

**CARRERA TECNOLOGÍA SUPERIOR EN REDES Y
TELECOMUNICACIONES**

TEMA:

**“IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE
CONTROL DE RIEGO CON LA MICRO
COMPUTADORA RASPBERRY PI PARA UN
INVERNADERO EN LA COMUNIDAD DE
MOLLEPAMBA”**

Proyecto Integrador de grado previo a la obtención del título
de Tecnólogo Superior en Redes y Telecomunicaciones

AUTOR: Daemoon Gallardo

Erick Mullo

DIRECTOR: Ing. Gustavo Ramírez MsC.

D.M. Quito, 16 de marzo de 2023

DEDICATORIA

A lo largo de mi experiencia por la vida me pude dar cuenta de diversas cosas para las que tengo destrezas, conseguí habilidades que no pensé que se encontrara dentro de mí, pero sin duda obtendré un buen resultado si lo realizo con ayuda de compañeros y compañía perfecta que dentro del progreso de esta tesis se mostraron varios instantes en los que sentía que no iba terminar con el proyecto pero también entendí en ese momento de dificultad que la ayuda idónea, llega en un preciso momento por eso mismo quiero dedicar esta tesis a mi pareja la que estuvo apoyándome y motivándome, que tuvo paciencia y entrega conmigo a esa persona le dedico y le agradezco porque gracias a su ayuda brindada hoy puedo con alegría presentar y disfrutar esta tesis.

Daemon Gallardo

Le dedico el resultado obtenido en este proyecto a mis padres y familiares cercanos que durante el transcurso de todo el proyecto me apoyaron y me motivaron a continuar a pesar de las grandes dificultades que se presentaron, a mis amigos que me ayudan cuando más lo necesite y con sus consejos que me daban, las ideas y las horas de risas que me brindaron por ese motivo les dedico todo lo que eh conseguido hasta esta etapa de mi vida.

Erick mullo

AGRADECIMIENTO

Yo Daemon Gallardo agradezco y dedico este proyecto de tesis a mi madre y padre que por su comprensión, motivación y apoyo que me han brindado para lograr todas y cada una de mis metas, así como me impulsan a lograr mis sueños y anhelos, a mi hermano menor para que se dé cuenta que cada sueño se puede cumplir. a mis abuelitos que me dedicaron todo su tiempo y dedicación para educarme y criarme de la manera idónea y finalmente a todo el grupo de ingenieros del Instituto internacional tecnológico universitario (ITI), que fueron parte de mi carrera y a la vez de mi vida personal y estuvieron cada uno de ellos brindándonos experiencias y los mejores consejos para poner en práctica en la vida profesional.

AGRADECIMIENTO

Yo Erick Mullo agradezco de primera mano a mis padres por haberme apoyado durante estos 17 años de estudios para que actualmente concluya mi carrera profesional con grandes éxitos, valores y responsabilidades para que de ese modo enfrentar cualquier obstáculo que se presente en mi camino a lo largo de mi vida. También agradezco a mi tutor de tesis Gustavo Ramírez que siempre nos apoyó desde el primer día que nos conocimos y junto a su conocimiento poder sacar este proyecto adelante. Y por último agradecer a mis amigos que me ayudaban con las tareas que se me resultaban casi imposibles de hacer y sus mensajes motivacionales para que nunca me rindiera y consiguiera llegar a la meta que es conseguir mi primer título universitario.

AUTORIA

Nosotros, Gallardo Daemooon y Erick Mullo, autores del presente informe, nos responsabilizamos por los conceptos, opiniones y propuestas contenidos en el mismo.

Atentamente,

Daemon Sahid Gallardo Cunalata

Erick Andrés Mullo Quishpe

Quito, 14 de marzo del 2023

Ing. GUSTAVO RAMÍREZ MsC.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICA

Haber revisado el presente informe de investigación, que se ajusta a las normas institucionales y académicas establecidas por el Instituto Tecnológico Superior Internacional ITI, de Quito, por tanto, se autoriza su presentación final para los fines legales pertinentes.

Ing. GUSTAVO RAMÍREZ MSc.

Quito, 14 de marzo del 2023

DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE TRABAJO FIN DE CARRERA

Nosotros, Daemoon Sahid Gallardo Cunalata y Erick Andrés Mullo Quishpe, declaramos ser los autores del Trabajo de Investigación con el nombre “Implementación de un sistema de control de riego con la micro computadora Raspberry Pi para un invernadero en la comunidad de Mollepamba”, como requisito para optar al grado de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones y autorizo al Sistema de Bibliotecas del Instituto Tecnológico Internacional Universitario, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios del repositorio digital podrán consultar el contenido de este trabajo en las Redes de información del país y del exterior, con las cuales el Instituto tenga convenios. El Instituto Tecnológico Internacional Universitario, no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, sobre esta investigación, serán compartidos entre mi persona y el Instituto Tecnológico Internacional, no tramitará la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 31 días del mes de marzo de 2023, firmo conforme: Conste por el presente documento la cesión de los derechos en trabajo fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas:

PRIMERA: El Ing. Gustavo Ramírez MsC. y por sus propios derechos en calidad de director del trabajo fin de carrera; y los Sres. Daemoon Cunalata y Erick Mullo, por sus propios derechos, en calidad de autor del trabajo fin de carrera.

SEGUNDA: UNO. -Los Sres. Daemoon Sahid Gallardo Cunalata y Erick Andrés Mullo Quishpe realizaron el trabajo fin de carrera titulado: “Implementación de un sistema de control de riego con la micro computadora Raspberry Pi para un invernadero en la comunidad de Mollepamba”, para optar por el título de, Tecnólogo Superior en Redes u Telecomunicaciones en el Instituto Tecnológico Superior Internacional ITI, bajo la dirección de Ing. Gustavo Ramírez MsC.

DOS. - Es política del Instituto Tecnológico Superior Internacional ITI, que los trabajos fin de carrera se aplique, se materialicen y difundan en beneficio de la comunidad.

TERCERA: Los comparecientes, Ing. Gustavo Ramírez MsC., en calidad de director del trabajo fin de carrera y los Sres. Daemoon Sahid Gallardo Cunalata y Erick Andrés Mullo Quishpe, como autores del mismo, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos en el trabajo fin de Carrera titulado: “Implementación de un sistema de control de riego con la micro computadora Raspberry Pi para un invernadero en la comunidad de Mollepamba”, y conceden autorización para que el ITI pueda utilizar este trabajo en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

CUARTA: aceptación: las partes declaradas que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derecho.

GUSTAVO RAMÍREZ

Daemon Sahid Gallardo Cunalata

Erick Andrés Mullo Quishpe

Quito, 16 de marzo del 2023

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIA.....	v
RESUMEN.....	1
PALABRAS CLAVE	1
INTRODUCCIÓN	2
Nombre del proyecto.....	3
Antecedentes	3
Idea a defender	4
Justificación.....	5
Objetivos	5
<i>Objetivo general:</i>	5
<i>Objetivos específicos</i>	5
Síntesis de la Introducción	6
CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
Thingsboard	6
Definición de invernadero.....	7
Estructura de invernadero	7
Tiempo de vida de la madera	8
Materiales para instalación de riego.....	9
Tipos de riego para cultivo.....	11
Goteo.....	11
Aspersión	12
Riego por microaspersión	13
Situación Económica.....	13
Historia de la Automatización.....	13
Dispositivos Electrónicos.....	15
Características de la automatización en un invernadero	23
Fundamentación Legal	24

Fundamentación Técnica y/o Tecnológica.....	25
Síntesis del capítulo I.....	26
CAPÍTULO II.....	27
Diagnóstico.....	27
Tipos de investigación.....	28
Técnicas e instrumentos de investigación.....	28
Encuestas.....	29
Análisis de encuesta 1.....	29
Análisis e interpretación de resultados.....	30
Síntesis del capítulo II.....	35
CAPÍTULO III.....	36
Descripción de la propuesta.....	36
Desarrollo de la propuesta.....	36
OBSERVACIÓN:.....	38
Clima.....	38
Temperatura el invernadero.....	38
Humedad en Saquisilí.....	39
Características del terreno.....	40
Diagrama de sistema completo.....	41
Diagrama de control de humedad.....	42
Estudio de dimensiones de invernaderos.....	44
Presupuesto del proyecto.....	54
Resultados esperados.....	54
Síntesis del capítulo III.....	56
CONCLUSIONES.....	56
RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
BIBLOGRAFIAS.....	58
ANEXOS.....	60
Enlace de video en YouTube.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. _____	10
Tabla 2. _____	11
Tabla 3. _____	16
Tabla 4 _____	18
Tabla 5. _____	20
Tabla 6. _____	21
Tabla 7. _____	29
Tabla 8. _____	29
Tabla 9. _____	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	7
Figura 2.	8
Figura 3.	10
Figura 4.	12
Figura 5.	12
Figura 6.	13
Figura 7.	15
Figura 8.	15
Figura 9.	16
Figura 10.	17
Figura 11.	18
Figura 12.	19
Figura 13.	19
Figura 14.	20
Figura 15.	21
Figura 16.	22
Figura 17.	22
Figura 18.	23
Figura 19.	25
Figura 20.	25
Figura 21.	37
Figura 22.	37
Figura 23.	38
Figura 24.	39
Figura 25.	39
Figura 26.	41
Figura 27.	42
Figura 28.	43

Figura 29.	44
Figura 30.	45
Figura 31.	46
Figura 32.	46
Figura 33.	47
Figura 34.	47
Figura 35.	48
Figura 36.	48
Figura 37.	49
Figura 38.	49
Figura 39	50
Figura40.	50
Figura 41.	51
Figura 42.	51
Figura 43.	52
Figura 44.	52
Figura 45.	53
Figura 46.	53
Figura 47.	54
Figura 48.	55
Figura 49.	55
Figura 50.	60

INDICE DE GRAFICOS DE BARRAS

Gráfico 1.	9
Gráfico 2.	30
Gráfico 3.	31
Gráfico 4.	31
Gráfico 5.	32
Gráfico 6.	32
Gráfico 7.	33
Gráfico 8.	33
Gráfico 9.	34
Gráfico 10.	34
Gráfico 11.	35

RESUMEN

La presente tesis que tiene de título “Diseño e implementación de sistema para el control de riego para invernadero”, se realizó en la comunidad Mollepamba cantón Saquisilí ciudad de Latacunga con el propósito de utilizar la tecnología y combinar con el duro trabajo agrícola que se realiza en el campo, beneficiar a familias que habitan en el sector marginal de la comunidad de Mollepamba. Para este sistema de riego se aplicó electrónica de control en sistemas domóticos. Se implementó el controlador ARDUINO MEGA conjunto con RASPBERRY PI que se adaptó como servidor web y se instaló una plataforma IoT que es el encargado de controlar el sistema de riego. El sistema, cuenta con un sensor de humedad tipo industrial que fue colocado en la mitad del invernadero, es responsable de enviar datos a la plataforma, el servidor manda la orden de encendido al controlador Arduino Mega, envía el accionar a un módulo relé y una bomba que está colocado en el reservorio, quien envía agua para el riego al invernadero, como control adicional se puede accionar de forma manual.

