


Circuito de conexión de humedad

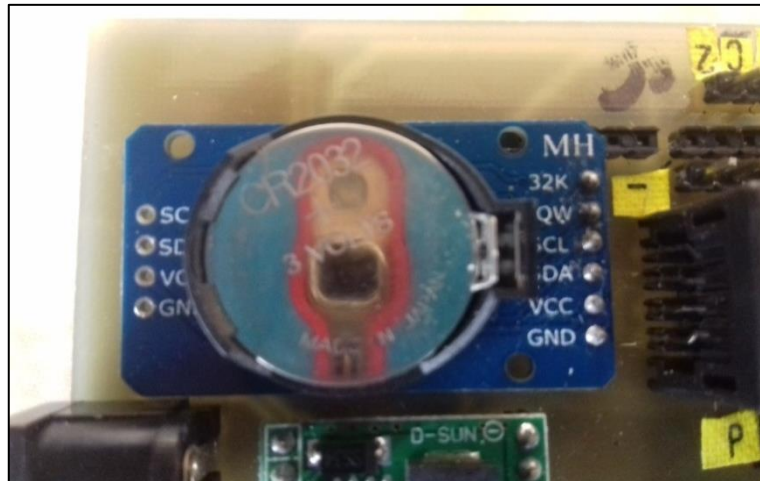


Placa de baquelita con accesorios para el sistema**Circuito posterior de la placa de baquelita**

