



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN, FINANZAS E INFORMÁTICA**  
**PROCESO DE TITULACIÓN**

**ENERO – JUNIO 2017**

**EXAMEN COMPLEXIVO DE GRADO O DE FIN DE CARRERA**

**PRUEBA PRÁCTICA**

**INGENIERÍA EN SISTEMAS**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO EN**

**INGENIERO EN SISTEMAS**

**TEMA:**

**“Estudio de la gestión automática para el riego del invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo”**

**EGRESADO:**

**Pablo Celio Pazmiño Valencia**

**TUTOR:**

**Ing. Alfonso Jacinto Agama Chico**

**AÑO 2017**

## **TEMA**

“Estudio de la gestión automática para el riego del invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo”

## INTRODUCCIÓN

La gran trascendencia de los invernaderos a nivel mundial, y su repercusión desde el punto de vista biológico, ambiental, educativo y social, pese a todo estos factores aún existe el gran deterioro de estas áreas de cultivos, es así como es que el hombre por falta de conocimientos hace posible que exista un mal manejo y un aprovechamiento inadecuado y excesivo de los recursos naturales tanto sustituible como no sustituible, esto ha causado un gran deterioro en el medio, provocando un anormal desarrollo de las plantas.

En la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, viene aconteciendo un problema que pone en riesgo el buen desarrollo de las prácticas académicas que se realizan en el invernadero de la Facultad, debido al mal funcionamiento de tecnología de riego que no pueden beneficiar a esta área, de hecho, el problema surge al no existir una adecuada tecnología de riego en el invernadero que pueda brindar un adecuado riego a los cultivos hortícolas. Los cultivos dentro del invernadero, cumplen un rol importante para el buen desarrollo de las prácticas académicas de la institución.

El presente tema trata sobre el “Estudio de la gestión automática para el riego del invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo”. Para esto se realizó un análisis de la situación en que se encuentra el sistema de riego en el invernadero de cultivos de ciclo corto de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo. Mediante este estudio se podrá decidir qué tipo de gestión del control automático se deberá implementar, que permitirá comandar los equipos del sistema de riego del invernadero.

El riego es una práctica agronómica que se la realizada desde hace muchos años de forma manual, y nace con la necesidad de dar a los cultivos la humedad necesaria y nutrientes adecuados para su crecimiento. Además, con el pasar del tiempo en muchas regiones del mundo y del país permanecen invariables.

En la actualidad en la Facultad de Ciencias Agropecuaria existe un invernadero en el cual, estudiantes y docentes realizan sus prácticas académicas y trabajos investigativos en cultivos de ciclo corto, el mismo que se lo viene controlando de forma manual, es decir, el riego y la fertilización se lo hace manualmente, dependiendo del ciclo de vida de la planta, además esto provoca que el agua y los nutrientes no sean aprovechados por las plantas produciéndose que el agua de riego no puede infiltrarse en el suelo y discurre por la superficie del mismo.

Pero hoy en día hay grandes cambios, como la automatización en invernadero, que con la ayuda de sistemas electrónicos nos permiten automatizarlos, con un beneficio de ahorro de mano de obra, la que se necesita para el riego, evitando gastos, errores humanos, y aumentando la producción hortícola.

En el estudio de gestión del cual se está haciendo referencia, es del riego automatizado que funciona de una manera técnica, diseñado de tal manera que pueda medir el nivel de humedad en el suelo, que es un factor importante para el proceso de cultivos de ciclo corto, el cual que de manera exacta proporcionará la cantidad de riego requerido y la distribuirá uniformemente; este funcionará mediante un software inteligente que cuenta con sensores de humedad.

Con este proyecto se marca la importancia de dar un nuevo impulso a la actividad Agrícola dentro de la Facultad de Ciencias Agropecuaria de la Universidad Técnica de Babahoyo, aprovechando los medios tecnológicos al alcance, como son los invernaderos automatizados, y tener mejores resultados dentro de las prácticas académicas como investigativas y optimizar los recursos financieros, humanos y materiales.

## DESARROLLO

Este tema trata sobre el estudio de gestión automática, que controlará la frecuencia y la duración del riego en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, que está ubicada en el kilómetro 7 ½ vía Montalvo.

El incremento de la tecnología permite poseer una gran gama de mecanismos para la automatizar equipos o sistemas. En la actualidad se están utilizando mecanismos económicos como placas de controladores Arduino, Circuitos Integrados Programables PIC, mecanismos temporizadores y relés de aplicación. Los que realizarán tareas más difíciles, también se utilizan Controladores Lógicos Programables (PLC) y métodos de Interfaz Humano y Máquina (HMI), que poseen mayor costo que los anteriores (docplayer, 2017).

El PLC es y seguirá siendo muy importante en la automatización industrial. Debido a la utilización en las industrial hace que los PLC sean costosos, como adquirirlos y en su reparación, también a las habilidades específicamente pedidas a los diseñadores de software para aprovechar a los controladores (hacedores, 2014).

El sistema Arduino es un controlador programable, es el “núcleo” y, en cualquier caso se lo construyo para utilizarlo en aplicaciones generales; con un poco de hardware exterior (las interfaces que traspasan las señales de los sensores a los actuadores, disminuyendo la EMI que dañaría el microcontrolador) (hacedores, 2014).