PALABRAS CLAVE

Arduino Mega, IoT, Thingsboard, Domótica, Raspberry Pi.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la población ha aumentado de manera drástica el consumo de comida, debido a ello los productores se han visto en la necesidad de sembrar y cosechar alimentos con un uso indiscriminado de productos químicos como pesticidas, productos de desarrollo acelerado. Una alternativa sana para la población es el consumo de productos orgánicos que producen los agricultores de forma tradicional, se puede mejorar las cosechas de este grupo de productores con la implementación de invernaderos automatizados, tanto para el sistema de riego como el de control de las variables ambientales internas del mismo, la automatización mejora sin duda la producción de alimentos y por ende la economía local.

Este proyecto tiene como finalidad implementar un invernadero automatizado en la comunidad de Mollepamba con el objetivo de implementar un sistema autónomo capaz de controlar la humedad de la tierra en los casos más necesarios que requiera el cultivo, Mollepamba al ser una comunidad que se dedica únicamente a la agricultura y ganadería dispone de terrenos amplios para la construcción e implementación de un invernadero automatizado que puede servir de guía para el resto de las personas de la misma comunidad o sus alrededores.

Tomando en cuenta que dentro de la comunidad cada persona cuenta con un teléfono móvil, esto permite el uso de una plataforma de uso gratuito para el monitoreo y control de un sistema. Cada uno de los materiales utilizados al igual que sus configuraciones se encuentra detallado en los capítulos siguientes como puede ser la clase de Arduino utilizado y recomendado, la plataforma de uso gratuito utilizada para ver y controlar los sistemas dentro del invernadero.

Nombre del proyecto

“Implementación de un sistema de control de riego con la micro computadora Raspberry Pi para un invernadero en la comunidad de Mollepamba”

Antecedentes

En investigaciones realizadas por (Franklin Pardo, Juan Casa, 2022) quienes automatizaron un sistema de riego para el control de la humedad en un invernadero, que pertenece a la Universidad Técnica de Cotopaxi, se plantea automatizar un sistema de riego con ayuda de sensores de humedad que envían una señal para controlar electroválvulas que abran y cierren el paso de agua hacia el invernadero. El trabajo se podría relacionar y tomar de base para el sistema de riego con la investigación en curso, ya que presenta diagramas de las conexiones con PLC, de las electroválvulas, las conexiones en bloques y el sistema en el invernadero, y facilita el entendimiento para que funcione correctamente en el proyecto en curso.

En el trabajo elaborado por (Kevin Cueca, Michael Llumiquinga, 2020) quienes diseñaron un sistema automatizado para un cultivo hidropónico de frutillas en el invernadero de la aguja de oro que pertenece a la Universidad Técnica de Cotopaxi, se diseñó un sistema el cual tenía como objetivo el reducir costos y mejorar la calidad del cultivo de frutillas los cuales con la ayuda de tubos PVC y una bomba de agua, se encarga de la redistribución de los nutrientes hacia los cultivos.

Problema de investigación

Las variaciones del clima producidas por la contaminación ambiental a manos del hombre, afecta a todo el planeta, los sectores rurales son los más afectados con pérdidas de cultivos debido al incremento de lluvia o extremas sequías.

Este proyecto se centra en la comunidad Mollepamba en el cantón Saquisilí de la provincia de Cotopaxi, cuyos habitantes enfrentan dificultades al momento de trabajar la tierra para producir legumbres. La baja productividad agrícola se debe a la inestabilidad de las condiciones climáticas en las últimas décadas, la variación climática provoca que las plantas no se desarrollen bien, el exceso de sol y viento afectan los cultivos, y generan productos de baja calidad o incluso pérdidas.

Las actividades principales en la comunidad de Saquisilí son la agricultura y ganadería, sin ningún apoyo tecnológico de las TICs que ayuden a medir y controlar el consumo de recursos.

Idea a defender

Mediante este proyecto se desea alcanzar el objetivo deseado que es implantar un control de riego, luz y ventilación dentro de un invernadero para mejorar el cultivo de legumbre, de esta manera ayudar a la parroquia Mollepamba de Saquisilí a tener un mayor ingreso económico, reduciendo el esfuerzo físico y gastos económicos que con lleva el cuidado de productos agrícolas.

Ante esa situación se propone implementar un invernadero automatizado, utilizando sensores para tener el control de algunos factores climáticos como temperatura y humedad. Se investigará las condiciones climáticas adecuadas para la producción óptima de legumbres.

Justificación

En el presente proyecto se ha trabajado en el sector de Mollepamba ubicado en Saquisilí provincia de Cotopaxi, debido a que, en el pasado año con la llegada de la pandemia, muchos sectores rurales se vieron afectados económicamente debido a que sus productos no pudieron ser vendidos fuera de sus comunidades, lo cual afectó a muchas familias. El proyecto tiene como iniciativa la reactivación de los productos nativos del sector de Mollepamba aportando a su economía y que dichos productos sean de la más alta calidad, por lo cual se va a realizar la automatización de un invernadero. El invernadero será implementado con los debidos parámetros para la conservación y crecimiento de los productos, verificando, por medio de dispositivos tecnológicos, por los parámetros adecuados tales como la temperatura y la humedad, a más de ello se utilizarán elementos que no afecten al medio ambiente.

Objetivos

Objetivo general:

Implementar un sistema de control de riego con la micro computadora Raspberry Pi para un invernadero en la comunidad Mollepamba.

Objetivos específicos

Recopilar información bibliográfica para el correcto diseño del invernadero, sistema de riego y ventilación.

Diseñar un sistema de control de variables ambientales (temperatura y humedad), en base al micro controlador Arduino y micro computadora Raspberry Pi.

Integrar al invernadero el sistema de control y riego, para la revisión de su funcionamiento y toma de resultados.

Síntesis de la Introducción

En la introducción se proyecta la implementación de sistemas tipo domótico para el control de variables de invernadero, como el riego automático la medición de humedad y temperatura automática enfocada en mejorar la eficiencia y producir cultivos de calidad brindando beneficios para los usuarios con un menor esfuerzo en el cuidado del cultivo y de poder tener otro tipo de cultivo a continuación se describirá los conceptos importantes para la automatización para tener fundamentos del proyecto.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

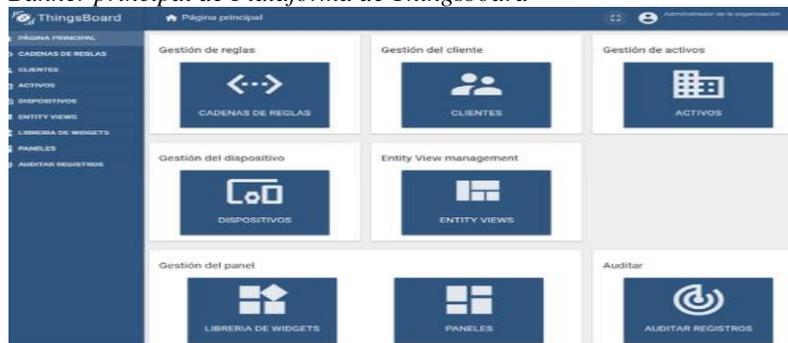
Thingsboard

Thingsboard es una plataforma de fácil manejo, lo cual resulta adecuado para ser usado en este proyecto, tomado en cuenta que los propietarios de dicho invernadero no tienen experiencia con las tecnologías actuales. La experiencia en el uso de plataformas IoT se convierte en novedoso para la comunidad Mollepamba, pero no solo puede ser usada en invernaderos también puede llegar a ser utilizada en fábricas, agricultura, etc (ThingsBoard, 2020).

La plataforma de Thingsboard es de código abierto, por lo que se puede modificar para la obtención, recopilación y observación de datos como se muestra en la figura 1. Conectar diferentes dispositivos IoT, con protocolos MQTT, HTTP y se puede en instalar en diversos sistemas operativos: Windows, Linux. etc. En casos muy importantes puede llegar a conectarse con la nube, utilizándose más en ámbitos empresariales. Al creador o administrador de una nueva interfaz dentro de la plataforma se le permite agregar, quitar o administrar toda cantidad de

dispositivos que disponga, se puede personalizar el panel de inicio-(ThingsBoard, 2020).

Figura 1.
Banner principal de Plataforma de Thingsboard



Nota: Menú principal de la plataforma de Thingsboard con sus respectivos accesos (ThingsBoard, 2020):

Definición de invernadero

Una construcción es considerada como invernadero cuando su estructura exterior está cubierta por plástico, cristal u otros materiales transparentes, dependiendo de los materiales para su elaboración se adapta a muchas necesidades. Uno de los principales beneficios de un invernadero es retener el calor y parte de la radiación que emite el sol, esto permite que los cultivos se desarrollen sin inconvenientes y en algunas ocasiones el obtener un producto fuera de temporada de siembra. También se puede controlar el calor interno del invernadero con un sistema de cortinas manuales, el número de ventanas o cortinas puede variar dependiendo del cultivo que se encuentre en ese momento (Mario Lenska, 2019).

Estructura de invernadero

Existen varias estructuras para un invernadero los que pueden ser con caña guadúa, pingos de madera, metal y en algunas ocasiones de concreto. Se puede escoger uno u otro material dependiendo de los años de uso que se planea dar teniendo en cuenta que el plástico y la estructura de madera puede llegar a perder

su rigidez a causa de los cambios climáticos y el propio peso del invernadero, en la figura 2 se puede ver un invernadero con estructura de madera (Mario Lenska, 2019).

Figura 2.