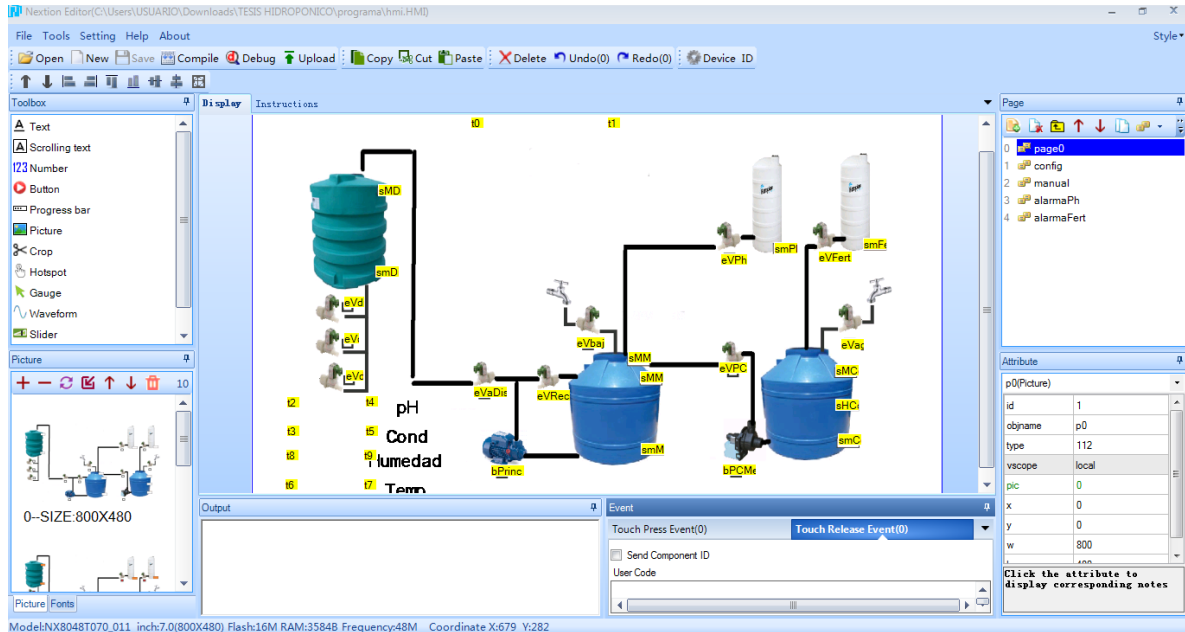
Shield MicroSD



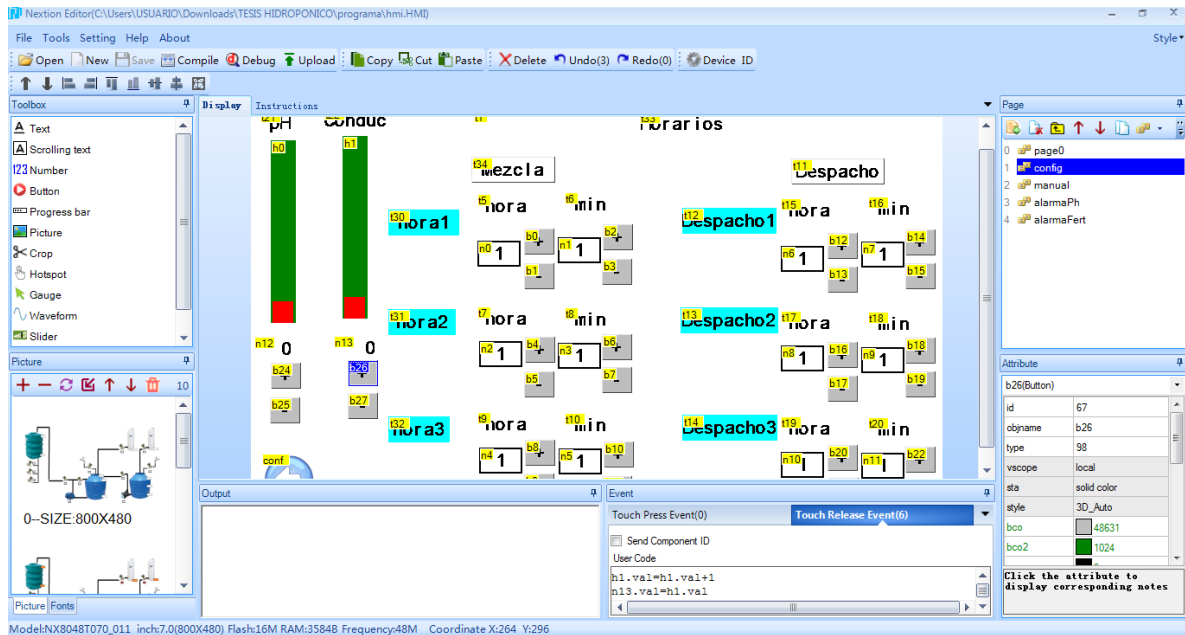
Shield DS3231



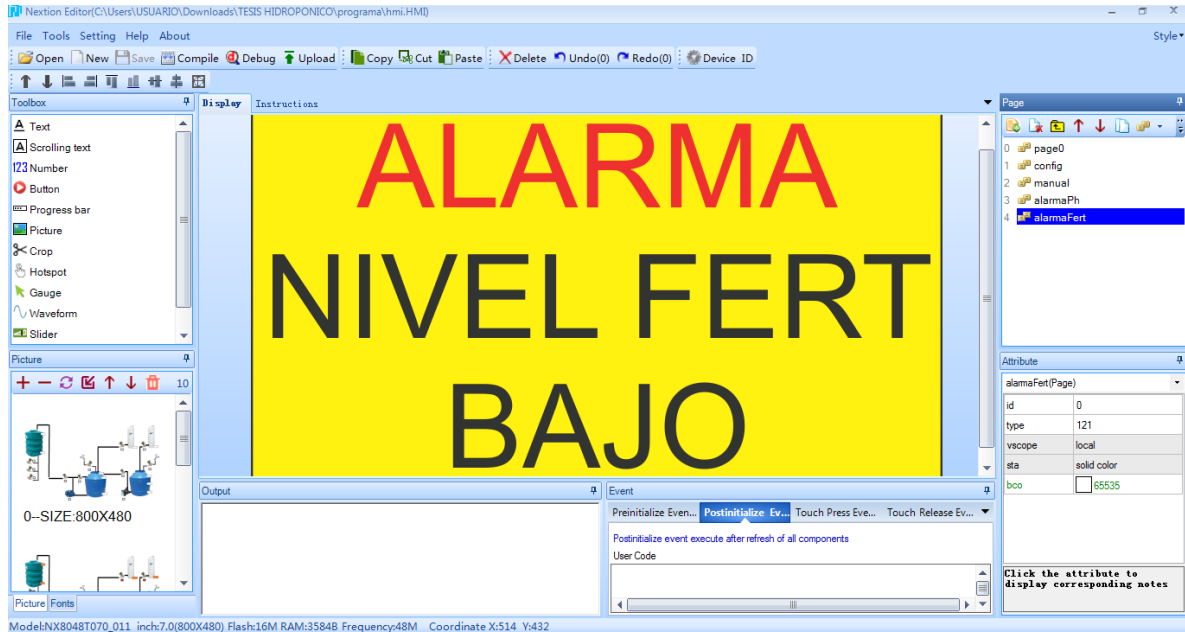
Pantalla principal



Pantalla de configuración

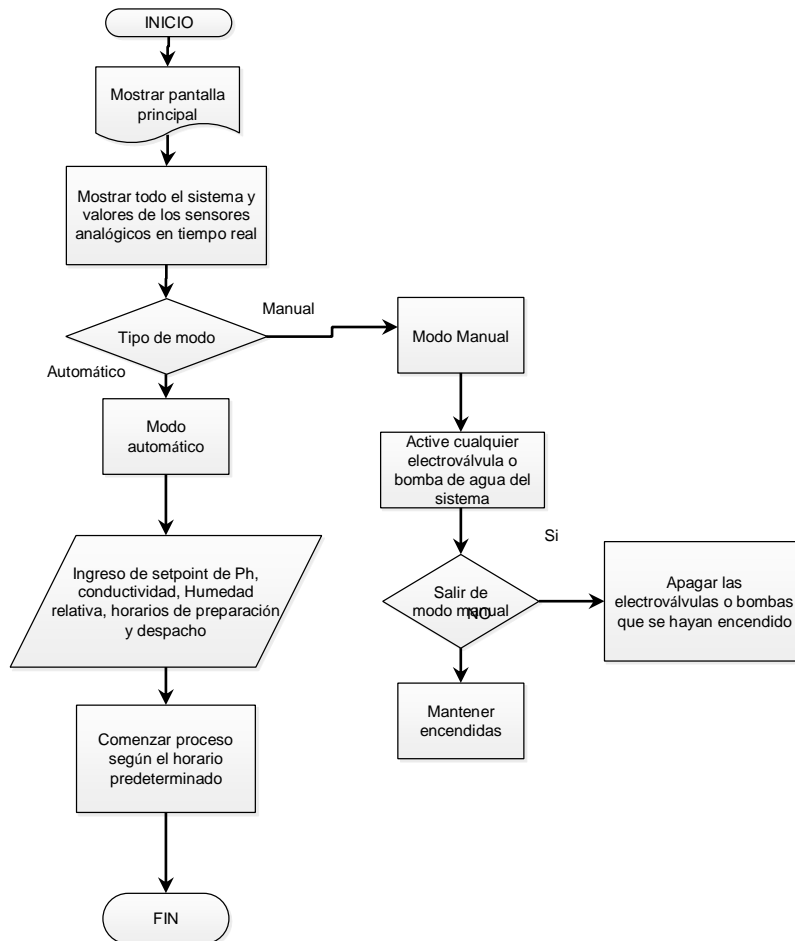


Pantalla de nivel Bajo de fertilizante

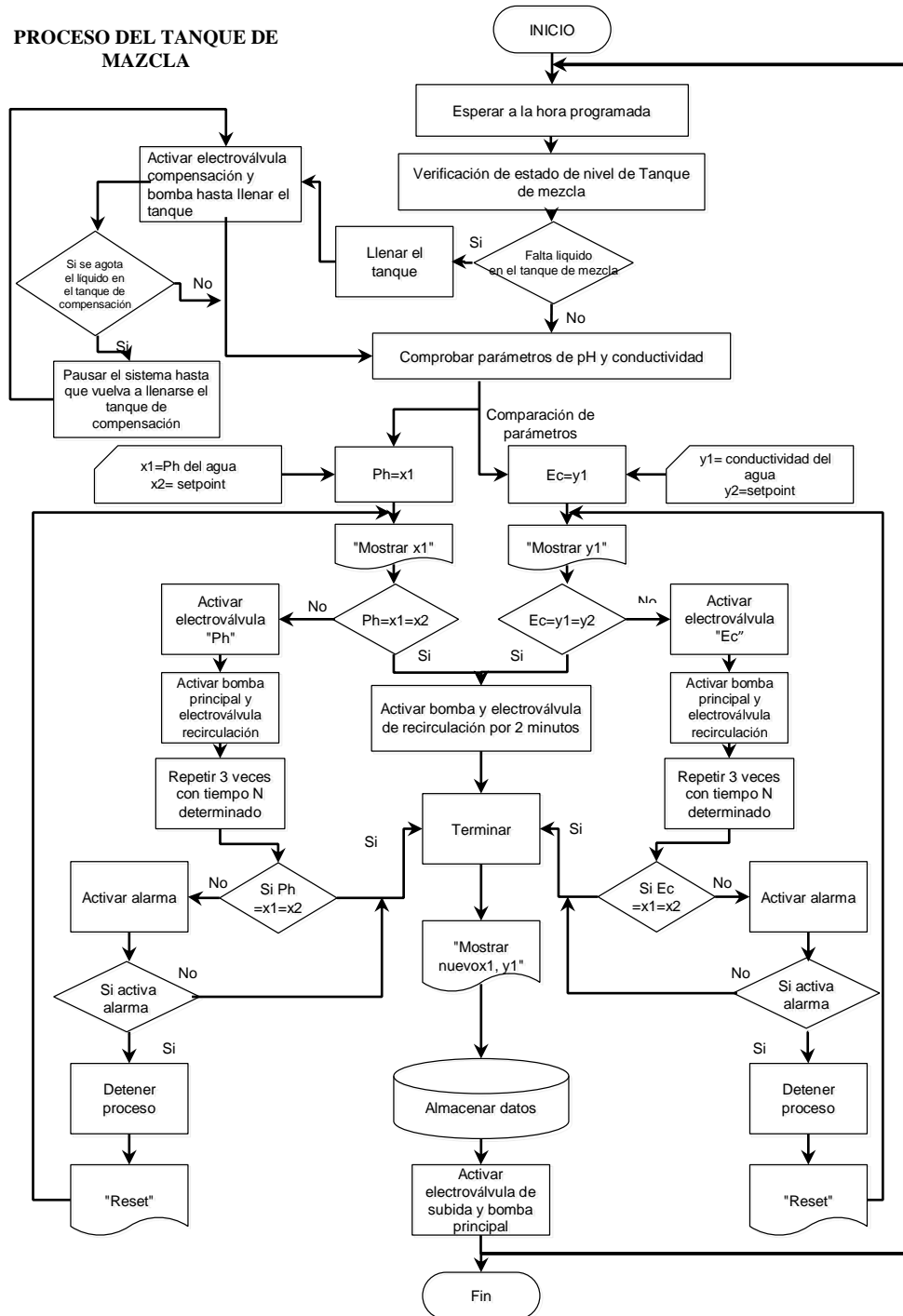


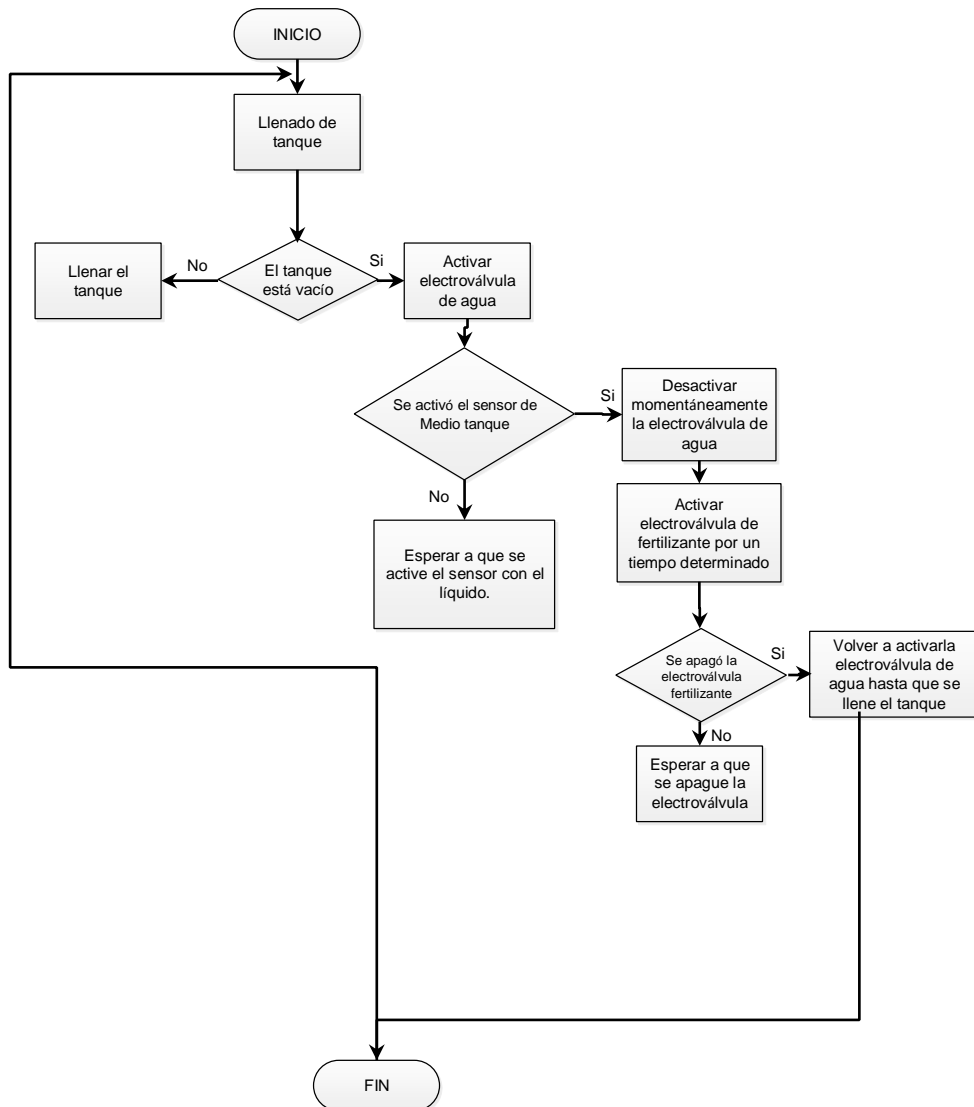
AUTOMATIZACION DEL RIEGO EN HIDROPONIA

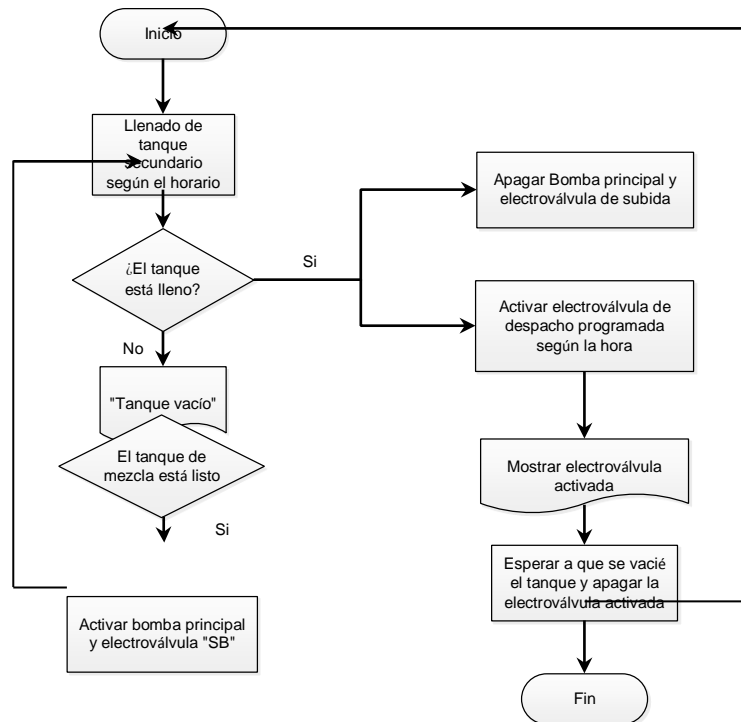
MODO MANUAL Y AUTOMATICO

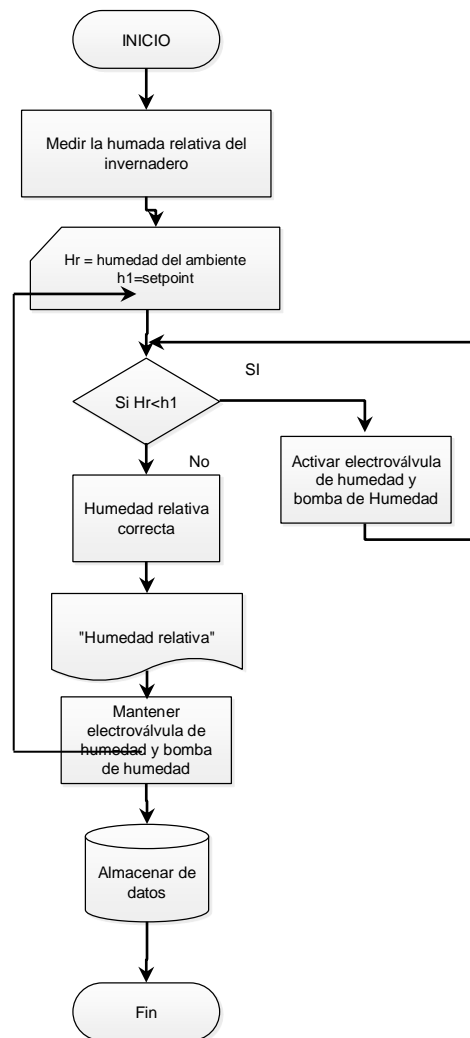


PROCESO DEL TANQUE DE MAZCLA



Llenado del tanque de
compensación

Carga de tanque secundario
y despacho

CONDICIONES DEL
INVERNADERO

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	1 de 21
<pre> /*UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE FERTILIZACIÓN EN CULTIVOS HIDROPÓNICOS, PARA MEJORAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO. AUTORES: MERINO SILVA DAVID ALEJANDRO SILVA CEVALLOS FERNANDO JAVIER INGENIERIA ELECTROMECHANICA*/ #include "Nextion.h" #include "NexButton.h" #include "NexNumber.h" // #include "NexText.h" // #include "NexSlider.h" // #include "Streaming\Streaming.h" #include <TimeLib.h> #include <DS1307RTC.h> #include <SPI.h> #include "SdFat.h" #include <TimeAlarms.h> #include <Wire.h> #include <dht.h> #include <OneWire.h> #define StartConvert 0 #define ReadTemperature 1 const byte numReadings = 20; //the number of sample times byte ECSensorPin = A1; //EC Meter analog output, pin on analog 1 </pre>	<pre> byte DS18B20_Pin = 8; //DS18B20 signal, pin on digital 7 unsigned int AnalogSampleInterval = 25, printInterval = 700, tempSampleInterval = 850; //analog sample interval; serial print interval; temperature sample interval unsigned int readings[numReadings]; // the readings from the analog input byte index = 0; // the index of the current reading unsigned long AnalogValueTotal = 0; // the running total unsigned int AnalogAverage = 0, averageVoltage = 0; // the average unsigned long AnalogSampleTime, printTime, tempSampleTime; float temperature, ECcurrent; float pHValue; float factorCond = 1.0; //FACTOR de conductividad float factorPh=1.0; //FACTOR ph OneWire ds(DS18B20_Pin); // on digital pin 8 dht DHT; unsigned long int avgValue; float b; int buf[10], temp; #define DHT22_PIN 6 struct { uint32_t total; uint32_t ok; uint32_t crc_error; uint32_t time_out; uint32_t connect; uint32_t ack_l; uint32_t ack_h; uint32_t unknown; } </pre>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	2 de 21
<pre> } stat = { 0,0,0,0,0,0,0 }; char buffer[100] = { 0 }; //----- ----- #define errorHalt(msg) {Serial.println(F(msg)); SysCall::halt();} //----- ----- const uint8_t chipSelect = 53; SdFat SD; File datalog; File humedad; //Pges NexPage page0 = NexPage(0, 0, "page0"); NexPage pageConfig = NexPage(1, 0, "config"); NexPage pageManual = NexPage(2, 0, "manual"); NexPage alarmaPh = NexPage(3, 0, "alarmaPh"); NexPage alarmaFe = NexPage(4, 0, "alarmaFert"); //sensores NexDSButton sMaxcom = NexDSButton(0, 20, "sMComp"); NexDSButton sHacom = NexDSButton(0, 19, "sHComp"); NexDSButton smCom = NexDSButton(0, 18, "smComp"); NexDSButton sMMez = NexDSButton(0, 15, "sMMez"); NexDSButton sMMez = NexDSButton(0, 14, "sMMez"); NexDSButton smMez = NexDSButton(0, 13, "smMez"); NexDSButton sMdist = NexDSButton(0, 8, "sMDist"); NexDSButton smdist = NexDSButton(0, 9, "smDist"); NexDSButton smPhcomp = NexDSButton(0, 24, "smPh"); NexDSButton smFertcomp = NexDSButton(0, </pre>	<pre> 23, "smFert"); //botones NexDSButton config = NexDSButton(1, 60, "conf"); NexDSButton manual = NexDSButton(2, 14, "contman"); NexDSButton alarmph = NexDSButton(0, 34, "bt0");//no cambia los estados NexDSButton alarmfert = NexDSButton(0, 35, "bt1"); //electrovalvulas NexDSButton eVFert = NexDSButton(0, 21, "eVFert"); NexDSButton eVPh = NexDSButton(0, 22, "eVPh"); NexDSButton eVPCMez = NexDSButton(0, 16, "eVPCMez"); NexDSButton eVRecir = NexDSButton(0, 10, "eVRecir"); NexDSButton eVaDistrib = NexDSButton(0, 11, "eVaDistrib"); NexDSButton eVdist1 = NexDSButton(0, 25, "eVdist1"); NexDSButton eVdist2 = NexDSButton(0, 26, "eVdist2"); NexDSButton eVdist3 = NexDSButton(0, 27, "eVdist3"); NexDSButton eVbajaCond = NexDSButton(0, 28, "eVbajaCond"); NexDSButton eVaguaComp = NexDSButton(0, 29, "eVaguaComp"); NexDSButton eVFertman = NexDSButton(2, 7, "eVFert"); NexDSButton eVPhman = NexDSButton(2, 8, "eVPh"); </pre>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	3 de 21