Los horticultores que utilizan equipos automatizados son capaces de disminuir el derrame de agua en el riego que se realiza sobre suelos saturados, además de prevenir que el

riego se lo realice en una etapa inexacto de día, ya que esto dará un mejor beneficio a los cultivos, asegurando el agua y los fertilizantes adecuados en el momento adecuado. (Roca, 2015).

Los sistemas de riego se pueden automatizar mediante la información del contenido volumétrico de agua del suelo, utilizando sensores para medir la humedad del mismo, en lugar de un programa de riego pre-determinado a una hora del día y con duración específica (Gutiérrez Jagüey, 2012).

La automatización garantiza la confiabilidad, la integridad y la disponibilidad de mejorar estos recursos como es el riego a los cultivos dentro del invernadero.

Según (Espinosa, 2011). “Una de las alternativas para lograr este objetivo es la utilización de sistemas de riego con programación de autocontrol: se trata de sistemas que establecen la ejecución automática de riegos mediante la valoración continua de uno o varios parámetros de control”.

El riego automatizado posee la característica de un perfecto manejo del agua mediante sensores que son los que indican en qué momento se debe o no regar el cultivo dentro del invernadero.

Fertilización (Cruz, 2012). “Es la técnica de aplicar fertilizantes en los sistemas de riego presurizado, permite una dosificación racional en función de la demanda del cultivo, características de suelo y agua y condiciones ambientales específicas”.

Sistema electrónico es un grupo de sensores, circuito de proceso, control, actuadores y fuente de alimentación.

El empleo de un microcontrolador instrumento electrónico que incorpora en un solo encapsulado un gran número de elementos, con la propiedad ser programable. Por lo que es idóneo de efectuar de manera autónoma una serie de instrucciones primero descrito por el usuario.

La gran parte de riego en invernadero no es automatizada, y presentan costos elevados para la población de bajos recurso económico, que en general son los agricultores.

Con la tecnología Arduino se favorece más aun la implementación de la automatización de variables necesarias para cualquier tipo de hortalizas en un espacio cerrado (invernadero), además de que tiene una amplia gama de sensores compatibles con el microcontrolador de la misma familia reduciendo costos y tiempo a diferencia de otros, que en esta misma tecnología la plataforma de programación es muy amigable con el usuario (Barrera Eduardo, 2014).

La información enviada desde los sensores de humedad de suelo se procesa por la aplicación de escritorio, la cual se encargará de mantener el rango adecuado de humedad del suelo con los valores configurados, mediante los actuadores. Esto se podrá aplicar a cualquier tipo de cultivo de invernadero.

Según (ARDUINO.cl, 2016). “Es una plataforma de prototipos electrónicos de código abierto, está 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”.

El Arduino placa electrónica que está basada en el ATmega328. posee 14 pines digitales de e / s, con 6 que lo podrían utilizar como salidas de señal PWM señal de modulación por ancho de pulso, 6 entradas analógicas, consta de un resonador cerámico con 16 MHz, con conexión USB, conector de alimentación, un header ICSP, y un reinicio. Posee lo que necesita para apoyar al microcontrolador; basta conectarlo a un ordenador con un cable conector USB o un cable de energía con un adaptador de CA o batería a CC para empezar (Osorio, 2015). Fig. 1

Este dispositivo realizará un debido control de riego dentro del invernadero mediante la automatización, por medio del control de electroválvulas que permitirán el paso de un flujo adecuado para el riego del cultivo.

Al ser Arduino una plataforma de hardware libre tanto su bosquejo como su entorno se puede usar independientemente para implementar cualquier tipo de proyecto sin haber adquirido ninguna licencia. Por eso existen varios tipos de placa oficiales, las creadas por la comunidad Arduino. En la placa Arduino serán conectados los sensores, actuadores y otros elementos necesarios para comunicarnos con el sistema.

Fig. 1. Placa Arduino Uno.



Autor: Imagen Fotografiada Pablo Pazmiño Valencia 2017

Según (ARDUINO, s.f) “La forma básica del lenguaje de programación Arduino es muy simple formado al menos de dos partes. Estas dos partes, o funciones, encierran bloques que poseen declaraciones, estamentos o instrucciones”. Fig. 2

Fig. 1. Interfaz de Arduino

```

prueba_sensor
int outputValue2 = 0;
int outputValue3 = 0;
int outputValue4 = 0;
int outputValue5 = 0;

void setup() {
  // initialize serial communications at 9600 bps:
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // read the analog in value:
  sensorValue1 = analogRead(sensor1);
  sensorValue2 = analogRead(sensor2);
  sensorValue3 = analogRead(sensor3);
  botonFertValue = analogRead(botonFert);
  // map it to the range of the analog out:
  outputValue1 = map(sensorValue1, 0, 1023, 0, 255);
  outputValue2 = map(sensorValue2, 0, 1023, 0, 255);
  outputValue3 = map(sensorValue3, 0, 1023, 0, 255);
  if (botonFertValue == 1023) {
    outputValue4 = 0;
    outputValue5 = 255;
  } else {
    outputValue4 = 255;
    outputValue5 = 0;
  }
}

```

Autor: Captura de pantalla Pablo Pazmiño Valencia 2017

Tabla 1.