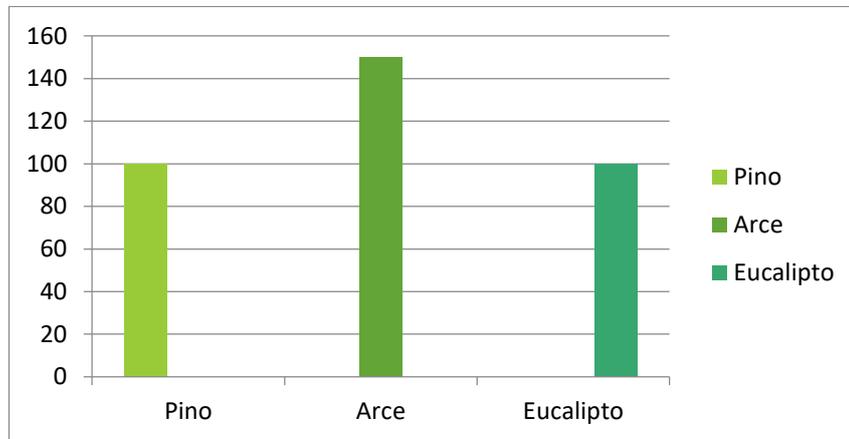
Estructura de invernadero



Nota: invernadero construido en Morelos tipo túnel (DIEGO JIMÉNEZ, AL, 2020).

Tiempo de vida de la madera

En la actualidad existen varios tipos de maderas como se muestra en el gráfico 1, cada una con sus propiedades y años de vida únicos, desde 100 años hasta 300 años siempre y cuando este bien cuidados, protegidos de pestes como son las polillas, entre otros. En el caso del invernadero caso de estudio se utilizó madera de pino para las columnas, tomando en cuenta que tiene una durabilidad de hasta 100 años, por facilidad de adquisición y por resistencia a los altos vientos y lluvias de la zona, siendo la más apropiada para usar en el invernadero (Gysling, 2021).

Gráfico 1.*Tiempo de vida de la madera de pino*

Nota: Tiempo de vida de diferentes clases de madera con sus respectivos porcentajes.

Materiales para instalación de riego

La bomba de agua encargada de la absorción y expulsión del agua con presión hacia los rociadores, debe estar conectada a una fuente eléctrica porque no dispone de baterías. Según (Tecnovapor, 2021). Se analizó una bomba de agua periférica de 1/2 HP la cual tiene una entrada y una salida, que pueden succionar y empuja el agua hacia el invernadero por una red de tuberías de PVC gracias a la turbina interior de la bomba en la figura 4 se puede ver un modelo de la misma y en la tabla 1 el detalle de sus componentes.

Se debe tomar en cuenta que es necesario un filtro de agua para evitar el ingreso de residuos a la bomba y la obstrucción desde la turbina, puesto que esto puede dañarla. Lo que necesita al principio de su instalación es llenar de agua la bomba y hacer un buen sangrado. A continuación, se indica las características de la bomba de agua que probablemente se va a utilizar (Tecnovapor, 2021).

Figura 3.
Bomba de agua



Nota: Bomba de ½ HP con sus puntos de absorción y expulsión de agua (Tecnovapor, 2021).

Tabla 1.

Características de una bomba de agua periférica

Componentes	Descripción
Motor	Potencia de ½ Hp.
Cables	Cables positivos (rojo) negativo (negro) tierra (verde).
Entrada/Salida	Entrada para la succión de agua, y para la expulsión de la misma.
Armazón	Armazón plástico que recubre los mecanismos.

Nota: Características de una bomba de agua.

En la tabla 2 se puede ver algunos materiales idóneos de mucha utilidad para el sistema de riego.

Tabla 2.*Materiales para Sistema de riego***Codos de $\frac{3}{4}$ a $\frac{1}{2}$.**

El primer codo se encargará del llenado del tanque el cual trabaja conjunto a una llave de paso.

**Tubos de $\frac{3}{4}$.**

Se necesita unos 8 metros de este tubo ya que su única función era llenar y succionar agua de la cisterna.

**Teflón**

Se necesita cintas de teflón para poder enroscar el tubo con los codos, para evitar la fuga de agua al momento que esté pasando en su interior.

**aspersor de regadío**

El aspersor de regadío se encuentra colocado en el interior del invernadero y conectado a cada una de las dos mangueras que transportan el agua.



Nota: Materiales para el sistema de riego del invernadero y sus características.

Tipos de riego para cultivo**Goteo**

Uno de los más básicos sistemas es de riego por goteo que permite trasladar el agua por medio de un esquema de tuberías o mangueras de PVC y se coloca al

cultivo por goteros que suministra agua en poca cantidad de manera secuencial, toda la unión de mangueras se distribuye en todo el sembrío y este sistema requiere de cierta presión para que tenga un buen funcionamiento en todo el invernadero. La figura a continuación dará una idea mucho más clara(Gysling, 2021).

Figura 4.

Sistema de riego por goteo



Nota: Sistema de riego por goteo con ayuda de mangueras de PVC (Demin, 2020).

Aspersión

El método de aspersión permite ceder el agua de forma de llovizna encima del sembradío se envía por tuberías. Para el funcionamiento de este sistema de riego por aspersión se demanda de mucha energía eléctrica con la que el agua debe ser distribuida. Para que cubra toda el área necesaria tal se observa en la figura 5 que tenga potencia para la posterior repartición hacia el espacio que se intenta cubrir (Demin, 2020).

Figura 5

Sistema de riego por aspersión



Nota: Sistema de riego por aspersión(Demin, 2020).

Riego por microaspersión

Es igual a otros tipos de sistemas de agua llevada por mangueras que tiene microaspersiones en toda ella como se visualiza en la figura 6, cumple la función de mojar al cultivo con un riego muy fino de agua, disponen de un rotor que permite una mejor distribución del líquido según el aspersor se varia el rotor (Demin, 2020).

Figura 6.

Sistema de riego por microaspersión



Nota: Sistema de riego por microaspersión con mangueras y cabezas de plástico (Demin, 2020).

Situación Económica

El desarrollo económico de la comunidad de Mollepamba. Su centro es Saquisilí llama la atención de otras provincias cuenta con uno de los mercados más grandes de Latacunga y una de las más económicas a comparación de la capital. Su actividad económica se basa en: artesanías decorativas, comercio de ganado, legumbres y vegetales conjunto con animales de granja, prendas de cuero, bordados típicos, artículos de cabuya, y pinturas en cuero son las que más sobresale. En los dos últimos años la economía en esta parroquia rural ha disminuido considerablemente por causa del COVID 19.

Historia de la Automatización

La automatización se conoce comúnmente en las industrias como la capacidad para que una máquina realice una acción de manera individual sin la intervención

de la mano de obra, este tipo de función es empleada para reducir costos y disminuir el tiempo de producción porque las máquinas pueden llegar a trabajar las 24 horas del día sin descanso (industria, 2021).

La automatización se encuentra establecida desde los siglos pasados, pero con el paso de los años hasta esos mecanismos tan rudimentarios han ido cambiando hasta tener la mayor parte del trabajo controlado por máquinas por ejemplo. El arrastre que se producía por animales se ha reemplazado por máquinas especializadas en ese campo, el riego de cultivos a mano también al día de hoy puede ser realizado por maquinaria agrícola y de la misma manera se pudo usar la energía del sol al igual que la energía eólica (industria, 2021).

Durante el transcurso del siglo XX se ha visto un gran salto en la implementación y aceptación de máquinas autónomas y su comercio al público a su vez incrementó porque muchas personas pueden crear nuevas máquinas automatizadas desde uso doméstico, cultivo de hortalizas y frutas hasta para una empresa a gran escala. En la figura 8 se puede ver un pequeño ejemplo del control de máquinas en el ámbito empresarial (industria, 2021).

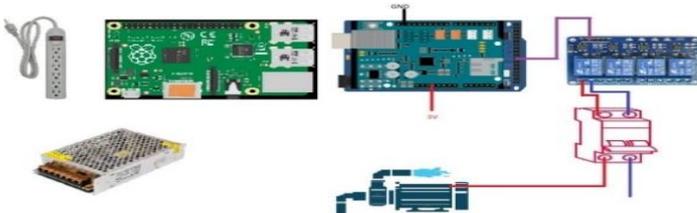
La zona de cultivos es una de las ramas donde se ha visualizado cambios significativos por que la población requiere un alto consumo de comida diaria y en algunas ocasiones no se puede dar abasto y sobre explotar la tierra cultivada no es permitido en la actualidad. Por esa razón se ha implementado que máquinas controlen de manera automática desde el desarrollo de la planta hasta el día de su cosecha mejorando tanto la calidad como acortando el tiempo que se demora en crecer, reduciendo el uso frecuente de pesticidas (industria, 2021).

Figura 7.*Historia de la automatización*

Nota: La imagen muestra cómo ha avanzado la tecnología (industria, 2021).

Dispositivos Electrónicos

Generalmente para el sistema de un invernadero se utilizan sensores, los cuales se encargan de enviar datos, estos servirán para indicar cuando el invernadero requiere agua o necesita mejor temperatura dependiendo de lo que se encuentre sembrado en el lugar a continuación una figura con diferentes dispositivos que funcionan a base de electricidad y conexiones entre ellos.

Figura 8.*Sistema de automatización de invernadero*

Nota: dispositivos eléctricos y sus conexiones entre sí.

Controlador Arduino mega

Arduino al ser una plataforma abierta permite diseñar y construir proyectos sin cargos por pago de licencia. Al ser una plataforma de HW consta de diferentes elementos, los cuales al ir cambiando con el tiempo han originado diferentes modelos de placas, tales como, Mega, Nano, Leonardo. En la figura 9 se puede ver una placa de Arduino Mega (Arduino, 2017).

Figura 9.*Arduino Mega*

Nota: Imagen de Arduino Mega con sus puertos, componentes y pines (Arduino, 2017).

En la tabla 3 se muestra las características del Arduino Mega es el adecuado para la aplicación que se está trabajando.