<pre> NexDSButton eVPCMezman = NexDSButton(2, 5, "eVPCMez"); NexDSButton eVRecirman = NexDSButton(2, 2, "eVRecir"); NexDSButton eVaDistribman = NexDSButton(2, 3, "eVaDistrib"); NexDSButton eVdist1man = NexDSButton(2, 9, "eVdist1"); NexDSButton eVdist2man = NexDSButton(2, 10, "eVdist2"); NexDSButton eVdist3man = NexDSButton(2, 11, "eVdist3"); NexDSButton eVbajaCondman = NexDSButton(2, 12, "eVbajaCond"); NexDSButton eVaguaCompman = NexDSButton(2, 13, "eVaguaComp"); NexDSButton eVHume = NexDSButton(2, 16, "bt1"); NexDSButton bHume = NexDSButton(2, 15, "bt0"); //bombas NexDSButton bPCMez = NexDSButton(0, 17, "bPCMez"); NexDSButton bPrinc = NexDSButton(0, 12, "bPrinc"); NexDSButton bPCMezman = NexDSButton(2, 6, "bPCMez"); NexDSButton bPrincman = NexDSButton(2, 4, "bPrinc"); //text NexText txtFecha = NexText(0, 2, "t0"); NexText txtHora = NexText(0, 3, "t1"); NexText txtPH = NexText(0, 4, "t2"); NexText txtConduc = NexText(0, 7, "t3"); NexText txtHume = NexText(0, 32, "t8"); </pre>	<pre> NexText txtTemp = NexText(0, 30, "t6"); //numbers NexNumber horaMez1 = NexNumber(1, 8, "n0"); NexNumber minMez1 = NexNumber(1, 11, "n1"); NexNumber horaMez2 = NexNumber(1, 12, "n2"); NexNumber minMez2 = NexNumber(1, 15, "n3"); NexNumber horaMez3 = NexNumber(1, 16, "n4"); NexNumber minMez3 = NexNumber(1, 19, "n5"); NexNumber horadesp1 = NexNumber(1, 36, "n6"); NexNumber mindesp1 = NexNumber(1, 39, "n7"); NexNumber horadesp2 = NexNumber(1, 40, "n8"); NexNumber mindesp2 = NexNumber(1, 43, "n9"); NexNumber horadesp3 = NexNumber(1, 44, "n10"); NexNumber mindesp3 = NexNumber(1, 47, "n11"); //sliders NexSlider phVal = NexSlider(1, 1, "h0"); NexSlider conducVal = NexSlider(1, 2, "h1"); NexTouch *nex_listen_list[] = { &sMaxcom, &sHacom, &smCom, &sMMMez, &sMMez, &smMez, &sMdist, &smdist, &eVFert, &eVPh, &eVPCMez, &eVRecir, &eVaDistrib, &bPCMez, </pre>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	4 de 21
<p> &bPrinc, &txtFecha, &txtHora, &txtConduc, &txtPH, &txtHume, &txtTemp, &smPhcomp, &smFertcomp, &eVdist1, &eVdist2, &eVdist3, &eVaguaComp, &eVbajaCond, &config, &horaMez1, &minMez1, &horaMez2, &horaMez3, &minMez2, &minMez3, &horadesp1, &horadesp2, &horadesp3, &mindesp1, &mindesp2, &mindesp3, &phVal, &conducVal, &eVFertman, &eVPhman, &eVPCMezman, &eVRecirman, &eVaDistribman, &eVdist1man, </p>	<p> &eVdist2man, &eVdist3man, &eVbajaCondman, &eVaguaCompman, &manual, &bPCMezman, &bPrincman, &eVHume, &bHume, &alarmph, &alarmfert, &alarmaPh, &alarmaFe, NULL }; #define Serial2 pant static int medidapH = A0; static int medidaconduct = A1; ///Proceso de mezcla /// static int smCompensacion = 22; //sensor minimo T compensacion static int sHCompensacion = 24; //sensor half T compensacion static int sMCompensacion = 26; //sensor Maximo T compensacion static int smMezcla = 28; //sensor minimo T mezcla static int sMMezcla = 30; //sensor Maximo t mezcla static int sMMaxMezcla = 32; //sensor Maximo Maximo T mezcla static int smFertilizante = 2; //sensor minimo Fertilizante static int smPh = 3; //sensor minimo pH </p>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	5 de 21
	<pre> static int pageconfig = 4;//Para ir a pagina config static int pagemanual = 5;//Para ir a pagina manual static int smDespcho = 34; //sensor minimo T despacho static int sMDespcho = 36; //sensor Maximo T despacho static int eVLlenCompensacion = 23; //electrovalvula llenado de T compensacion static int eVPasoatMezcla = 25; //electrovalvula paso de t compensacion a t mezcla static int eVSubida = 27; //electrovalvula subida static int eVRecirculacion = 29; //electrovalvula recirculcion static int eVFertilizante = 31; //electrovalvula Fertiliznte static int eVpH = 33; //electrovalvula ph static int eVConductividad = 35; //electrovalvula conductividad (agua) static int eVDespacho1 = 37; //electrovalvula despacho 1 static int eVDespacho2 = 39; //electrovalvula despacho 2 static int eVDespacho3 = 41; //electrovalvula despacho 3 static int eVHumedad = 43; //electrovalvula humedad static int puPasoatMezcla = 45; //pump Paso te t compensacion a T mezcla static int puPrincipal = 47; //pump Principal static int puHumedad = 49; //pump Humedad static int tester = 13; static int salidaSirena = 48;//salida alarma //////////////////////////////////// int tfert = 5000; int tbajapH = 5000; </pre>	<pre> int tbajaconduc = 5000; int tsubeconduc = 5000; int rangoph = 5; int rangoconduc = 5; int spHume = 45; int rangoHume = 3; int contrecir = 0;//contador de recirculaciones float setpointpH = 450; float setpointCondu = 450; float humidity; float temperaturedht; uint32_t hM1 = 0; uint32_t hM2 = 0; uint32_t hM3 = 0; uint32_t mM1 = 0; uint32_t mM2 = 0; uint32_t mM3 = 0; uint32_t hD1 = 0; uint32_t hD2 = 0; uint32_t hD3 = 0; uint32_t mD1 = 0; uint32_t mD2 = 0; uint32_t mD3 = 0; uint32_t valorph = 0; uint32_t valorcond = 0; boolean salirconfig = 0; boolean salirconfig1 = 0; String hora = ""; String fecha = ""; String phvalue = ""; String conducvalue = ""; String tempe; String hume; boolean huboDesp = false; </pre>