**Ventajas y desventajas de Arduino**

Ventajas	Desventajas
Más económico que 1 PLC	No posee memoria externa
Software gratuito	No es diseñado para ambientes industriales
Fácil programación	No se puede utilizar para procesos de Automatización complejos
Se puede hacer cambios en caliente	

Nota. Elaborado por: Jaime Chafra, Diego Monta (Chanfla, J., & Monta, D., 2016).

Con la utilización de relé permite controlar un montaje más potente y con propiedades diferentes, a partir de otro montaje aislado.

Este componente es la asociación de un electroimán y una bobina. Cuando la corriente carga la bobina, atrae al imán para establecer un punto de contacto en el circuito de control induce un punto de contacto a nivel del interruptor en el circuito de potencia. De esta manera, si la corriente circula en el circuito de control, circula en el circuito de potencia. De

esta manera un circuito más débil puede controlar un circuito más potente con ayuda de un relé (Nicolas Goila Geoffrey LOI, 2016). Fig. 3

Fig. 2. Relé de 8 puertos



Autor: Imagen fotografiada Pablo Pazmiño Valencia 2017

A parte del pin que controla al relé, el módulo viene con 2 entradas que están ubicadas en los extremos de la fila de pin de entrada. El primero #1 es GND (Tierra) y otra VCC. Existen modelos de voltajes de entrada distintos. Además si lo queremos utilizar desde nuestro Arduino sin necesidad de otra fuente de alimentación debe de ser de 5V o de 12V (Arduino de ALRO, 2013).

## Tabla 2.

### Especificaciones técnicas

8	canales independientes protegidos con optoacopladores
8	Relés (Relays) de 1 polo 2 tiros
5 VDC	voltaje de la bobina del relé
1	Led indicador para cada canal (enciende cuando la bobina del relé esta activa)
15 a 20 mA	Corriente en el circuito de control
	Activado mediante corriente
	Puede controlado directamente por circuito lógico
	Terminales de conexión de tornillo (clemas)
	<b>Terminales de entrada de señal lógica con headers macho.</b>

Fuente: (Electronilab, (s.f)).

Es importante en el momento de planificar nuestro sistema de riego del invernadero en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo será la instalación de **sensores de humedad de suelo**. Fig. 4

Los sensores obtienen información del medio físico externo y la transforman en una señal eléctrica que puede ser manipulada por circuitería interna de control. Existen sensores de todo tipo: de temperatura, de humedad, de movimiento, de sonido (micrófonos) (Torrente, 2013).

Según (Benitez, 2014). “Los sensores trasladan la información desde el mundo real al mundo abstracto de la electrónica digital, estos valores tomados del sensor serán procesado el microcontrolador del Arduino Uno”.

Este sensor tiene la capacidad de medir la humedad del suelo. Aplicando una pequeña tensión entre los terminales del módulo YL-69, hace pasar una corriente que depende básicamente de la resistencia que se genera en el suelo y ésta depende mucho de la humedad. Por lo tanto, al aumentar la humedad la corriente crece y al bajar la corriente disminuye (E- ELEKTRONIC, 2014).

Este sensor según (E- ELEKTRONIC, 2014). “Habrá dos tipos de arranque, una analógica y una digital. El arranque **digital** dará un pulso bajo cuando hay conductividad conveniente en cada una de las puntas. El comienzo de disparo se puede realizar moviendo el potenciómetro del circuito de control”.

(E- ELEKTRONIC, 2014). “La **salida analógica** el grado de voltaje dependerá de la cantidad de humedad existente en el suelo. Quiere decir, dependiendo de la cantidad de conductividad eléctrica existente entre las puntas del módulo, cambiará el valor entregado por Arduino (entre 0 y 1023)”.

Figura 3. Sensor de humedad YB69



Autor: Imagen fotografiada Pablo Pazmiño Valencia 2017

**Tabla 3.**

### Especificaciones técnicas

Voltaje de entrada	3.3 – 5 VCD
Voltaje de salida	0 ~ 4.2 V
Corriente	35 mA
Dimensiones YL-69	60 x 30 mm
Terminales	
VCC	Presión de alimentación
GND	Tierra
A0	Salida analógica que da una tensión de acuerdo a la humedad.
D0	Salida digital; permite adecuar dependiendo el nivel lógico esta pasa de bajo a alto por medio del potenciómetro.

Fuente: (TalosElectronics, 2016).

Según (Benitez, 2014) “**Valores de salida de los sensores:** Los sensores ayudan a trasladar los atributos del mundo físico en valores que el controlador del Arduino haga uso de estos, y estos son **Sensores analógicos y Sensores Digitales**”.

Según (Benitez, 2014). “**El sensor analógico** entrega una salida variable en un determinado rango, puede ser cableado en un circuito que pueda interpretar sus variaciones y entregar una salida variable con valor es entre 0 y 5 volts”.

Un **sensor digital** entrega una salida de tipo discreta. Quiere decir, que el sensor posee una salida que cambiará dentro de un determinado rango de valor, pero a diferencia de los sensores analógicos, (...) ya que este entregan una salida del tipo binaria las cuales poseen dos estados (0 y 1) (Benitez, 2014).