Tabla 3.*Características de Arduino Mega*

Componentes	Descripción
Puerto USB	Encargado de brindar 5V y ser el puerto de comunicación para compilar el código necesario.
Led de encendido	Permite saber si la placa ya está encendida.
Microcontrolador (ATmega2560)	Es el cerebro de la placa.
Botón de reinicio	Permite reiniciar el microcontrolador.
Conector Jack	Se utiliza para dar luz a la placa con un voltaje de 7-12V.
Regulador de voltaje	Controla el voltaje y tiene protección al momento de producirse un cortocircuito.
54 pines	Entrada/ salida.
16 pines analógicos	Sensores analógicos usados para temperatura y humedad.
Leds	Tiene con 4 leds (led on, led TX, led RX y led integrado).
Interfaz USB-serie	Puente entre el ordenador.

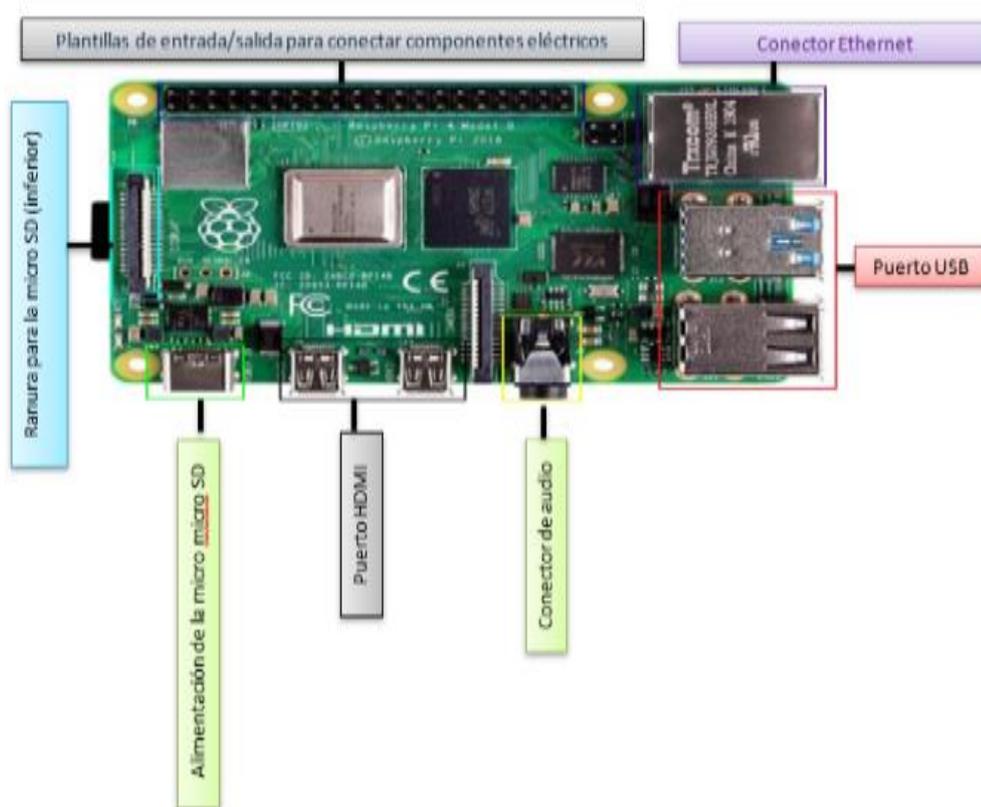
Nota: Tabla características de Arduino Mega.

Raspberry Pi 2

Existe en el mercado tecnológico varios modelos de computadores y cada uno tiene un propósito de uso por ejemplo. Para el almacenamiento de datos o para alto rendimiento de memoria gráfica en este caso para el mejor rendimiento de proyecto y optimizar costos se decidió utilizar una Raspberry pi, que aunque cuenta con bajos recursos de memoria comparadas con las que hay en la actualidad, es suficiente para utilizar como un servidor WEB, en la figura 11 se puede ver una Raspberry Pi 2 con sus puertos (Franco Gabriel, 2020).

Figura 10.

Partes de Raspberry Pi



Nota: Partes de una Raspberry Pi 2 (Franco Gabriel, 2020).

A continuación, en la tabla 4, se presenta las características un Raspberry Pi 2B modelo que posiblemente se implementó en el sistema de acuerdo con la

plataforma de Thingsboard cumple las condiciones necesarias como se refleja a continuación en la tabla 4.

Tabla 4
Características de Raspberry Pi

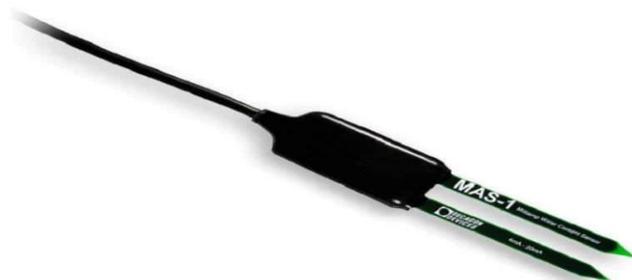
Componentes	Descripción
Conector Ethernet	Permite conectarse a la red.
Puerto USB	Permite conectar 4 dispositivos USB (teclados, ratones, etc.).
Conector de audio	Permite conectar audífonos.
Puerto HDMI	Te proporciona un interfaz para video, audio u otro tipo de conexiones.
Puerto micro SD	Se puede conectar un micro SD de cualquier capacidad en el puerto de la parte inferior.
Pines GPIO	Dispone de 40 pines cada uno para un uso específico.
Voltaje	Tolera mínimo 5V.
Memoria	Memoria de 1GB compartida con la GPU.

Nota: Tabla de características de Raspberry Pi 2 (Franco Gabriel, 2020).

Sensor de humedad

Es el encargo de recolectar la información sobre la humedad que encuentra en la zona en la que está colocado ya sea dentro de la tierra o en lugares con exceso de agua. Tiene que estar calibrado con valores máximos y mínimos para su óptimo funcionamiento (Direct, 2021).

Figura 11.
Sensor de humedad



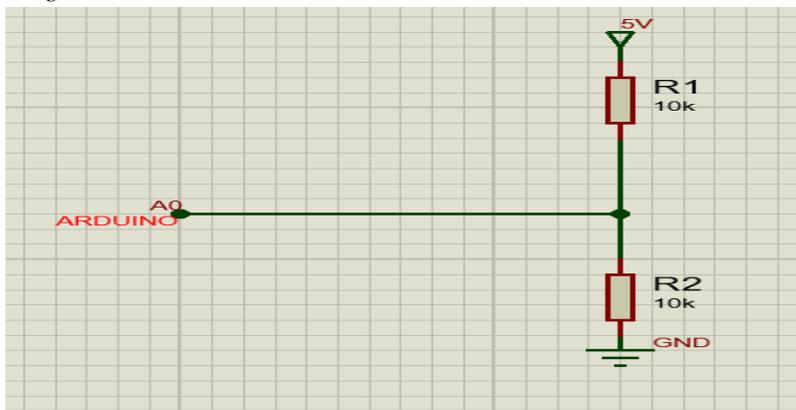
Nota: sensor de humedad para tierra (Direct, 2021).

Diagrama de sensor humedad

El sensor de este proyecto es de clase capacitor y uno de sus extremos debe estar colocado hacia a la fuente de 5v. Que está conectada una resistencia de 10k, para que funcione y al momento de hacer contacto con la tierra comienza a enviar datos. Esto se debe por la resistencia interna de la tierra al momento de estar seca envía un dato diferente al de estar húmeda.

Figura 12.

Diagrama eléctrico del sensor de humedad

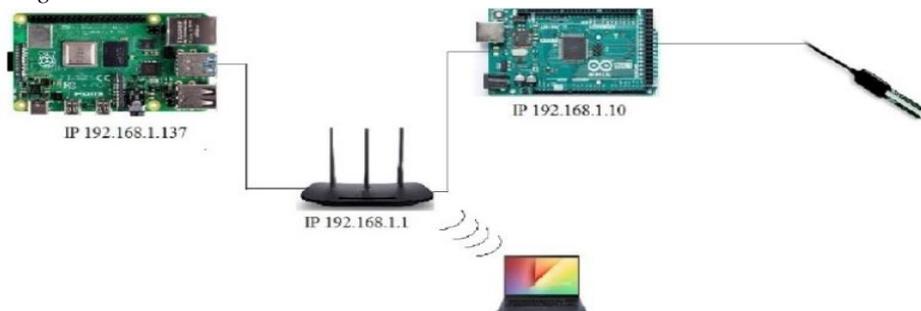


Nota: Diagrama del sensor de humedad con los puntos de conexión y tierra (Direct, 2021).

El diagrama de la figura 13 es una parte complementaria del sistema de riego al que se encuentra conectado el sensor de humedad el cual siempre está activado para que de ese modo detecte si ya no existe humedad dentro de la tierra, valor se podrá también visualizar en la plataforma de Thingsboard en tiempo real.

Figura 13.

Diagrama de sensor humedad



Nota: Diagrama de las conexiones de los equipos hacia el sensor de humedad.

Tabla 5.
Diagrama de sensor humedad.

Equipos	Conexiones
Router	Se conecta a dispositivos móviles, Arduino mega y raspberry pi
Arduino Mega	Se comunica con sensores de humedad se encargan de censar valores
Raspberry Pi	Encargado de alojar la plataforma de Thingsboard y comunicarse con Arduino

Módulo Relé

Es un dispositivo electromagnético que dispone de un circuito eléctrico que lo controla y gracias a una bobina y el electroimán permite activar una serie de juegos que permiten abrir o cerrar pasos eléctricos (Arduino, 2019).

Figura 14.
Modulo Relé



Nota: Modulo Relé con sus respectivos puntos de conexión(Arduino, 2019).

Router

Es un dispositivo que se encarga de permitir que un dispositivo celular se pueda conectar a la red a través de él, si se encuentra configurado de manera correcta este evitará la invasión de la red, robo de información, etc. Existen varios tipos de

Routers al igual que su configuración, su uso único es brindar una conexión hacia el internet (Ciberseguridad, 2020).

Figura 15.
Router



Nota: Router TP-Link de triple antena(Ciberseguridad, 2020).

Tabla 6.

IP estáticas de Arduino y Raspberry Pi 2

EQUIPOS	IP	MASCARA	GATEWAY
Arduino	192.168.1.10	255.255.255.0	192.168.1.1
Raspberry Pi	192.168.1.37	255.255.255.0	192.168.1.1

Dispositivos eléctricos

Los dispositivos electrónicos utilizados para el sistema constan de dispositivos analógicos y dispositivos digitales; como es en el caso del sensor de humedad de tipo capacitivo y una parte de sensores de temperatura. Conjunto a esto se implementó electrónica de potencia para el correcto funcionamiento del sistema.