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	6 de 21
<pre> void eVaDistribmanPopCallback(void *ptr) { Serial.println("eVDistribucion"); uint32_t dual_state; NexDSButton *btn = (NexDSButton *)ptr; memset(buffer, 0, sizeof(buffer)); eVaDistribman.getValue(&dual_state); if (dual_state) { digitalWrite(eVSubida, LOW); } else { digitalWrite(eVSubida, HIGH);; } } void eVbajaCondmanPopCallback(void *ptr) { Serial.println("eVDCondman"); uint32_t dual_state; NexDSButton *btn = (NexDSButton *)ptr; memset(buffer, 0, sizeof(buffer)); eVbajaCondman.getValue(&dual_state); if (dual_state) { digitalWrite(eVConductividad, LOW); } else { digitalWrite(eVConductividad, HIGH);; } } void eVdist1manPopCallback(void *ptr) { </pre>	<pre> Serial.println("eVdist1"); uint32_t dual_state; NexDSButton *btn = (NexDSButton *)ptr; memset(buffer, 0, sizeof(buffer)); eVdist1man.getValue(&dual_state); if (dual_state) { digitalWrite(eVDespacho1, LOW); } else { digitalWrite(eVDespacho1, HIGH);; } } void eVdist2manPopCallback(void *ptr) { Serial.println("eVdist2"); uint32_t dual_state; NexDSButton *btn = (NexDSButton *)ptr; memset(buffer, 0, sizeof(buffer)); eVdist2man.getValue(&dual_state); if (dual_state) { digitalWrite(eVDespacho2, LOW); } else { digitalWrite(eVDespacho2, HIGH);; } } void eVdist3manPopCallback(void *ptr) { Serial.println("eVDistribucion"); uint32_t dual_state; </pre>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	7 de 21
<pre> NexDSButton *btn = (NexDSButton *)ptr; memset(buffer, 0, sizeof(buffer)); eVdist3man.getValue(&dual_state); if (dual_state) { digitalWrite(eVDespacho3, LOW); } else { digitalWrite(eVDespacho3, HIGH);; } } void eVFertmanPopCallback(void *ptr) { Serial.println("eVFertilizante"); uint32_t dual_state; NexDSButton *btn = (NexDSButton *)ptr; memset(buffer, 0, sizeof(buffer)); eVFertman.getValue(&dual_state); if (dual_state) { digitalWrite(eVFertilizante, LOW); } else { digitalWrite(eVFertilizante, HIGH);; } } void eVaguaCompmanPopCallback(void *ptr) { Serial.println("eVaguaComp"); uint32_t dual_state; NexDSButton *btn = (NexDSButton *)ptr; memset(buffer, 0, sizeof(buffer)); eVaguaCompman.getValue(&dual_state); </pre>	<pre> if (dual_state) { digitalWrite(eVLlenCompensacion, LOW); } else { digitalWrite(eVLlenCompensacion, HIGH);; } } void eVPCMezmanPopCallback(void *ptr) { Serial.println("eVPasoaTmezcla"); uint32_t dual_state; NexDSButton *btn = (NexDSButton *)ptr; memset(buffer, 0, sizeof(buffer)); eVPCMezman.getValue(&dual_state); if (dual_state) { digitalWrite(eVPasoaTmezcla, LOW); } else { digitalWrite(eVPasoaTmezcla, HIGH);; } } void eVPhmanPopCallback(void *ptr) { Serial.println("eVPasoaTmezcla"); uint32_t dual_state; NexDSButton *btn = (NexDSButton *)ptr; memset(buffer, 0, sizeof(buffer)); eVPhman.getValue(&dual_state); if (dual_state) digitalWrite(eVpH, LOW); </pre>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	8 de 21
<pre> { } else { digitalWrite(eVpH, HIGH); } } void eVRecirmanPopCallback(void *ptr) { Serial.println("eVPasoaTmezcla"); uint32_t dual_state; NexDSButton *btn = (NexDSButton *)ptr; memset(buffer, 0, sizeof(buffer)); eVRecirman.getValue(&dual_state); if (dual_state) { digitalWrite(eVRecirculacion, LOW); } else { digitalWrite(eVRecirculacion, HIGH); } } void bPrincmanPopCallback(void *ptr) { Serial.println("eVPasoaTmezcla"); uint32_t dual_state; NexDSButton *btn = (NexDSButton *)ptr; memset(buffer, 0, sizeof(buffer)); bPrincman.getValue(&dual_state); if (dual_state) { digitalWrite(puPrincipal, LOW); } else </pre>	<pre> { digitalWrite(puPrincipal, HIGH); } } void bPCMezmanPopCallback(void *ptr) { Serial.println("eVPasoaTmezcla"); uint32_t dual_state; NexDSButton *btn = (NexDSButton *)ptr; memset(buffer, 0, sizeof(buffer)); bPCMezman.getValue(&dual_state); if (dual_state) { digitalWrite(puPasoaTmezcla, LOW); } else { digitalWrite(puPasoaTmezcla, HIGH); } } void evHumePopCallback(void *ptr) { Serial.println("eVPasoaTmezcla"); uint32_t dual_state; NexDSButton *btn = (NexDSButton *)ptr; memset(buffer, 0, sizeof(buffer)); eVHume.getValue(&dual_state); if (dual_state) { digitalWrite(eVHumedad, LOW); } else { digitalWrite(eVHumedad, HIGH); } } </pre>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	9 de 21
<pre> } } void bHumePopCallback(void *ptr) { Serial.println("eVPasoATmezcla"); uint32_t dual_state; NexDSButton *btn = (NexDSButton *)ptr; memset(buffer, 0, sizeof(buffer)); bHume.getValue(&dual_state); if (dual_state) { digitalWrite(puHumedad, LOW); } else { digitalWrite(puHumedad, HIGH);; } } //boton salida manual void manualPopCallback(void *ptr) { NexButton *btn = (NexButton *)ptr; digitalWrite(eVSubida, HIGH); digitalWrite(eVConductividad, HIGH); digitalWrite(eVDespacho1, HIGH); digitalWrite(eVDespacho2, HIGH); digitalWrite(eVDespacho3, HIGH); digitalWrite(eVFertilizante, HIGH); digitalWrite(eVHumedad, HIGH); digitalWrite(eVLenCompensacion, HIGH); digitalWrite(eVPasoATmezcla, HIGH); digitalWrite(eVpH, HIGH); digitalWrite(eVRecirculacion, HIGH); digitalWrite(puPrincipal, HIGH); digitalWrite(puPasoATmezcla, HIGH); </pre>	<pre> digitalWrite(puHumedad,HIGH); digitalWrite(salidaSirena, HIGH); salirconfig1 = 1; } //boton config void configPopCallback(void *ptr) { uint16_t len; uint16_t number; uint32_t number1 = 0; NexButton *btn = (NexButton *)ptr; dbSerialPrintln("b0PopCallback"); dbSerialPrint("ptr="); dbSerialPrintln((uint32_t)ptr); Serial.println("El boton"); //Serial.println(horaMez1.getValue(number1)); horaMez1.getValue(&hM1); minMez1.getValue(&mM1); horaMez2.getValue(&hM2); minMez2.getValue(&mM2); horaMez3.getValue(&hM3); minMez3.getValue(&mM3); horadesp1.getValue(&hD1); mindesp1.getValue(&mD1); horadesp2.getValue(&hD2); mindesp2.getValue(&mD2); horadesp3.getValue(&hD3); mindesp3.getValue(&mD3); phVal.getValue(&valorph); conducVal.getValue(&valorcond); setpointpH = valorph; setpointCondu = valorcond; Alarm.alarmRepeat(hM1, mM1, 0, compensacion); </pre>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	10 de 21
<pre> Alarm.alarmRepeat(hM2, mM2, 0, compensacion); Alarm.alarmRepeat(hM3, mM3, 0, compensacion); Alarm.alarmRepeat(hD1, mD1, 0, despacho1); Alarm.alarmRepeat(hD2, mD2, 0, despacho2); Alarm.alarmRepeat(hD3, mD3, 0, despacho3); salirconfig = 1; } void alarmafer() { alarmaFe.show(); digitalWrite(salidaSirena, LOW); while (digitalRead(2)) { } digitalWrite(salidaSirena, HIGH); page0.show(); } void alarmaph() { alarmaPh.show(); digitalWrite(salidaSirena,LOW); while (digitalRead(3)) { } digitalWrite(salidaSirena, HIGH); page0.show(); } void setup() { Serial.begin(9600); setSyncProvider(RTC.get); setSyncInterval(300); nexInit(); delay(1000); </pre>	<pre> //sMdist.attachPop(bt0PopCallback, &sMdist); //smdist.attachPop(bt1PopCallback, &smdist); config.attachPop(configPopCallback, &config); manual.attachPop(manualPopCallback, &manual); k, &eVbajaCondman); eVaDistribman.attachPop(eVaDistribmanPopCallback, &eVaDistribman); eVdist1man.attachPop(eVdist1manPopCallback, &eVdist1man); eVdist2man.attachPop(eVdist2manPopCallback, &eVdist2man); eVdist3man.attachPop(eVdist3manPopCallback, &eVdist3man); eVFertman.attachPop(eVFertmanPopCallback, &eVFertman); eVaguaCompman.attachPop(eVaguaCompmanPopCallba ck, &eVaguaCompman); eVPCMezman.attachPop(eVPCMezmanPopCallback, &eVPCMezman); eVPhman.attachPop(eVPhmanPopCallback, &eVPhman); VRecirman.attachPop(eVRecirmanPopCallback, &eVRecirman); bPrincman.attachPop(bPrincmanPopCallback, &bPrincman); PCMezman.attachPop(bPCMezmanPopCallback, &bPCMezman); eVHume.attachPop(evHumePopCallback, &eVHume); bHume.attachPop(bHumePopCallback, &bHume); pinMode(smCompensacion, INPUT_PULLUP); pinMode(sHCompensacion, INPUT_PULLUP); pinMode(sMCompensacion, INPUT_PULLUP) </pre>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	11 de 21
<pre>pinMode(smMezcla, INPUT_PULLUP); pinMode(sMMezcla, INPUT_PULLUP); pinMode(sMMaxMezcla, INPUT_PULLUP); pinMode(2, INPUT_PULLUP); pinMode(3, INPUT_PULLUP); pinMode(smDespcho, INPUT_PULLUP); pinMode(sMDespcho, INPUT_PULLUP); pinMode(pageconfig, INPUT_PULLUP); pinMode(pagemanual, INPUT_PULLUP); pinMode(eVLlenCompensacion, OUTPUT); pinMode(eVPasoaTMezcla, OUTPUT); pinMode(eVSubida, OUTPUT); pinMode(eVRecirculacion, OUTPUT); pinMode(eVFertilizante, OUTPUT); pinMode(eVpH, OUTPUT); pinMode(eVConductividad, OUTPUT); pinMode(eVDespacho1, OUTPUT); pinMode(eVDespacho2, OUTPUT); pinMode(eVDespacho3, OUTPUT); pinMode(eVHumedad, OUTPUT); pinMode(puPasoaTMezcla, OUTPUT); pinMode(puPrincipal, OUTPUT); pinMode(puHumedad, OUTPUT); pinMode(tester, OUTPUT); pinMode(salidaSirena,OUTPUT); digitalWrite(tester, LOW); digitalWrite(salidaSirena, HIGH); digitalWrite(eVLlenCompensacion, HIGH); digitalWrite(eVPasoaTMezcla, HIGH); digitalWrite(eVSubida, HIGH); digitalWrite(eVRecirculacion, HIGH); digitalWrite(eVFertilizante, HIGH); digitalWrite(eVpH, HIGH); digitalWrite(eVConductividad, HIGH);</pre>	<pre>digitalWrite(eVDespacho1, HIGH); digitalWrite(eVDespacho2, HIGH); digitalWrite(eVDespacho3, HIGH); digitalWrite(eVHumedad, HIGH); digitalWrite(puPasoaTMezcla, HIGH); digitalWrite(puPrincipal, HIGH); digitalWrite(puHumedad, HIGH); sMaxcom.setValue(0); sHacom.setValue(0); smCom.setValue(0); sMMez.setValue(0); sMMez.setValue(0); smMez.setValue(0); sMdist.setValue(0); smdist.setValue(0); eVFert.setValue(0); eVPh.setValue(0); eVPCMez.setValue(0); eVRecir.setValue(0); eVaDistrib.setValue(0); bPCMez.setValue(0); bPrinc.setValue(0); eVaguaComp.setValue(0); eVdist1.setValue(0); eVdist2.setValue(0); eVdist3.setValue(0); eVbajaCond.setValue(0); Alarm.timerRepeat(1800, grabaHume);//log de humedad y temperatura Alarm.timerRepeat(1810, grabapHCo);//log de humedad y temperatura //attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(2), alarmafer, CHANGE); //attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(3),</pre>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	12 de 21
<pre> alarmaph, CHANGE); if (!SD.begin(chipSelect, SPI_FULL_SPEED)) { SD.initErrorHalt(); } Serial.println("initialization done."); if (SD.exists("Hidroponia") == false) SD.mkdir("Hidroponia"); for (byte thisReading = 0; thisReading < numReadings; thisReading++) readings[thisReading] = 0; TempProcess(StartConvert); //let the DS18B20 start the convert AnalogSampleTime = millis(); printTime = millis(); tempSampleTime = millis(); } void loop() { Alarm.delay(1); // tiempo(); medir(); lectsens(); //Serial.println("main loop"); if (!digitalRead(pageconfig)) { pageConfig.show(); salirconfig = 0; configurar(); } if (!digitalRead(pagemanual)) { pageManual.show(); </pre>	<pre> salirconfig1 = 0; controlMan(); } if (!digitalRead(pagemanual)) { pageManual.show(); //salirconfig = 0; //configurar(); } if (digitalRead(2)) { Serial.println("yen do a larma ph"); alarmafer(); } if (digitalRead(3)) { Serial.println("yen do a larma fert"); alarmaph(); } if (digitalRead(smDespcho) && huboDesp == true) { cierre Despachos(); } } float TempProcess(bool ch) { //returns the temperature from one DS18B20 in DEG Celsius static byte data[12]; static byte addr[8]; static float TemperatureSum; if (!ch) { if (!ds.search(addr)) { </pre>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	13 de 21
<pre> Serial.println("no more sensors on chain, reset search!"); ds.reset_search(); return 0; } if (OneWire::crc8(addr, 7) != addr[7]) { Serial.println("CRC is not valid!"); return 0; } if (addr[0] != 0x10 && addr[0] != 0x28) { Serial.print("Device is not recognized!"); return 0; } ds.reset(); ds.select(addr); ds.write(0x44, 1); // start conversion, with parasite power on at the end } else { byte present = ds.reset(); ds.select(addr); ds.write(0xBE); // Read Scratchpad for (int i = 0; i < 9; i++) { // we need 9 bytes data[i] = ds.read(); } ds.reset_search(); byte MSB = data[1]; byte LSB = data[0]; float tempRead = ((MSB << 8) LSB); //using two's compliment TemperatureSum = tempRead / 16; } return TemperatureSum; } </pre>	<pre> void grabaHume() { humedad = SD.open("Hidroponia/Humedad.txt", FILE_WRITE); if (!humedad)errorHalt("open failed"); Serial.print("Writing to Humedad"); humedad.println(String(hour()) + ":" + String(minute()) + "\t" + String(day()) + "-" + String(month()) + "-" + String(year()) + "\t" + String(hume) + "\t" + String(tempe)); humedad.close(); } void grabapHCo() { datalog = SD.open("Hidroponia/phTemp.txt", FILE_WRITE); if (!datalog)errorHalt("open failed"); Serial.print("Writing to phTemp"); datalog.println(String(hour()) + ":" + String(minute()) + "\t" + String(day()) + "-" + String(month()) + "-" + String(year()) + "\t" + String(analogRead(medidapH)) + "\t" + String(analogRead(medidaconuct))); datalog.close(); } void despacho1() { eVdist1.setValue(1); digitalWrite(eVDespacho1, LOW); huboDesp = true; } void despacho2() { eVdist2.setValue(1); digitalWrite(eVDespacho2, LOW); huboDesp = true; } </pre>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	14 de 21