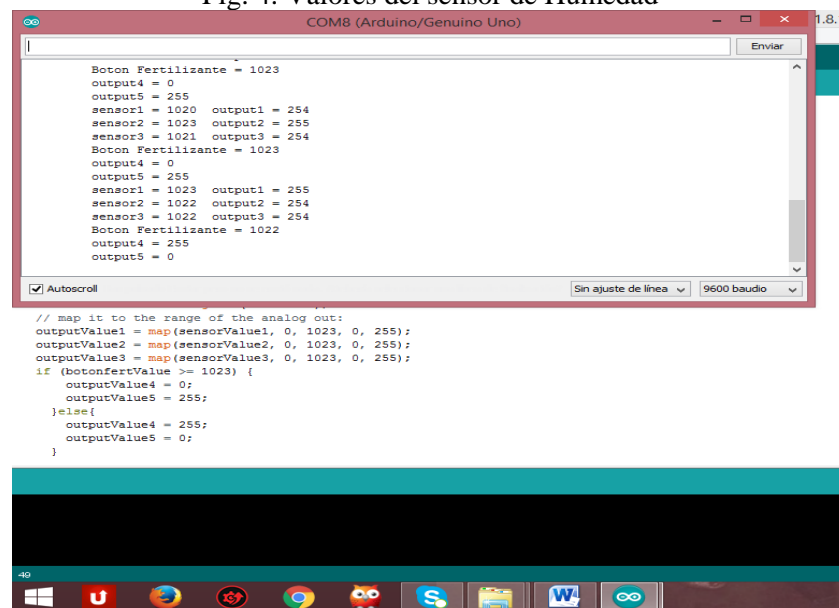
**Tabla 4.**

**Descripción del valor del sensor**

La descripción del valor del sensor	
0 ~ 350	Suelo saturado de agua
350 ~ 700	suelo húmedo
700 ~ 1023	Suelo seco

Desarrollado por: Pablo Pazmiño Valencia 2017

**Fig. 4. Valores del sensor de Humedad**



Autor: Captura de pantalla Pablo Pazmiño Valencia 2017

Una **válvula solenoide** es un dispositivo electromecánico operado eléctricamente para abrir o cerrar el orificio (puerto) de la válvula dando paso total o deteniendo el flujo de agua, gases inertes, aire, aceite, vapor, etc., a excepción de fluidos altamente viscosos, con sólidos en suspensión o que no sean compatibles con los materiales de construcción (GARCIA, 2017). Fig. 6

Está diseñado para el control unidireccional (un solo sentido) y es sumamente práctico y eficiente para el control de fluidos limpios, ya que su instalación y mantenimiento son sumamente sencillos (GARCIA, 2017).

Figura 5. Válvula Solenoide



Autor: Imagen Fotografiada Pablo Pazmiño Valencia 2017

Tabla 5.

Especificaciones técnicas

Material	Metal + plástico
Voltaje	DC 110V
MEDIDA	1/2 "(diámetro externo)
Acción	Tipo Piloto
Presión de trabajo	0-0.8 Mpa
Medio aplicable	Agua
Temperatura del ambiente	0-40°
Características de flujo	0.02Mp, 3 L/min - 0.1Mpa, 8 L/min - 0.3Mpa, 13 L/min - 0.8Mpa, 25 L/min
Modo de operación	normalmente cerrado
Life expectancy	>=10 ciclos
Capa de aislamiento	Soportar un pulso de alto voltaje por 2s, esto debe ser normal
Ángulo entre la bobina y el cuerpo de la válvula	360, 270, 180, 90

Fuente: Artículo. Mercado libre

El proceso de riego en el invernadero será a lazo cerrado, la corrección del funcionamiento se dará de forma continua, quiere decir que en su funcionamiento interviene el usuario para encenderlo o pagarlo. Debido que el sensor de humedad suelo toma constantemente la humedad. Si es alta, el sensor informa al controlador el mismo que con la información que recibió previamente, permite continua o no con el riego del suelo. Así, la corrección de riego se dará automáticamente (Ariel, Lazo abierto - Lazo cerrado, 2012).

Esto significa que el sensor de humedad continuará ejecutándose estando regando o no, imprime información continuamente del nivel de humedad, si está en el nivel de húmeda no riega y si está seco comienza a realizar el riego en el suelo, abrirá las electroválvulas para dar paso al riego dentro del invernadero.



## ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

**Entre estas se tiene:**

**Humano:** Entre los recursos humanos se tiene los que participarán en el desarrollo de esta investigación se encuentran:

**Tabla 6.**

### Recursos Humanos

1	Investigador
1	Entrevistador
1	Persona que realizará las respectivas observaciones de campo para desarrollar el proyecto.
1	Tutor, el cual será el guía para el buen desarrollo de la investigación.
1	Asesor el cual aportará con sus conocimientos profesionales en el tema para dar una solución viable.
1	Desarrollador

**Materiales:** Entre los recursos materiales necesarios para la elaboración de la investigación están:

**Tabla 7.**

### Materiales

	Descripción
1	Computadora personal
1	Flash Memory USB
1	Relé de 8 canales
1	Placa Arduino Uno
3	Sensor de humedad YB69
3	Pulsadores de 5v
1	Tanque para fertilizante
3	Fertilizantes
5	Electroválvulas de 110v
1	Bomba de agua
15	Tubos de PVC de ½
<b>20m</b>	Manguera plástica
30	Boquilla de riego

## Análisis Económicos Costo Beneficio

Tabla 8.