Fuente de 5v

Para el sensor de humedad capacitivo se utiliza una fuente de 5v independiente para que no pueda hacer demasiado consumo de energía de la tarjeta arduino. Es un aparato el cual se encarga de transformar electricidad que se encuentra de alterna a continua para una o varias salidas de la misma fuente y puede alimentar diferentes dispositivos dependiendo del voltaje de la fuente adquirida estas pueden variar entre: 5, 12, 24, voltios etc (Electronics, 2020).

Figura 16.
Fuente de 5V

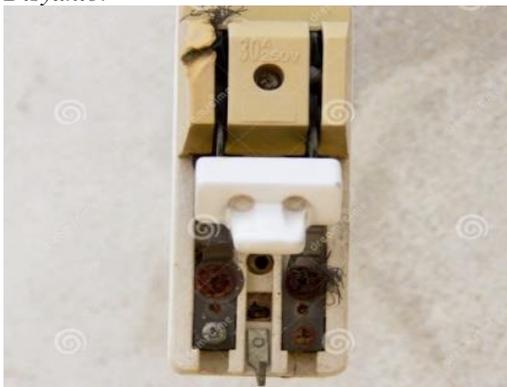


Nota: Fuente de 5V con sus puntos de conexión de entrada y salida(Electronics, 2020).

Disyuntor

El disyuntor sirve para dar paso o cortar el flujo eléctrico hacia los dispositivos que se encuentren conectados con solo subir o bajar la palanca que se encuentra en el exterior.

Figura 17.
Disyuntor



Nota: Disyuntor encargado del paso o corte de la electricidad(Dreamstime, 2020).

Caja de breakers

Es la caja donde se concentra los cables que vienen directamente desde el medidor de luz. La que sirve para alimentar toda la casa de luz eléctrica. Un breaker jamás se debe colocar fuera de la caja por que puede provocar cortocircuitos, en caso de no haber suficiente espacio para breakers dentro de la caja la única solución es cambiar directamente la caja por una más grande (Electrovil, 2019).

Figura 18.

Caja de breakers



Nota: Caja de breaker para el control de la electricidad paso y corte del mismo (Electrovil, 2019).

Características de la automatización en un invernadero

Se debe tener varias cosas en cuenta, puede ser la temperatura de la zona que puede llegar a afectar a los instrumentos electrónicos utilizados. En el tema de la aireación del invernadero se puede ver que comúnmente se utiliza ventiladores los cuales regulan la temperatura de este, pero es mejor optar por el método de cortinas los cuales permiten que el aire circule de manera constante por todo el invernadero (industria, 2021).

En cuanto al sistema de riego se puede llegar a deducir que se puede llegar a reutilizar el agua que se pueda evaporar debido al calor que se produce dentro del mismos invernaderos para regar nuevamente los cultivos, pero no es lo habitual porque muchos al tener instalados sistema de ventiladores evitan que se genere esta capa de vapor en el invernadero. Pero como se riega el agua mediante el sistema de bombas y junto a la ventilación esto compensa la falta de ventiladores y a su vez evita la generación de vapor innecesario en caso de que no quiera ser reutilizado (industria, 2021).

Fundamentación Legal

“En la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable, fue publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 10 de 08 de junio de 2017, tiene por objeto proteger, revitalizar, multiplicar y dinamizar la agrobiodiversidad en lo relativo a los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura; asegurar la producción, acceso libre y permanente a semillas de calidad y variedad, mediante el fomento e investigación científica y la regulación de modelos de agricultura sustentable; respetando las diversas identidades contribuir al Buen Vivir o Sumak Kawsay” (Ley Organica, 2017).

“En el artículo 2 de definiciones del Reglamento A La Ley Orgánica De Agrobiodiversidad, Semillas Y Fomento De La Agricultura Sustentable, en el punto 12 se manifiesta La Permacultura, es el diseño de hábitat humano regenerativo y sostenible. Se basa en la aplicación de conocimientos científicos, la comprensión de prácticas ancestrales y la observación personal. Integra aspectos de cultivo, crianza de animales, manejo hidrológico del paisaje, construcción, tecnologías apropiadas, economía y otros” (Ley Organica, 2017).

Del mismo artículo del punto 20 se menciona La Transferencia tecnológica, es el proceso mediante el cual los avances tecnológicos desarrollados por un sistema de investigación son trasladados al contexto agroeconómico y social, donde se van a aplicar. Este proceso implica actividades de validación, protección de activos intelectuales, difusión, capacitación y otras que den como resultado la innovación. Así la transferencia tecnológica es un nexo entre la investigación y el sector productivo, y no deberá confundirse con procesos de extensionismo o asistencia técnica” (Ley Organica, 2017).

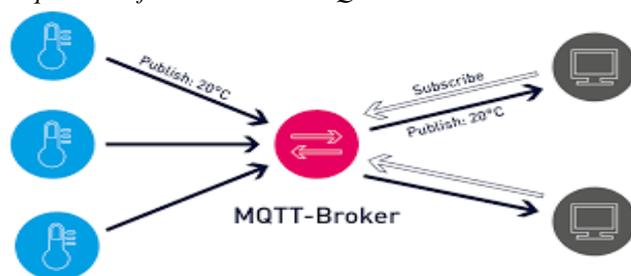
Fundamentación Técnica y/o Tecnológica

Protocolo MQTT

MQTT (Message Quiang Telemetry Transport) es un protocolo mensajero ligero que es utilizado cuando un cliente no tiene una conexión segura o con el ancho de banda muy bajo, también puede ser utilizado para conexión de máquina a otra máquina.

Figura 19 .

Esquema de funcionamiento MQTT.



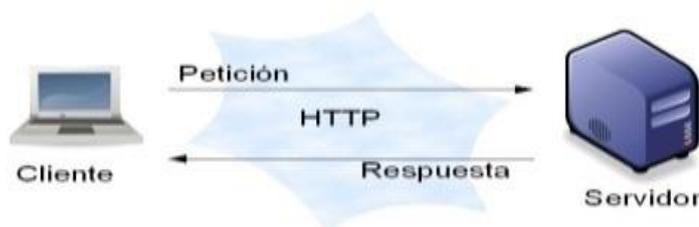
Nota: Imagen del protocolo MQTT y sus enlaces(Franco Gabriel, 2020).

Protocolo HTTP

El protocolo HTTP (Hypertext Transfer Protocol) es el comienzo para que se pueda transferir datos en las páginas web y al tener una estructura cliente servidor esto quiere decir que una petición de datos es iniciada por el elemento que recibirá los datos lo que se será que el mismo cliente hace una petición que será enviada al mismo en forma de respuesta (Lliso Cosin, 2021).

Figura 20.

Protocolo HTTP



Nota: Protocolo HTTP y su conexión entre cliente y servidor(Lliso Cosin, 2021).

Ethernet

Se conoce como la conexión que tiene varios equipos entre sí como para el uso doméstico, oficina, etc. Para el envío de información el Ethernet sobresale del resto por que es bastante confiable, fácil de dar mantenimiento, al adaptarse rápidamente a la velocidad de envío de datos de la fibra óptica lo convierte en una herramienta bastante útil en la actualidad (CCNA1, 2017).

Síntesis del capítulo I

En el capítulo I, se da a conocer sobre los equipos que pueden llegar a ser utilizados para el control de sistema de riego. Uno de ellos es arduino Mega porque gracias a la gran cantidad de entradas digitales, puertos analógicos y mayor cantidad de memoria lo hace ideal para al proyecto descartando por completo al Arduino uno, también se menciona la posible utilización de una plataforma de uso gratuito la cual tiene un nombre técnico que es Thingsboard que configurada correctamente puede ayudar a visualizar valores importantes como es la temperatura y humedad. También el por qué se utilizó una Raspberry Pi 2 y no sus versiones anteriores porque no disponen de las condiciones de almacenamiento necesario para la plataforma de Thingsboard y en el caso de las versiones superiores a la Raspberry Pi 4 cumplen con el requerimiento de memoria, pero su costo es elevado para las personas que están intentado dar el salto a la automatización de invernaderos.

Por último, también se observa uno de los sistemas de riego que se podrá colocar a futuro siempre y cuando cumplan con los estándares pedidos que son distancia y tiempo de riego. Se puede visualizar las medidas que tendrá el

invernadero en el futuro tanto como el ancho, la distancia y la zona donde será colocado sin molestar a los dueños.

CAPÍTULO II

Diagnóstico

Los agricultores que disponen de invernaderos. Los sistemas de riego y ventilación manual se enfrentan a grandes retos sabiendo que el clima en Ecuador no es uniforme, esto a su vez provoca que se requiera mucho más esfuerzo físico para el agricultor diariamente. Pero los invernaderos con sistema de riego y control de temperatura independientes no sufren de estos problemas porque todo se hace de manera casi automática, no requiere tener acceso a internet para poder visualizar los valores en tiempo real dentro del invernadero gracias a la plataforma de Thingsboard.

Por esta razón se realizó un diagnóstico en este capítulo sobre las dificultades que se presentan al tener un invernadero sin automatizar y lo difícil que es cubrir la demanda de verduras y hortalizas.

En la actualidad muchas de las zonas agropecuarias de Ecuador están intentando adaptarse a construir y automatizar invernaderos pero debido a la falta de recursos sobre el cómo hacerlo esto se ha visto demorado porque se desconoce qué componentes y qué configuraciones son adecuadas para los cultivos que se planean sembrar dentro de un invernadero. Los invernaderos de la comunidad de Mollepamba no disponen de un sistema automatizado para controlar el riego de agua tomando en cuenta que es aún más necesario para ciertas épocas del año.

Tipos de investigación

La investigación desarrollada es un estudio empírico, debido que depende de los resultados obtenidos de la aplicación práctica.

Métodos de investigación

El presente proyecto se basa en un método inductivo-deductivo que abarca temas como son las condiciones climáticas. La época de lluvia en la zona de Mollepamba es entre los meses de junio, julio y agosto, así como las de menor precipitación es en el mes de septiembre que puede llegar a subir una temperatura máxima de 25-30°C y en la noche puede bajar hasta 12.8°C.

Técnicas e instrumentos de investigación

Una técnica usada fue la encuesta que ayudó a conocer acerca del conocimiento que posee la comunidad en cuanto al uso de plataformas libres, conexión de equipos electrónicos y su configuración, entre otros.