<pre> } void despacho3() { eVdist2.setValue(1); digitalWrite(eVDespacho2, LOW); huboDesp = true; } void test() { digitalWrite(tester, LOW); delay(1000); digitalWrite(tester, LOW); delay(1000); } void configurar() { horaMez1.setValue(hM1); minMez1.setValue(mM1); horaMez2.setValue(hM2); minMez2.setValue(mM2); horaMez3.setValue(hM3); minMez3.setValue(mM3); horadesp1.setValue(hD1); mindesp1.setValue(mD1); horadesp2.setValue(hD2); mindesp2.setValue(mD2); horadesp3.setValue(hD3); mindesp3.setValue(mD3); conducVal.setValue(valorcond); phVal.setValue(valorph); while (salirconfig == 0) { nexLoop(nex_listen_list); } page0.show(); } void controlMan() { while (salirconfig1 == 0) </pre>	<pre> { Serial.println("En controlManual"); nexLoop(nex_listen_list); } page0.show(); } void medir() { int chk = DHT.read22(DHT22_PIN); //////////// for (int i = 0; i<10; i++) //Get 10 sample value from the sensor for smooth the value { buf[i] = analogRead(medidapH); delay(10); } for (int i = 0; i<9; i++) //sort the analog from small to large { for (int j = i + 1; j<10; j++) { if (buf[i]>buf[j]) { temp = buf[i]; buf[i] = buf[j]; buf[j] = temp; } } } avgValue = 0; for (int i = 2; i<8; i++) //take the average value of 6 center sample avgValue += buf[i]; phValue = (float)avgValue*5.0 / 1024 / 6; //convert the analog into millivolt </pre>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	15 de 21
<pre> pHValue = 3.5*pHValue*factorPh; //convert the millivolt into pH value pHvalue = String(pHValue); //////////7 ////////// if (millis() - AnalogSampleTime >= AnalogSampleInterval) { AnalogSampleTime = millis(); // subtract the last reading: AnalogValueTotal = AnalogValueTotal - readings[index]; // read from the sensor: readings[index] = analogRead(ECsensorPin); // add the reading to the total: AnalogValueTotal = AnalogValueTotal + readings[index]; // advance to the next position in the array: index = index + 1; // if we're at the end of the array... if (index >= numReadings) // ...wrap around to the beginning: index = 0; // calculate the average: AnalogAverage = AnalogValueTotal / numReadings; } /* Every once in a while,MCU read the temperature from the DS18B20 and then let the DS18B20 start the convert. Attention:The interval between start the convert and read the temperature should be greater than 750 millisecond,or the temperature </pre>	<pre> is not accurate! */ if (millis() - tempSampleTime >= tempSampleInterval) { tempSampleTime = millis(); temperature = TempProcess(ReadTemperature); // read the current temperature from the DS18B20 TempProcess(StartConvert); //after the reading,start the convert for next reading } /* Every once in a while,print the information on the serial monitor. */ if (millis() - printTime >= printInterval) { printTime = millis(); averageVoltage = AnalogAverage*(float)5000 / 1024; Serial.print("Analog value:"); Serial.print(AnalogAverage); //analog average,from 0 to 1023 Serial.print(" Voltage:"); Serial.print(averageVoltage); //millivolt average,from 0mv to 4995mV Serial.print("mV "); Serial.print("temp:"); Serial.print(temperature); //current temperature Serial.print("^C EC:"); float TempCoefficient = 1.0 + 0.0185*(temperature - 25.0); //temperature compensation formula: fFinalResult(25^C) = </pre>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	16 de 21
<pre> fFinalResult(current)/(1.0+0.0185*(FTP-25.0)); float CoefficientVolatge = (float)averageVoltage / TempCoefficient; if (CoefficientVolatge<150)Serial.println("No solution!"); //25^C 1413us/cm<-->about 216mv if the voltage(compensate)<150,that is <1ms/cm,out of the range else if (CoefficientVolatge>3300)Serial.println("Out of the range!"); //>20ms/cm,out of the range else { if (CoefficientVolatge <= 448)ECcurrent = 6.84*CoefficientVolatge - 64.32; //1ms/cm<EC<=3ms/cm else if (CoefficientVolatge <= 1457)ECcurrent = 6.98*CoefficientVolatge - 127; //3ms/cm<EC<=10ms/cm else ECcurrent = 5.3*CoefficientVolatge + 2278; //10ms/cm<EC<20ms/cm ECcurrent /= 1000; //convert us/cm to ms/cm ECcurrent = ECcurrent*factorCond; Serial.print(ECcurrent, 2); //two decimal Serial.println("ms/cm"); } } //////////////////////////////////// conducvalue = String(ECcurrent); phvalue.toCharArray(buffer, 6); txtPH.setText(buffer); fecha = ""; fecha.toCharArray(buffer, 15); conducvalue.toCharArray(buffer, 6); txtConduc.setText(buffer); fecha = ""; </pre>	<pre> fecha.toCharArray(buffer, 15); humidity = DHT.humidity; temperaturedht = DHT.temperature; if (humidity <= spHume) { digitalWrite(eVHumedad,LOW); digitalWrite(puHumedad, LOW); } if(humidity >= spHume+rangoHume) { digitalWrite(eVHumedad, HIGH); digitalWrite(puHumedad, HIGH); } //Serial.println(DHT.humidity); //Serial.println(DHT.temperature); hume = String(humidity); hume.toCharArray(buffer, 6); txtHume.setText(buffer); fecha = ""; fecha.toCharArray(buffer, 15); tempe = String(temperaturedht); tempe.toCharArray(buffer, 6); txtTemp.setText(buffer); fecha = ""; fecha.toCharArray(buffer, 15); } void tiempo() { nexLoop(nex_listen_list); fecha = String(year()); fecha = fecha + "/"; if (month(<10) { fecha = fecha + "0" + String(month()); } } else </pre>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	17 de 21
<pre> { fecha = fecha + String(month()); } nexLoop(nex_listen_list); fecha = fecha + "/"; if (day()<10) { fecha = fecha + "0" + String(day()); } else { fecha = fecha + String(day()); } nexLoop(nex_listen_list); fecha.toCharArray(buffer, 15); txtFecha.setText(buffer); fecha = ""; fecha.toCharArray(buffer, 15); if (hour()<10) { hora = "0" + String(hour()); } else { hora = String(hour()); } nexLoop(nex_listen_list); hora = hora + ":"; if (minute()<10) { hora = hora + "0" + String(minute()); } Else { </pre>	<pre> hora = hora + String(minute()); } nexLoop(nex_listen_list); hora.toCharArray(buffer, 15); txtHora.setText(buffer); fecha = ""; fecha.toCharArray(buffer, 15); } void lectsens() { smFertcomp.setValue(digitalRead(smFertilizante)); smPhcomp.setValue(digitalRead(smPh)); smCom.setValue(digitalRead(smCompensacion)); sHacom.setValue(digitalRead(sHCompensacion)); sMaxcom.setValue(digitalRead(sMCompensacion)); smMez.setValue(digitalRead(smMezcla)); sMMez.setValue(digitalRead(sMMezcla)); sMMez.setValue(digitalRead(sMMaxMezcla)); smdist.setValue(digitalRead(smDespcho)); sMdist.setValue(digitalRead(sMDespcho)); } //compensacion void compensacion() { digitalWrite(eVHumedad,HIGH); digitalWrite(puHumedad,HIGH); Serial.println("En compensacion"); if (digitalRead(smCompensacion) !digitalRead(sHCompensacion))//condicion no valida 1 solo arranca si esta activado el minimo { digitalWrite(eVLlenCompensacion, LOW); eVaguaComp.setValue(1); smCom.setValue(1); while </pre>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	18 de 21
<pre>(!digitalRead(sHCompensacion))//mientras sea 0 sensor nivel medio de T compensacion { //Serial << "Llenando a medio" << "\n"; Serial.println("Llenando a medio"); eVaguaComp.setValue(1); sHacom.setValue(0); } //Serial << "En medio" << "\n"; Serial.println("En medio"); sHacom.setValue(1); eVaguaComp.setValue(0); digitalWrite(eVLlenCompensacion, HIGH); digitalWrite(eVFertilizante, LOW); eVFert.setValue(1); delay(tfert);//tiempo de puesta de fertilizante eVFert.setValue(0); digitalWrite(eVFertilizante, HIGH); while (!digitalRead(sMCompensacion))//llenado de agua { //Serial << "Llenando al Maximo" << "\n"; Serial.println("Llenando al Maximo"); sMaxcom.setValue(0); digitalWrite(eVLlenCompensacion, LOW); eVaguaComp.setValue(1); } //Serial << "Llenado Maximo" << "\n"; Serial.println("Llenado Maximo"); sMaxcom.setValue(1); eVaguaComp.setValue(0); digitalWrite(eVLlenCompensacion, HIGH); mezcla(); Serial.println("Salida de mezcla");</pre>	<pre>} } void mezcla() { if (!digitalRead(smMezcla)) { Alarm.timerOnce(120, grabapHCo); Serial.println("Creadad alarma ph"); while (!digitalRead(smMezcla)) { Alarm.delay(1); tiempo(); if (!digitalRead(smCompensacion))//bajo nivel compensacion { sMaxcom.setValue(0); } if (!digitalRead(sHCompensacion))//bajo nivel medio compensacion { sHacom.setValue(0); } if (!digitalRead(smMezcla))//bajo nivel minimo compensacion { smMez.setValue(1); } sMMez.setValue(0); //Serial << "llenando maximo mezcla" << "\n"; Serial.println("llenando maximo mezcla"); if (!digitalRead(smCompensacion)) { eVPCMez.setValue(1); bPCMez.setValue(1);</pre>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	19 de 21
<pre> digitalWrite(eVPasoaTMezcla, LOW); digitalWrite(puPasoaTMezcla, LOW); } else { eVPCMez.setValue(0); bPCMez.setValue(0); compensacion(); } } eVPCMez.setValue(0); bPCMez.setValue(0); sMMez.setValue(1); smMez.setValue(1); digitalWrite(eVPasoaTMezcla, HIGH); digitalWrite(puPasoaTMezcla, HIGH); //Serial << "en nivel maximo mezcla" << "\n"; Serial.println("en nivel maximo mezcla"); medidas(); } } void medidas() { //establecer rangos de las medidas //Serial << "En medidas" << "\n"; Serial.println("En medidas"); if (!digitalRead(sMMaxMezcla)) { if ((setpointpH - rangoph)<phValue && (setpointpH + rangoph)>phValue && setpointCondu - rangoconduc)<ECcurrent && (setpointCondu + rangoconduc)>ECcurrent () { ///medidas correctas if (contrecir>0) { </pre>	<pre> subida(); contrecir = 0; } else { recirculacion(); medidas(); } } if (phValue > (setpointpH + rangoph)) { Serial.println("Ph mayor que sp"); Serial.println(contrecir); digitalWrite(eVpH, LOW); eVPh.setValue(1); delay(tbajapH); eVPh.setValue(0); digitalWrite(eVpH, HIGH); if (contrecir <= 3) { recirculacion(); medidas(); } else { parapro(); } } if (ECcurrent>(setpointCondu + rangoconduc)) { Serial.println("conduc mayor que sp"); digitalWrite(eVConductividad, LOW); eVbajaCond.setValue(1); delay(tbajaconduc); eVbajaCond.setValue(0); </pre>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	20 de 21
<pre> digitalWrite(eVConductividad, HIGH); recirculacion(); if (contrecir <= 3) { recirculacion(); medidas(); } else { paraproc(); } } //esto hay que intentar evitar (que la conductividad sea siempre mayor) if (ECcurrent<(setpointCondu - rangoconduc)) { Serial.println("conduc menor que sp"); digitalWrite(eVPasoaTMezcla, LOW); digitalWrite(puPasoaTMezcla, LOW); delay(tsubeconduc); digitalWrite(eVPasoaTMezcla, HIGH); digitalWrite(puPasoaTMezcla, HIGH); //aumentar seguridad de que haya liquido } } else { digitalWrite(puPasoaTMezcla, HIGH); digitalWrite(eVPasoaTMezcla, HIGH); digitalWrite(eVConductividad, HIGH); } } void recirculacion() { Serial.println("En recirculacion"); contrecir++; </pre>	<pre> Alarm.delay(1); digitalWrite(eVRecirculacion, LOW); digitalWrite(puPrincipal, LOW); eVRecir.setValue(1); bPrinc.setValue(1); for (int i = 0; i <24; i++) { Alarm.delay(1); Alarm.delay(1); tiempo(); medir(); lectsens(); delay(5000);//original 5000 para 2 min medir(); } digitalWrite(eVRecirculacion, HIGH); digitalWrite(puPrincipal, HIGH); eVRecir.setValue(0); bPrinc.setValue(0); } void subida() { Serial.println("en subida"); if (!digitalRead(smMezcla) && !digitalRead(sMDespcho))//llenado verif { while (!digitalRead(smMezcla) && !digitalRead(sMDespcho)) { digitalWrite(eVRecirculacion, HIGH); eVaDistrib.setValue(1); bPrinc.setValue(1); digitalWrite(eVSubida, LOW); digitalWrite(puPrincipal, LOW); } } </pre>	