### Costo capital a invertir

	Descripción	Valor
1	Computadora personal	800
1	Flash Memory USB	10
1	Relé de 8 canales	35
1	Placa Arduino Uno	26
3	Sensor de humedad YB69	35
4	Pulsadores de 5v	2
1	Tanque para fertilizante	50
3	Fertilizantes	50
5	Electroválvulas de 110v	130
1	Bomba de agua	120
15	Tubos de PVC de ½	150
40m	Manguera plástica	40
30	Boquilla de riego	40
	<b>Total</b>	<b>1580.00</b>

Asistencia Técnica	200
Otros gastos	250
<b>TOTAL</b>	<b>450</b>

### Total, a invertir

Capital a invertir	<b>1580.00</b>
Otros gastos	450.00
<b>TOTAL</b>	<b>2030.00</b>

Tabla 9.

### Análisis Económicos Costo Beneficio

Inversión		\$ 2030,00			
TD	1.2%	MENSUAL			
FLUJO DE CAJA					
Meses	Inversión	Ingreso	egreso	FCA	
0	\$ 2030,00	\$ -	\$ -	\$ -	
1		\$ 400.00	\$ 10.00	\$ 390.00	
2		\$ 400.00	\$ 10.00	\$ 390.00	
3		\$ 400.00	\$ 5.00	\$ 395.00	
4		\$ 400.00	\$ 10.00	\$ 390.00	
5		\$ 400.00	\$ 10.00	\$ 390.00	
6		\$ 400.00	\$ 5.00	\$ 395.00	
<b>Suma ingreso</b>	\$ 2275,04				
<b>Suma egreso</b>	\$ 47,51				
<b>Costo Inversión</b>	\$ 2077,51				
<b>R b/c %</b>	1.095080459				

Desarrollado por: Pablo Pazmiño Valencia 2017

Según los datos obtenidos por los indicadores financieros se llegar a la conclusión que el proyecto es rentable al final del horizonte de análisis del proyecto se obtiene un valor actual neto positivo, el cual nos indica la recuperación del capital invertido más una ganancia de \$ 47,51. Por su parte el indicador nos muestra la parte de interés máxima que el proyecto puede soportar y que es mayor a la tasa comparativa indicando rentabilidad y finalmente la Rb/c nos indica que por cada dólar invertido se recupera la inversión más 0.095 ctvs. El dictamen del proyecto es rentable.

### **Financiamiento**

El presente estudio de caso está evaluado en \$ 2030,00, siendo la responsable del financiamiento la Institución involucrada, este estudio de caso será proporcionado a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de La Universidad Técnica de Babahoyo, quienes se harán cargo de los respectivos estudios, análisis y aprobación para que pueda ser implementado en la Institución.

## CONCLUSIONES

La recopilación de información y el debido análisis de estudio permitió identificar los factores vitales para el correcto crecimiento de cultivos hortícolas y los mecanismos que permitan la mejora de los factores que lo inciden, como son: la humedad del suelo, y fertilización factores que serán implementados en el diseño del sistema.

Este diseño ofrece una alternativa inteligente y de bajo costo a los sistemas habituales de riego en invernadero. Aplicando tecnología y aprovechando el potencial de estos pequeños dispositivos electrónicos en continua mejora, logrando crear un producto conveniente para el sector agrario.

El bajo costo logrará implementar nuevas tecnologías como la automatización, ya que se disminuirá la mano de obra, por lo que el sistema no estará manejando constantemente por seres humanos.

Con la implementación del sistema de riego automatizado se tendrá un crecimiento adecuado del cultivo en condiciones de riego controlados, dando al cultivo lo necesario para un desarrollo, mejorando así la productividad del cultivo.

El sistema de automatización será utilizado en lo didáctico, para la enseñanza de los estudiantes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, así como para los agricultores de la zona, donde se capacitará sobre técnicas de cultivo en invernaderos con sistemas de riego automatizado.

En este proyecto se logrará un ahorro de tiempo y costos a la institución donde se encuentra el invernadero, no necesitará de persona alguna para esta actividad como es el riego en el invernadero, esto principalmente debido a que este proceso es automático. También facilitará y mejorará, las prácticas académicas e investigación orientadas a la producción agropecuaria.