Además, se utilizó la observación, la cual permitió tener conocimiento sobre el clima que predomina, tipo de suelo que existe en la zona y las temporadas de sequía o exceso de lluvia.

Otro instrumento usado es el formulario que ayuda a saber qué piensan una mayor cantidad de personas dentro de la comunidad y poder recopilar mucha más información.

Encuestas**Tabla 7.***Encuesta*

Preguntas	Respuestas
1. ¿Qué clase de clima predomina en comunidad de Saquisilí?	
Húmedo	5
Cálido	0
Seco	5
2. ¿Dispone de un dispositivo móvil o computador en su hogar?	
Si	2
No	8
3. ¿Dispone de los recursos monetarios para implementar un invernadero automatizado en su hogar?	
Si	1
No	9
4. ¿Qué le gustaría sembrar dentro de un invernadero?	
Tomate	5
Lechuga	0
Rosas	5
Sandias	0

Análisis de encuesta 1

La encuesta número 1 realizada demostró que más del 80% de las personas no disponen de los recursos monetarios y computadoras con acceso a internet para implantar un invernadero automatizado cerca de su domicilio y tienen un ambiente entre seco y húmedo.

Tabla 8.*Encuesta a la comunidad de Mollepamba*

Preguntas	Respuestas
1. ¿Señale su o sus actividades diarias que predominantes?	
Ganadería	5
Agricultura	5
Comercio de productos importados	0
2. ¿Considera que sembrar en un invernadero es mejor?	
Si	5
No	5
3. ¿Cómo realiza el riego en sus sembradíos?	
Aspersión	4
Otros	2
No tengo sistema de riego automático	3

4. ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir en un sistema automatizado?	
100-500	10
1000-1500	0
1500-2000	0
5. ¿Qué tipo de plantación quisiera tener en un invernadero?	
Tomates	5
Rosas	5
Legumbres en general	2
8. ¿Cómo obtiene su agua de riego?	
De un canal de riego	3
De la lluvia	5
De la llave	2
9. ¿sabe manejar una computadora/ internet?	
Si	8
No	2
10. ¿Creé usted que el sistema de riego automatizado serviría para el cultivo de tomates?	
Si	6
No	4

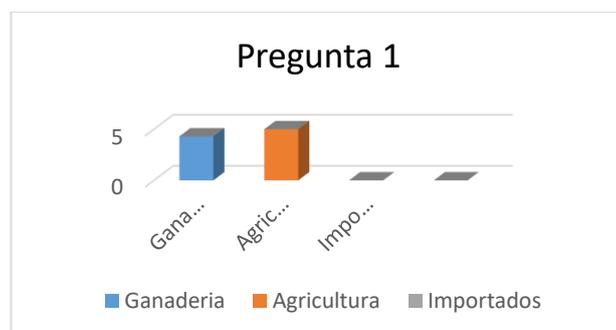
La encuesta número 2 realizada a la comunidad de Mollepamba mostró resultados como que la comunidad no solo se dedica a la ganadería sino también a la agricultura que prefieren sembrar dentro de un invernadero al igual que sus sistemas de riego los prefieren por aspersores y que les gustaría invertir lo menos posible en automatizar un invernadero.

Análisis e interpretación de resultados

1. ¿Señale su o sus actividades diarias que predominantes?

Gráfico 2.

Se observa que actividad de agricultura sobresale



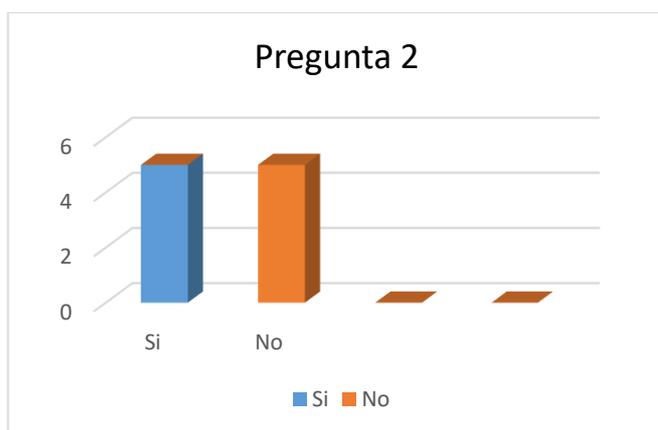
Nota: Número de respuesta de las preguntas 1.

Análisis: En la pregunta número 1 se muestra que la mitad de la población de Mollepamba se dedica a la ganadería la otra mitad se dedica a la agricultura y una mínima cantidad al comercio.

2. ¿Considera que sembrar en un invernadero es mejor?

Gráfico 3.

Acogida de sembrar en un invernadero



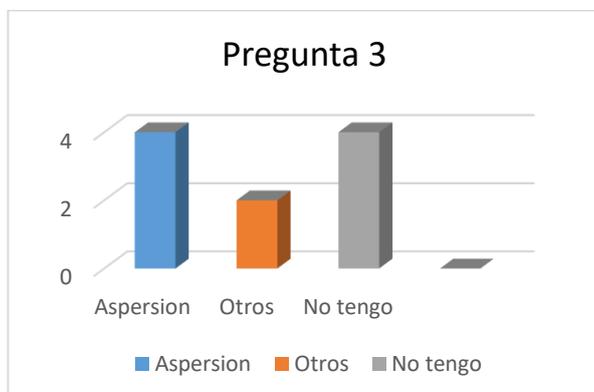
Nota: Número de respuestas de la pregunta 2.

Análisis: la mitad de la población encuestada de Mollepamba cree que es mejor sembrar dentro de un invernadero para reducir costos, tiempo y la otra mitad considera que no es mejor

3. ¿Cómo realiza el riego en sus sembradíos?

Gráfico 4.

La comunidad tiene un sistema de riego



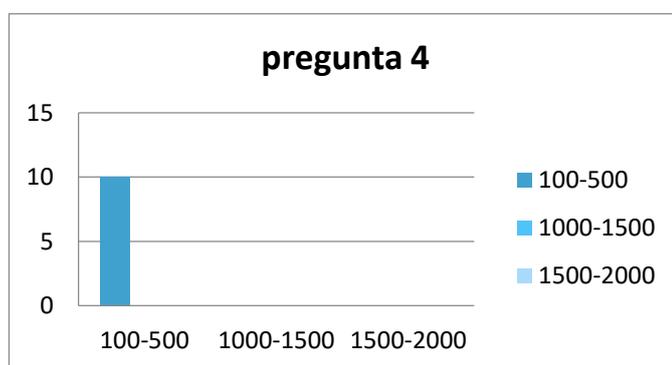
Nota: Número de respuestas de la pregunta 3.

Análisis: En el grafico 25 se muestra tres valores que pertenecen a las personas que disponen de un sistema de riego propio y los que no disponen de uno para sus terrenos.

4. ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir en un sistema automatizado?

Gráfico 5.

Presupuesto para invernaderos.



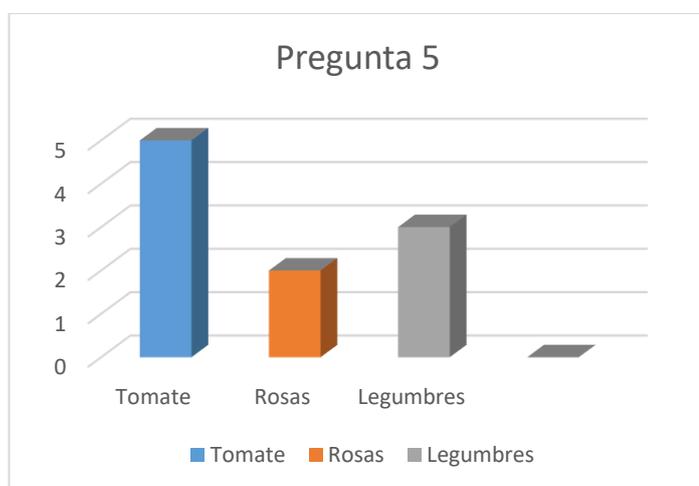
Nota: Número de respuestas de la pregunta 4.

Análisis: la comunidad de Mollepamba prefiere invertir una cantidad de dinero entre 100-500 dólares para un sistema autónomo.

5. ¿Qué tipo de plantación quisiera tener en un invernadero?

Gráfico 6.

Tipo de vegetales o hortalizas que prefieren sembrar



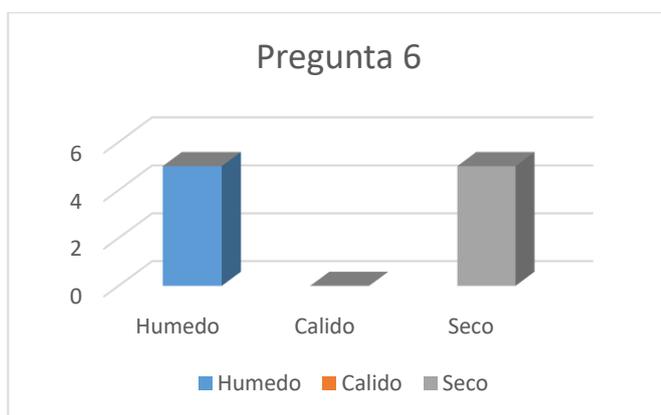
Nota: Número de respuesta de la pregunta 5.

Análisis: La gráfica muestra que una parte de la población prefiere sembrar tomates dentro de sus terrenos antes que otro tipo de hortalizas o legumbres.

6. ¿Qué clase de clima predomina en comunidad de Saquisilí?

Gráfico 7.

El clima en Saquisilí es variado durante todo el año



Nota: Número de respuesta de la pregunta 6.

Análisis: La gráfica muestra que el clima de Mollepamba es mitad húmedo y mitad seco durante los meses del año.

7. ¿sabe manejar una computadora/ internet?

Gráfico 8.