ANEXO G	LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN	21 de 21
<pre> digitalWrite(eVSubida, HIGH); digitalWrite(puPrincipal, HIGH); eVaDistrib.setValue(0); bPrinc.setValue(0); } } void cierre Despachos() { digitalWrite(eVDespacho1, HIGH); digitalWrite(eVDespacho2, HIGH); digitalWrite(eVDespacho3, HIGH); eVdist1.setValue(0); eVdist2.setValue(0); eVdist3.setValue(0); } void paraprocesar() { while (true)//reseteo el arduino { eVFert.setValue(0); eVPh.setValue(0); eVPCMez.setValue(0); eVRecir.setValue(0); eVaDistrib.setValue(0); bPCMez.setValue(0); bPrinc.setValue(0); eVaguaComp.setValue(0); eVdist1.setValue(0); eVdist2.setValue(0); eVdist3.setValue(0); eVbajaCond.setValue(0); txtPH.setText("Alerta"); } } size_t readField(File* file, char* str, size_t size, const char* delim) { char ch; </pre>	<pre> size_t n = 0 while ((n + 1) < size && file->read(&ch, 1) == 1) { // Delete CR. if (ch == '\r') { continue; } str[n++] = ch; if (strchr(delim, ch)) { break; } } str[n] = '\0'; return n; } #define countof(a) (sizeof(a) / sizeof(a[0])) </pre>	