## Bibliografía

- Arduino de ALRO. (01 de 2013). *Módulo Relee/Relay*. Obtenido de <http://arubia45.blogspot.com/2013/01/modulo-releerelay-arduino.html>
- ARDUINO. (s.f). *Estructura de un programa*. Obtenido de Arduino: <http://playground.arduino.cc/ArduinoNotebookTraduccion/Structure>
- ARDUINO.cl. (2016). *Qué es Arduino*. Obtenido de ARDUINO: <http://arduino.cl/que-es-arduino/>
- Ariel, G. (03 de 08 de 2012). *campus.belgrano.ort.edu.ar*. (O. irtual, Ed.) Obtenido de <http://campus.belgrano.ort.edu.ar/educaciontecnologica/articulo/164450/lazo-abierto-lazo-cerrado100%25>
- ARIEL, G. (08 de Marzo de 2012). *ORT CAMPUS VIRTUAL*. Obtenido de SISTEMAS AUTOMATICOS: <http://campus.belgrano.ort.edu.ar/educaciontecnologica/articulo/164450/lazo-abierto-lazo-cerrado>
- Barrera Eduardo, H. R. (Mayo de 2014). Invernadero inteligente. *Invernadero inteligente*. Mexico.
- Benitez, I. M. (03 de Octubre de 2014). *Sistema de riego automatizado (SRAUGB)*. UNIVERSIDAD CAPITÁN GENERAL "GERARDO BARRIOS", FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, Santa María Usulután, El Salvador.
- Chanfla, J., & Monta, D. (Febrero de 2016). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO ELECTRÓNICO PARA* . Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12361/1/UPS%20-%20ST002206.pdf>
- Cruz, P. P. (2012). Fertilizants aplicdo de forma automatica. *Hortalizas, 2*.
- docplayer. (2017). *Invernaderos automatizados para el desarrollo de la agricultura familiar en el Marco de la Seguridad Alimentaria*. Obtenido de <http://docplayer.es/13303537-Invernaderos-automatizados-para-el-desarrollo-de-la-agricultura-familiar-en-el-marco-de-la-seguridad-alimentaria.html>
- E- ELEKTRONIC. (28 de Julio de 2014). *Arduino Tutorial 20: Sensor de humedad de suelo*. Obtenido de [http://flexiduinotechnology.blogspot.com/p/proyectos-con-ideas.html?\\_escaped\\_fragment\\_ =](http://flexiduinotechnology.blogspot.com/p/proyectos-con-ideas.html?_escaped_fragment_=)
- Electronilab. ((s.f)). *Electronilab*. Obtenido de Electronilab: <https://electronilab.co/tienda/sensor-de-humedad-de-suelo-higrometro/>
- Espinosa, O. L. (2011). Prototipo para automatizar un sistema de riego multicultivo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*.
- GARCIA, S. (2017). Como seleccionar valvulas selenoides . *LA LLAVE*.
- Gutiérrez Jagüey, J. P. (2012). *Gutiérrez Jagüey, J., Porta Gándara, M.A., Romero Vivas E., Villa Medina, J.F. 2012*. La Paz, Baja California Sur, México.: Edit. Centro de Investigaciones Biológicas.
- hacedores. (16 de Septiembre de 2014). *Arduino como Controlador Lógico Programable (PLC)*. Obtenido de [hacedores: http://hacedores.com/arduino-como-controlador-logico-programable-plc/](http://hacedores.com/arduino-como-controlador-logico-programable-plc/)

Hacedores. (16 de septiembre de 2014). *hacedores.es*. Obtenido de <http://hacedores.com/arduino-como-controlador-logico-programable-plc/>

Hacedores.com. (16 de SEPTIEMBRE de 2014). *HACEDORES*. Obtenido de Arduino como Controlador Lógico Programable (PLC): <http://hacedores.com/arduino-como-controlador-logico-programable-plc/>

Monta, J. C. (Febrero de 2016). Diseño e implementación de un módulo electrónico para la automatización de un invernadero comunitario de producción de hortalizas y legumbres. *Diseño e implementación de un módulo electrónico para la automatización de un invernadero comunitario de producción de hortalizas y legumbres*. Quito.

Nicolas Goila Geoffrey LOI. (2016). *ARDUINO*. eni.

Osorio, H. C. (03 de Febrero de 2015). *MARCO TEORICO*. Obtenido de tse: <http://tsecaos.blogspot.com/2015/02/marco-teorico.html>