La comunidad tiene una computadora



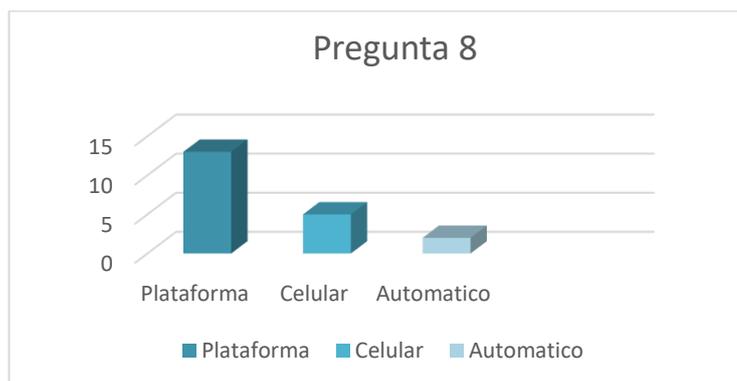
Nota: Número de respuesta de la pregunta 7.

Análisis: La mayor parte de las personas dentro de la comunidad disponen de un computador en sus hogares para diferentes usos diarios.

8. ¿Cómo le gustaría que sea el módulo que controla el invernadero?

Gráfico 9.

La comunidad prefiere una plataforma



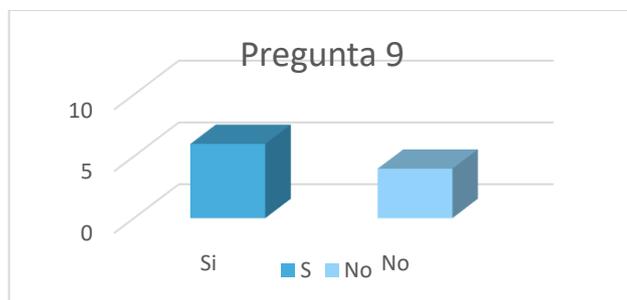
Nota: Numero de respuesta de la pregunta 8.

Análisis: En la pregunta 8 muestra que la mayoría de la comunidad prefiere una plataforma con una interfaz fácil de utilizar.

9. ¿Tiene una edad óptima para dedicarse a la siembra que dependa de un gran esfuerzo?

Gráfico 10.

Se observa si las personas tienen edad no tan avanzada



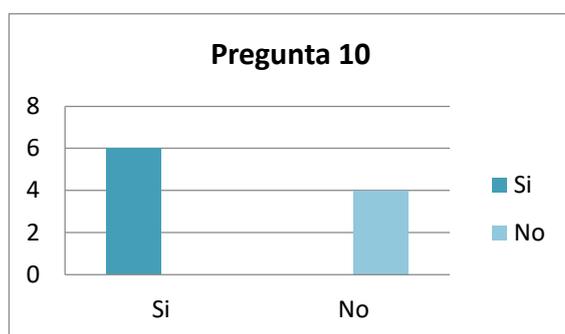
Nota: Numero de respuestas de la pregunta 9.

Análisis: el 60% de las personas encuestadas dentro de la comunidad de Mollepamba tienen una edad bastante avanzada la cual los limita para realizar demasiado esfuerzo físico.

10. ¿Creó usted que el sistema de riego automatizado serviría para el cultivo de tomates?

Gráfico 11.

Preferencia del panel de control



Nota: Numero de respuestas de la pregunta 10.

Análisis: Una cantidad de un 50% creó que aportaría mucho para un cultivo de tomates.

Los datos obtenidos en ambas encuestas muestran que más del 75% de la población de Mollepamba dispone de un teléfono celular en su vida diaria por lo tanto es factible implementar un interfaz en una plataforma para que puedan acceder desde sus celulares y en algunos casos desde sus computadores para que de ese modo puedan ver los valores dentro del invernadero, también se sabe que se dedica al cultivo de hortalizas y muy pocos disponen de los recursos monetarios para costearse un invernadero de un valor sumamente elevado.

Síntesis del capítulo II

En este capítulo se llegó a la idea que las condiciones climáticas que persisten en la comunidad de Mollepamba que normalmente es de temperatura promedio de 30°C en las épocas más calurosas del día que son entre las 10am y 3pm.

La población que reside dentro de la comunidad de Saquisilí, al igual que las encuestas realizadas a los habitantes de Mollepamba realizando preguntas en general que son de qué viven, si disponen de teléfonos móviles o computadores en sus hogares, si prefieren cultivar dentro de un invernadero. Después de juntar todas las respuestas y graficarlas en tablas se asume la conclusión que la localidad sí dispone de los recursos para tener un invernadero automatizado a pesar de que muchos prefieran gastar lo menos posible de dinero en un invernadero automatizado. También se muestra uno de los diagramas sobre cómo funciona el sistema de humedad y las etapas que tiene que seguir para que se active y detecte la humedad dentro del invernadero y una pequeña descripción de cómo funciona y el orden que sigue al igual que los equipos usados.

CAPÍTULO III

Descripción de la propuesta

Se pretende realizar una plataforma IoT que controle un sistema de riego inteligente que se implementará en la comunidad Mollepamba de la provincia Cotopaxi, este sistema estará en funcionamiento en un invernadero de aproximadamente 150 m². Para su creación se necesita:

- Un sensor de humedad Capacitivo.
- Una cisterna de Agua que se conecte a una bomba de agua ½ HP.
- Una plataforma IOT que controle la bomba de agua.

Desarrollo de la propuesta

Implementar una plataforma IOT que sea capaz de censar datos y controlar el riego automático en un invernadero desde la plataforma Thingsboard. Para esto se utiliza un Raspberry Pi modelo 2B que va a ser el encargado de alojar el servidor

web y un Arduino Mega, se encarga de gestionar el encendido o apagado de la bomba de agua con la ayuda de sensor de humedad se recopila los datos y se encarga de activar el sistema de riego por aspersión que está colocado entro del invernadero.

Figura 21.

Modelo 3D de invernadero



Medidas estructurales del invernadero.

Ancho: 10 Metros.

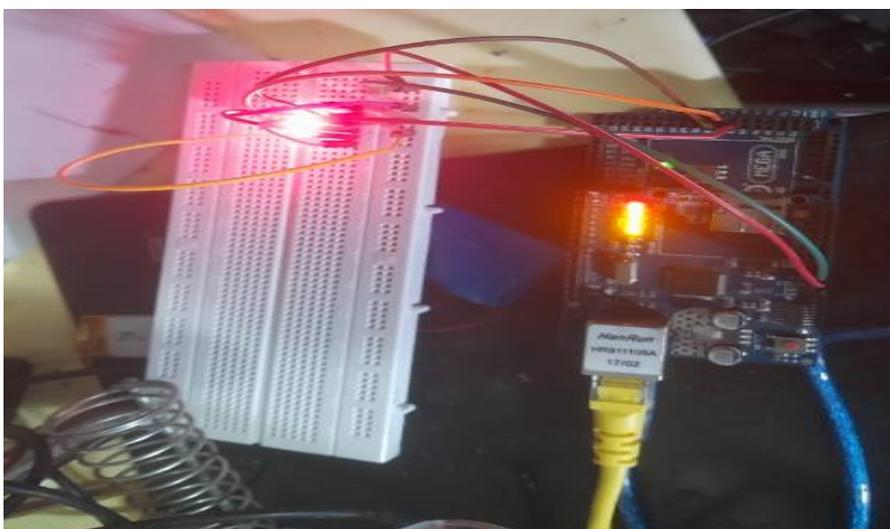
Largo: 15 Metros.

Alto: 8 metros

Nota: Modelo del invernadero en 3D realizado en Sketchup.

Figura 22.

Prototipo y pruebas de datos con Arduino mega



Nota: prototipo de comunicación con Thingsboard con leds.

Por medio de un Arduino mega en las pruebas hechas se observa datos reflejados de los sensores.

Figura 23.
Puerto Serial prueba con prototipo

```

IP 192.168.1.10
Motor Apagado..
Connecting to ThingsBoard node ...[FAILED] [ rc = -2 : retrying in 5 seconds]
Connecting to ThingsBoard node ...[FAILED] [ rc = -2 : retrying in 5 seconds]
Connecting to ThingsBoard node ...[DONE]
Sending current GPIO status ...
Get gpio status: {"1":false,"2":false,"3":true}
Data Sent : {"humedad":57, "active": false}
Data Sent : {"temperatura":0.00, "active": false}
Data Sent : {"temperatura2":0.00, "active": false}
Temp1: nan
Hum1: nan
Temp2: nan
Hum2: nan

Data Sent : {"humedad":32, "active": false}

```

Autoscroll Mostrar marca temporal

Nota: Simulación con prototipo de datos con puerto serial.

OBSERVACIÓN:

Clima

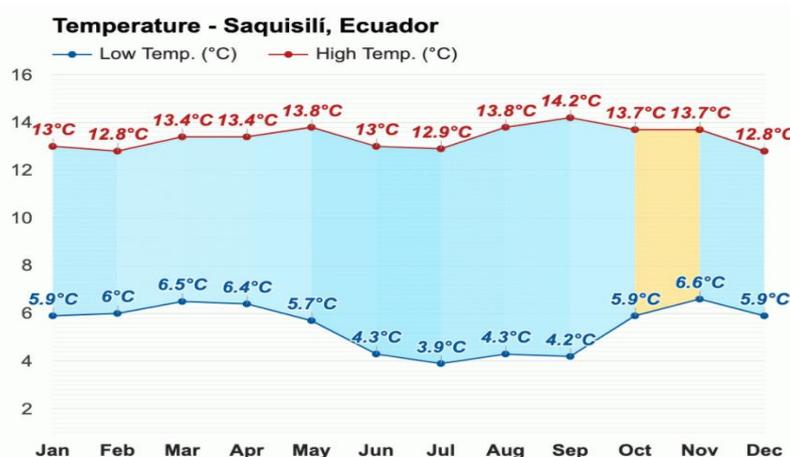
La parroquia rural Mollepamba presenta un clima que varía de muy húmedo a seco, en diferentes épocas del año.

Temperatura el invernadero

En el interior de un invernadero el exceso de temperatura es una alerta bastante grave, por ejemplo, una temperatura mayor o igual a 30°C echaría a perder totalmente una plantación de frutas, vegetales y flores de clima frío y templado. Y la solución es un sistema de cortinas en el invernadero y un sensor de temperatura que monitoree y reporte la temperatura que existe dentro durante las horas más calurosas del día como puede ser de 10 am a 3pm o durante la época de verano que la temperatura es constantemente elevada.

Media de la temperatura registrada en Saquisilí entre el 2022.