**CABLES DE COBRE FLEXIBLE IMBABURA Y BATERÍA
TIPO TFF Y SGT**

Calibre	Nº. Hilos	Diámetro Hilo	Área	Diámetro Conductor	Aislamiento Espesor	Diámetro Exterior	Resistencia DC a 20°C	Peso Total Aprox.	Capac. de Corriente	Tipo
AWG	mm	mm	mm ²	mm	mm	mm	D/Km	Kg/Km	A	
22	7	0.25	0.32	0.78	0.76	2.30	54.23	7.83	3	TFF
20	10	0.25	0.52	0.98	0.76	2.50	34.03	11.35	5	TFF
18	16	0.25	0.82	1.17	0.76	2.69	21.42	15.10	7	TFF
16	26	0.25	1.31	1.48	0.76	3.00	13.45	20.64	10	TFF
14	41	0.25	2.08	1.89	0.76	3.41	8.44	29.42	25	TFF
12	65	0.25	3.31	2.38	1.14	4.66	5.32	51.39	30	TFF
10	104	0.25	5.26	2.99	1.14	5.27	3.34	72.71	40	TFF
8	168	0.25	8.37	3.75	1.14	6.03	2.10	102.00	60	SGT
6	266	0.25	13.30	4.75	1.52	7.79	1.32	166.00	80	SGT
4	420	0.25	21.15	6.39	1.52	9.43	0.85	239.00	105	SGT
2	665	0.25	33.63	8.06	1.52	11.10	0.53	363.00	140	SGT
1/0	1064	0.25	53.51	10.18	2.03	14.24	0.34	558.00	195	SGT
2/0	1323	0.25	67.44	11.40	2.03	15.46	0.27	690.00	225	SGT
3/0	1666	0.25	85.03	12.81	2.03	16.87	0.21	880.00	240	SGT
4/0	2107	0.25	107.20	14.83	2.03	18.89	0.17	1103.00	300	SGT

Aplicaciones: Los cables tipo TFF pueden ser utilizados en alambrado de tableros de control y aparatos eléctricos. Tensión de servicio 600V ca. Tipo SGT: Cable utilizado para circuito de encendido de motores, vehículos, etc. Tensión de servicio de 50V como máximo.
Construcción: Conductor de cobre suave flexible; aislamiento PVC, resistente a la llama, resistente a la abrasión, al calor y a la humedad.
Especificaciones: Elaborado y probado de acuerdo a la última revisión de las siguientes normas: ASTM B3, B172, B174, UE 62.
Embalaje: Rollos y carretes de madera.
Notas: Modificaciones en la construcción de los cables pueden ser realizadas bajo pedido del cliente.

Tabla con las especificaciones de los conductores flexibles



CORDONES PARALELOS FLEXIBLES SPT

CALIBRE	SECCION APROX	CONDUCTOR				PESO Cu TOTAL APROX. Kg/Km	ESPESOR DE AISLAMI. mm	DIMENSION EXTERIOR APROX. AL. mm	PESO TOTAL APROX. Kg/Km	RESIST. MAXIMA 20°C Ohm	CAPACIDAD CONEXION *
		#	CLASE J	CONSTRUCCION							
				H-bis	mm						
AWG o MCM	mm ²										
2 x 22	0.35	7	0.25	0.76	6.50	0.51	1.8 x 4.0	17.12	5		
2 x 20	0.51	7	0.32	0.94	9.28	0.76	2.5 x 5.3	21.84	34.7	6	
2 x 18	0.82	10	0.32	1.19	14.84	0.76	2.8 x 6.0	29.32	21.8	10	
2 x 16	1.31	16	0.32	1.50	24.12	1.14	3.8 x 8.0	53.29	13.7	13	
2 x 14	2.08	26	0.32	1.88	38.04	1.14	4.3 x 9.0	71.07	8.59	18	
2 x 12	3.31	41	0.32	2.36	60.32	1.52	5.6 x 11.7	115.16	5.41	25	
2 x 10	5.26	65	0.32	3.00	96.50	1.52	6.2 x 12.9	160.95	3.41	30	

ESPECIFICACION:
ASTM B-174

APLICACION:

El SPT es ampliamente utilizado en la conexión doméstica de electrodomésticos, lámparas portátiles y otros equipos de bajo consumo. También se usa en sistemas de iluminación, cuando se requiera alimentar luminarias suspendidas en cadena, ya que facilita la instalación y no afecta la estética.