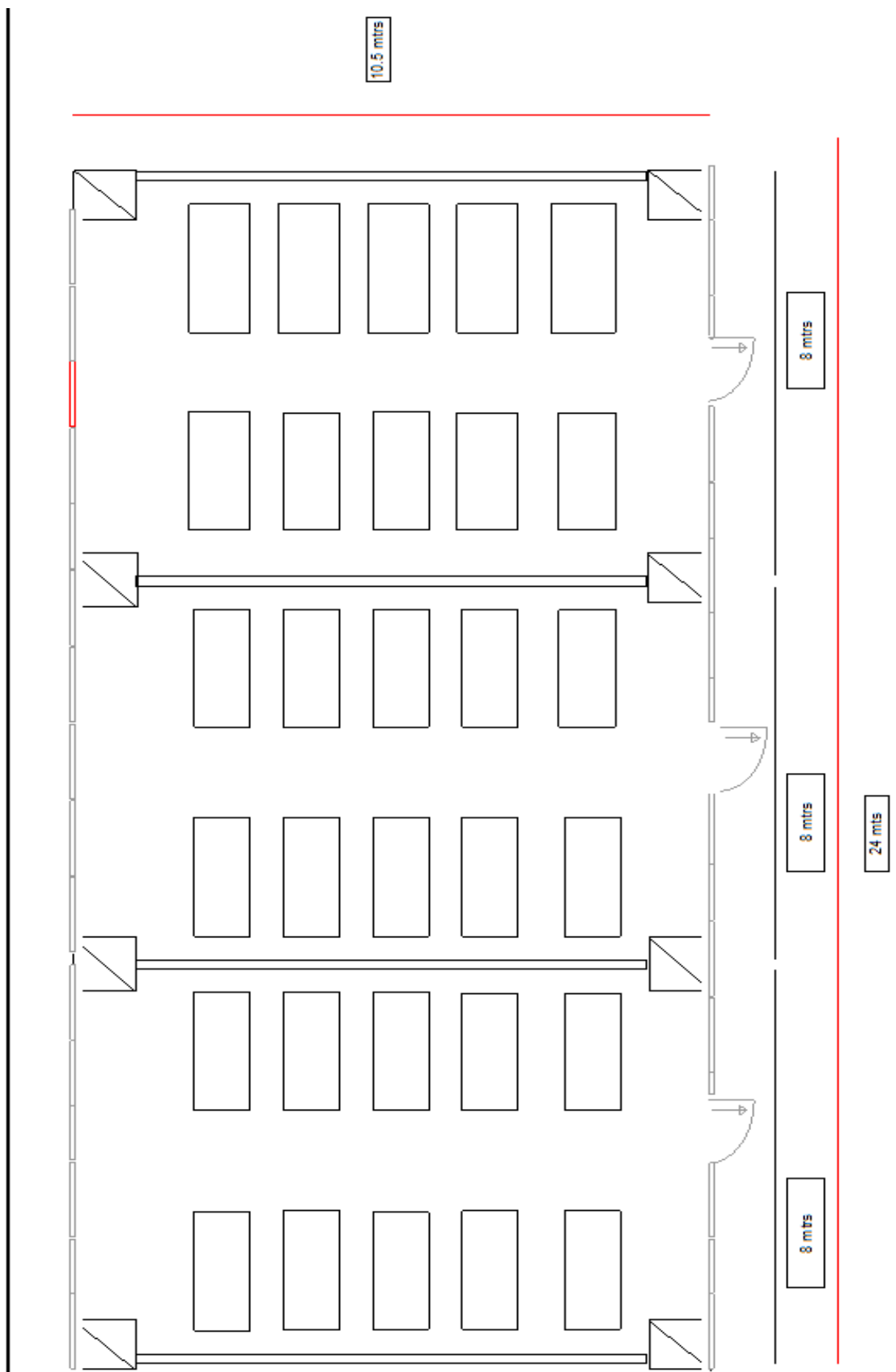
Roca, J. D. (15 de Febrero de 2015). ADQUISICIÓN DE DATOS MEDIANTE SENSOR DE HUMEDAD HACIA. *ADQUISICIÓN DE DATOS MEDIANTE SENSOR DE HUMEDAD HACIA*, 16. Guayaquil, Guayas, Ecuador.

TalosElectronics. (16 de Febrero de 2016). *Sensor De Humedad Del Suelo YL38 Y YL69*. Obtenido de <https://www.taloselectronics.com/sensor-de-humedad-del-suelo-yl38-y-yl69/>

TORRENTE. (2013). Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=6cZhDmf7suQC&printsec=frontcover&dq=que+es+arduino+uno&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=que%20es%20arduino%20uno&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=6cZhDmf7suQC&printsec=frontcover&dq=que+es+arduino+uno&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=que%20es%20arduino%20uno&f=false)