Partes de sistema temporal de alambrado como lo especifican los artículos 400 y 305 del NEC.

Usos NO permitidos y Recomendaciones:

No pueden ser usados para sustituir el alambrado de salidas, como tomacorrientes, apagadores, etc., para instalaciones fijas.

No debe quedar aislado dentro de paredes, pisos o cielo rasos.

No debe pasar a través de puertas, ventanas o aberturas similares, en donde pueda dañarse debido a extremos filosos o puntiagudos.

No debe ser engrapado o clavado a las estructuras sólidas de la instalación o edificación.

No debe ser instalado en tubería eléctrica.

AISLANTE:

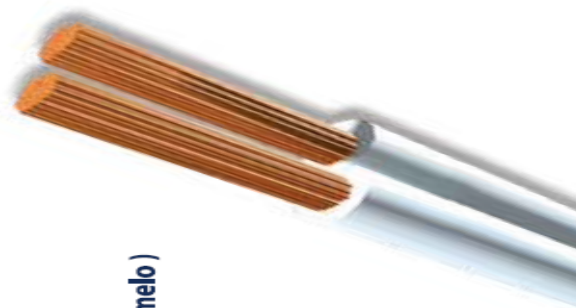
Cloruro de polivinilo (PVC) 60°C (140°F), resistente a la humedad, no propaga la llama.

VOLTAJE:

300 V

TEMPERATURA:

60°C

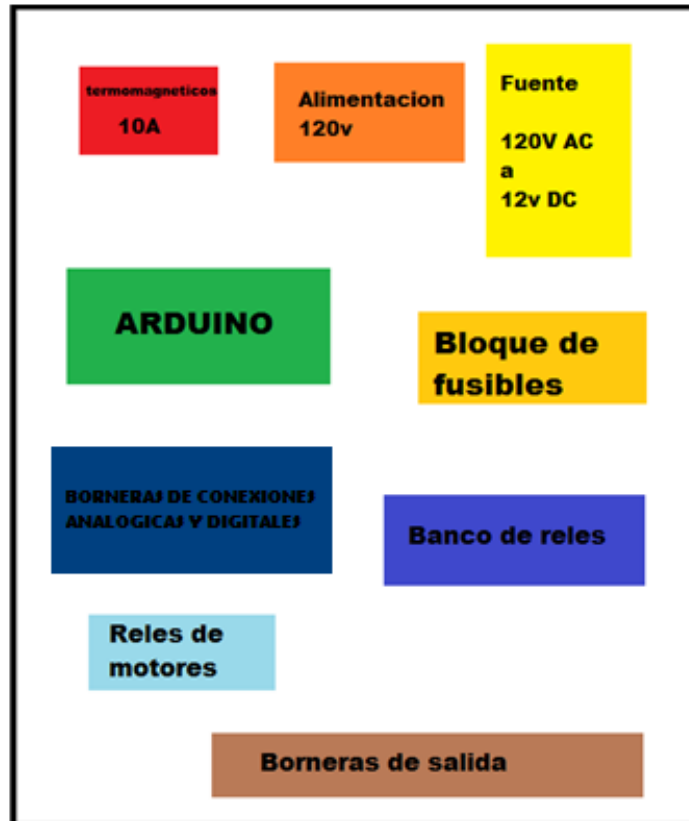


SPT (gemelo)

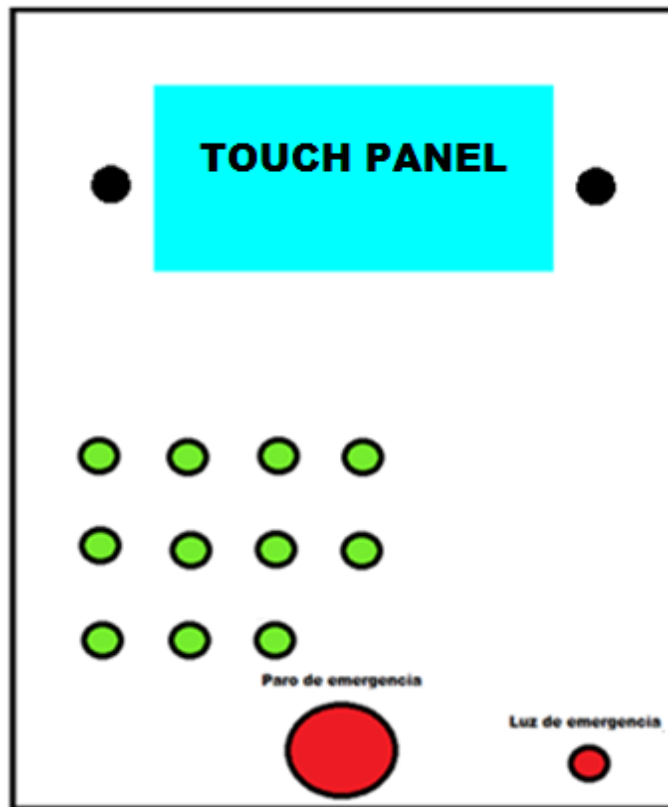
Tabla con las especificaciones de los conductores gemelos flexibles



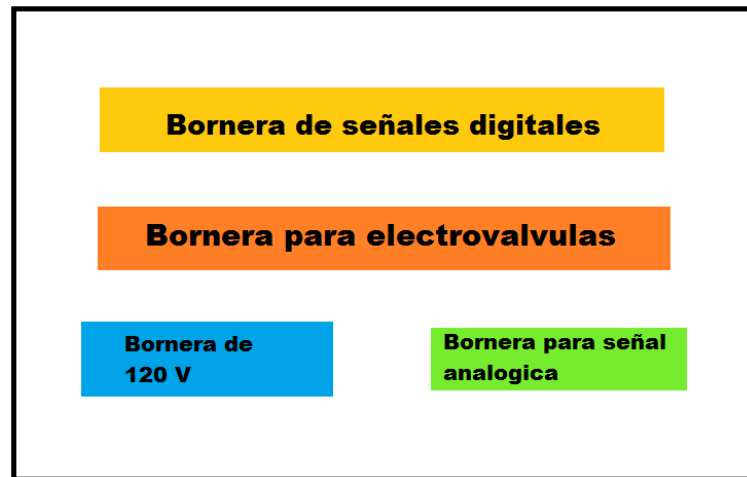
Interior del tablero principal – esquema



Parte frontal del tablero principal



Parte interior de la caja secundaria



Exterior de la caja secundaria



Accesorios de Plomería**Instalación de los accesorios**

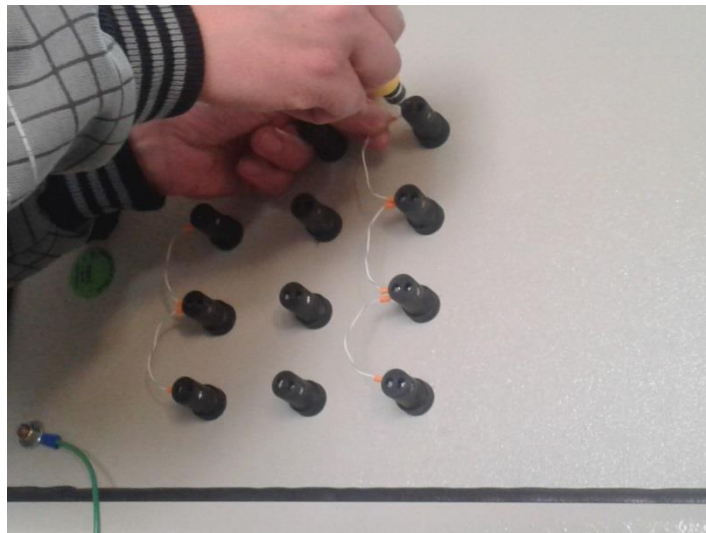
Armado del tablero principal



Accesorios del tablero principal



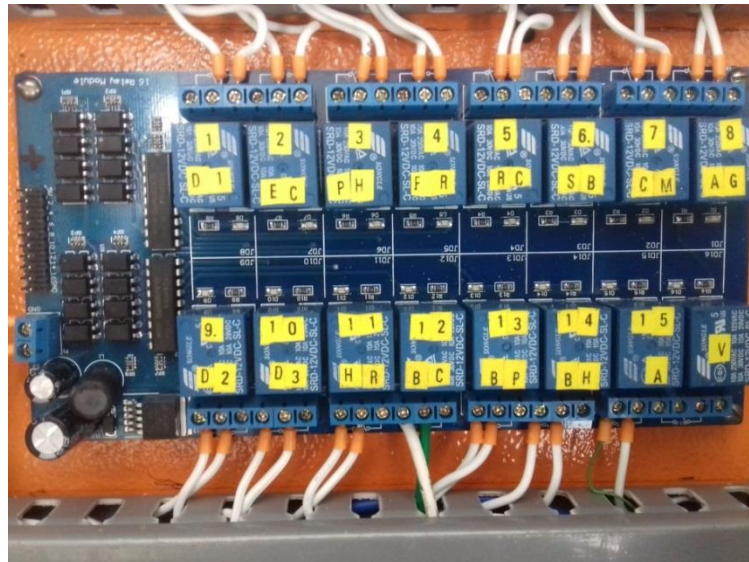
Marcas para perforación del tablero**Ajuste de accesorios al tablero principal**

Conexión de las luces indicadoras**Cableado de las luces indicadoras**

Interior del tablero principal



Banco de relés



Tanques del sistema



Plantación