# ANEXOS # 1

## Esquema del invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias





## ANEXOS # 2

### Situación actual del invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuaria de la U.T.B









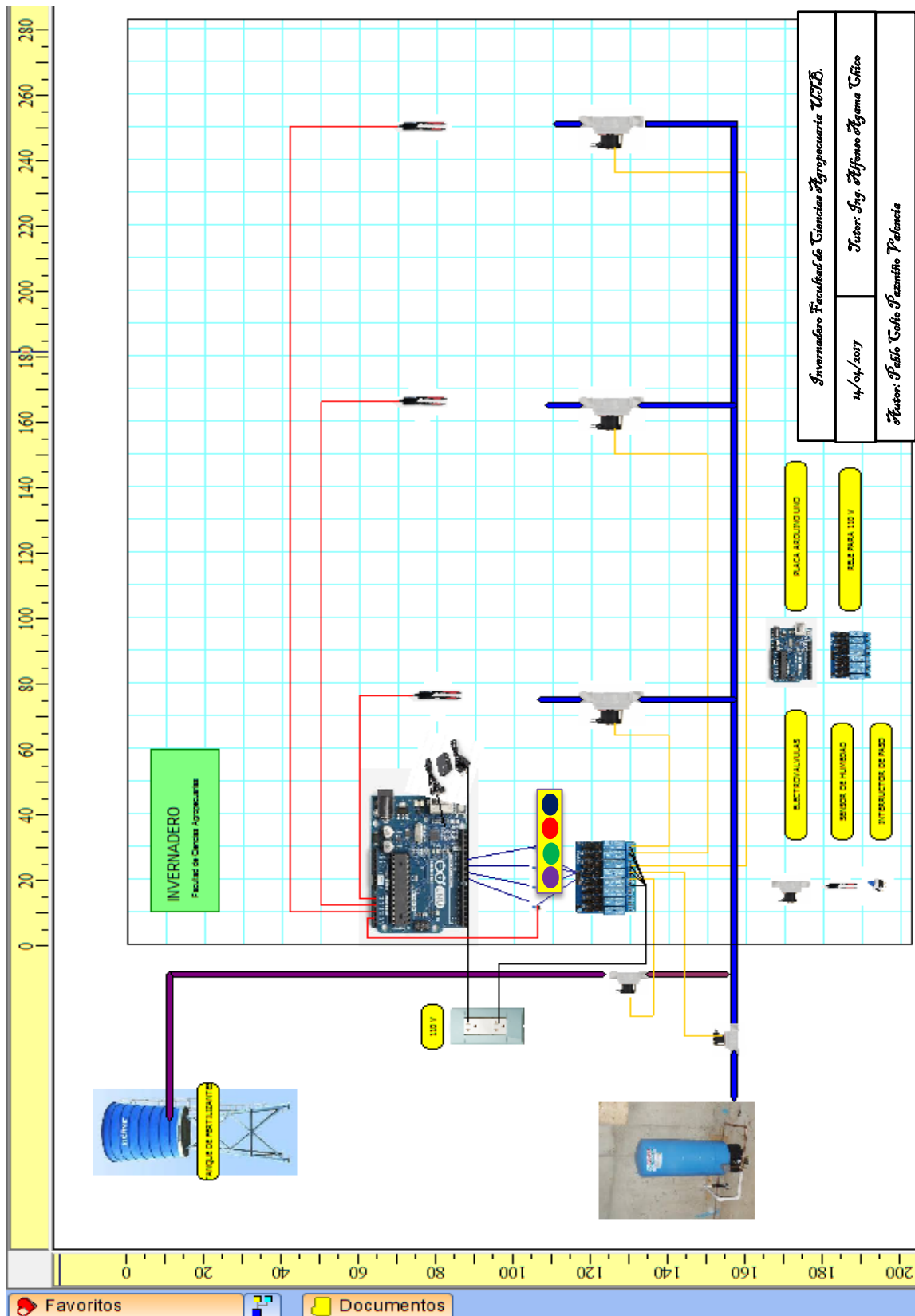






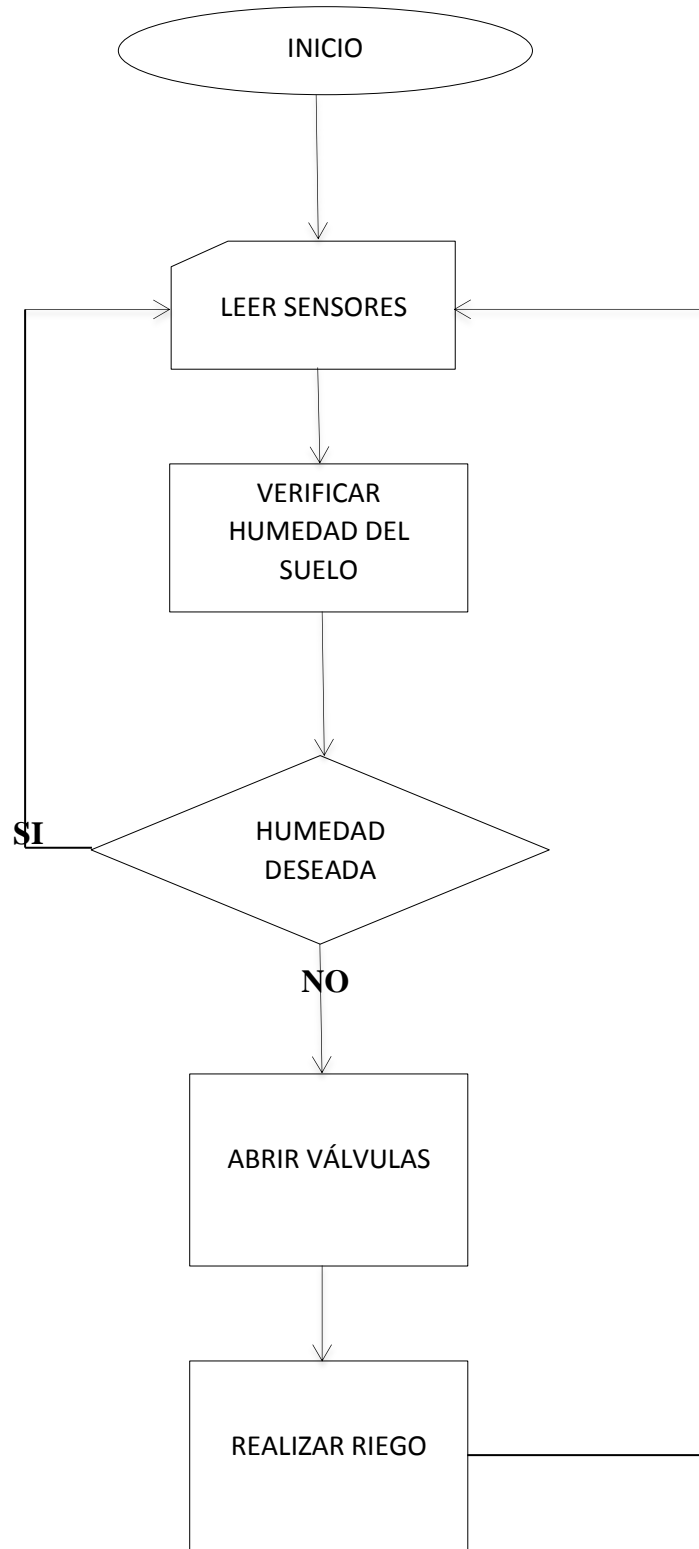
# ANEXOS # 3

## Diagrama de instalación de sistema automatizado en invernadero



## ANEXOS # 4

### Diagrama de flujo





## ANEXOS # 4

### Prototipo del sistema de automatización del riego en el invernadero