Figura 24.
Temperatura promedio en Saquisilí



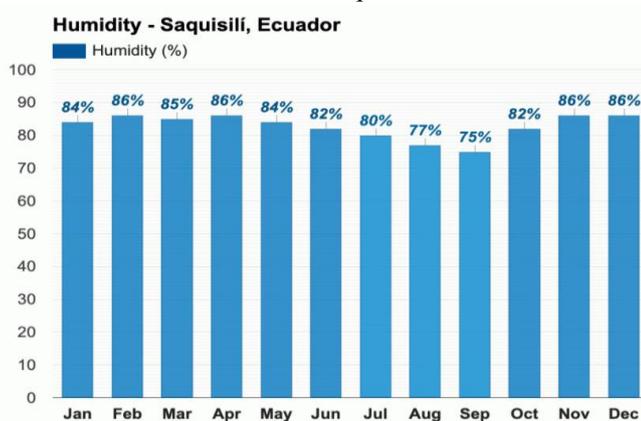
Nota: Temperatura promedio de Saquisilí entre los diferentes meses del año (Weather Atlas, 2021).

Humedad en Saquisilí

El grado de humedad en Saquisilí varía mucho durante todo el año al principio del año las precipitaciones son abundantes entre enero y junio a partir de agosto y diciembre las precipitaciones son escasas en la zona de Mollepamba y es necesario de agua para las grandes extensiones de sembradíos y se puede decir que es obligatorio si no lo hacen se exponen a grandes pérdidas económicas teniendo en cuenta que Saquisilí es un importante exportador en rosas.

Porcentaje de la humedad registrada en Saquisilí entre el 2021.

Figura 25.
Estadísticas de la humedad en Saquisilí



Nota: Porcentajes de humedad de Saquisilí entre los diferentes meses del año (Weather Atlas, 2021).

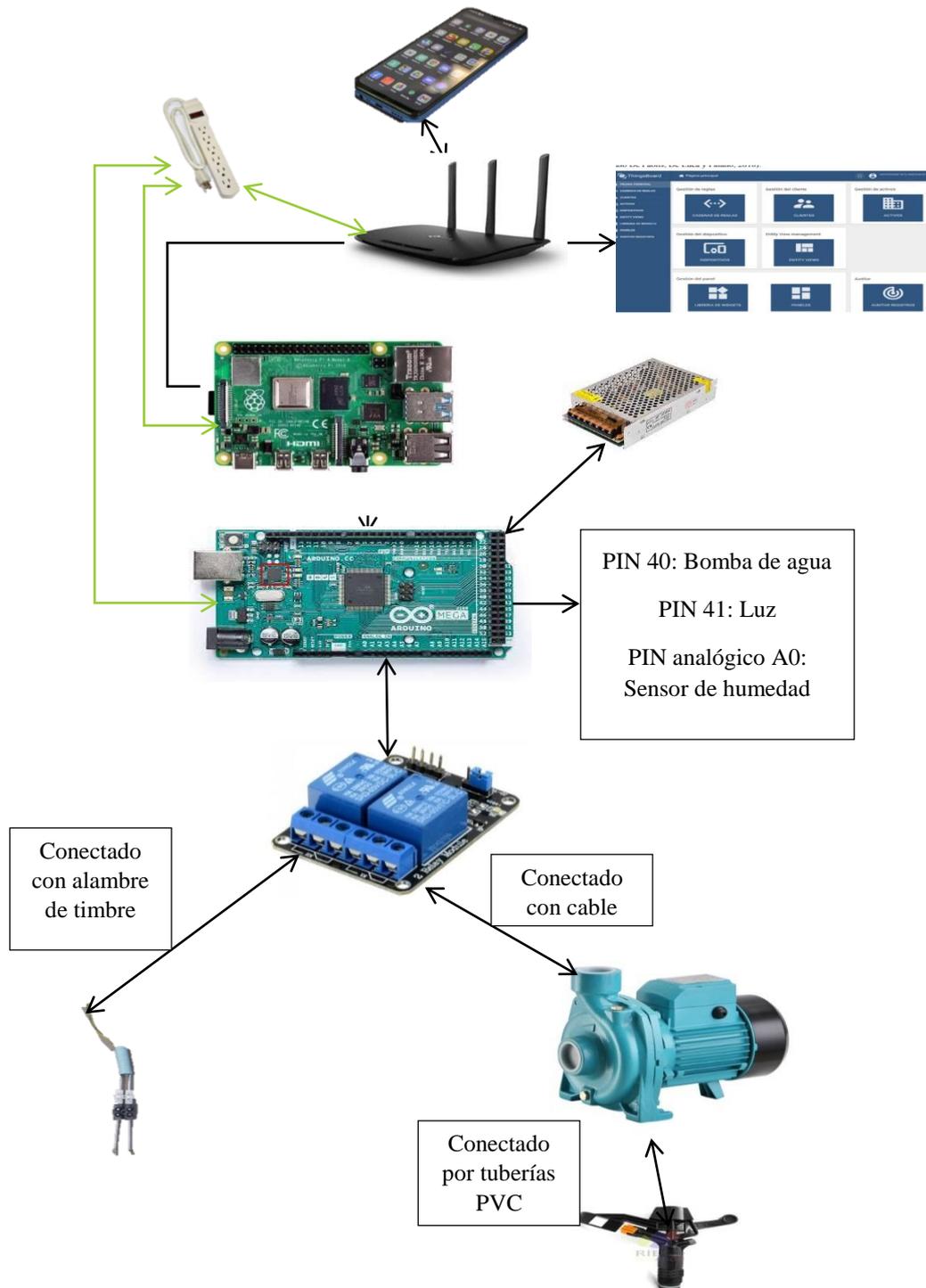
Características del terreno

El terreno en donde se desarrolla el sistema riego es dentro de invernadero en el sector Mollepamba la comunidad no presentan conexión a internet, pero a su vez cada familia dispone de un dispositivo móvil. Para realizar el actual proyecto inicialmente se construyó la estructura del invernadero a base de material ecológico (Pingos de Madera). Como siguiente etapa se recubrió de plástico para invernadero con el fin de estudiar el área de trabajo, para tener una idea clara de los componentes que se utilizara para este tipo de campo.

Para la estructura del invernadero se implementó pingos sobrepuestos encima de pequeños tubos de acero inoxidable con esto se busca que no se derrumbe al momento de fuertes vientos o lluvia. Para su recubrimiento se utilizó plástico apropiado de invernadero que tiene un grosor preciso para contra vientos.

Diagrama de sistema completo
Figura 26.

Diagrama general

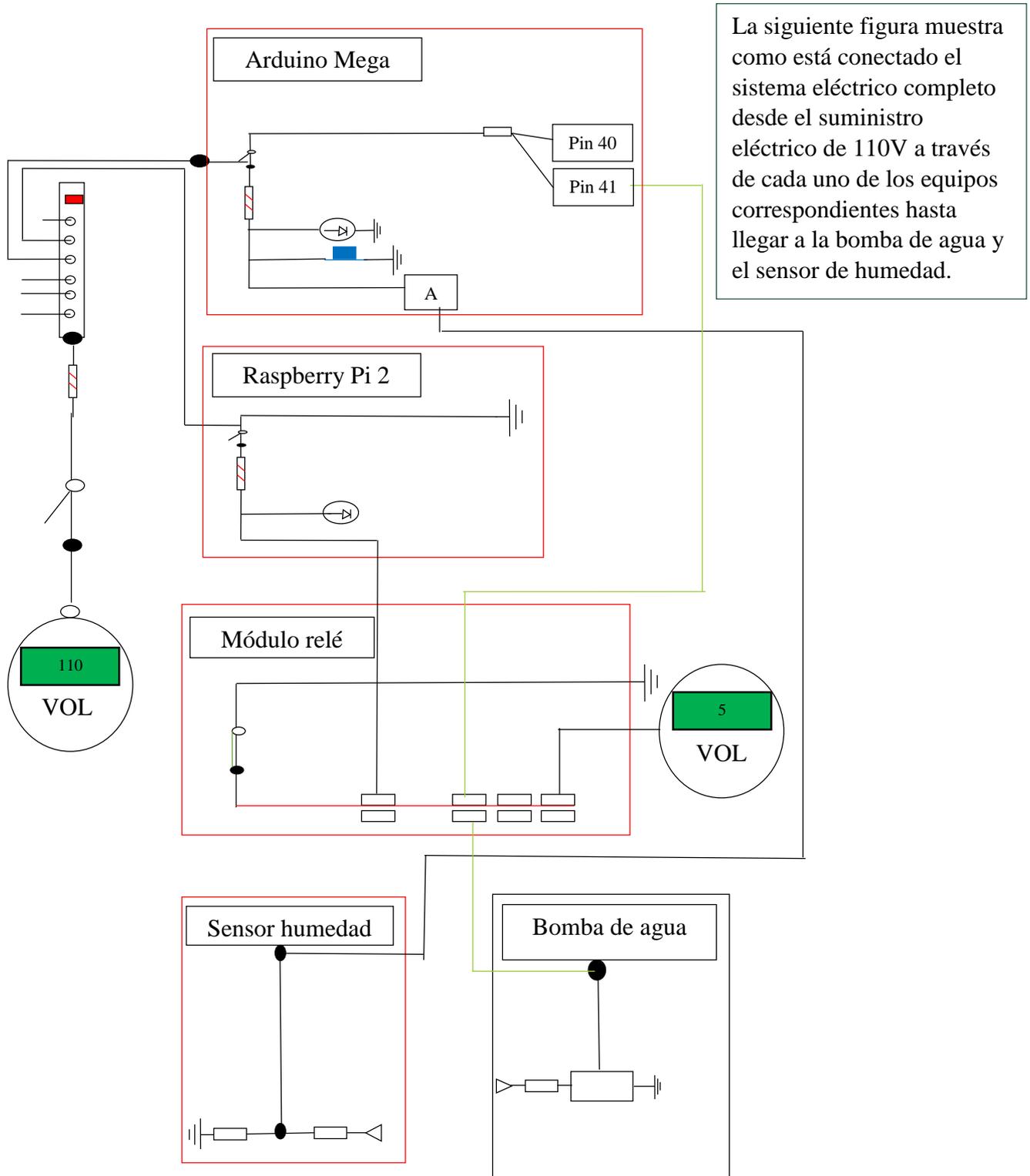


Nota: Esquema de funcionamiento de comunicación con dispositivo móvil.

Diagrama de control de humedad

Figura 27.

Diagrama de control de humedad

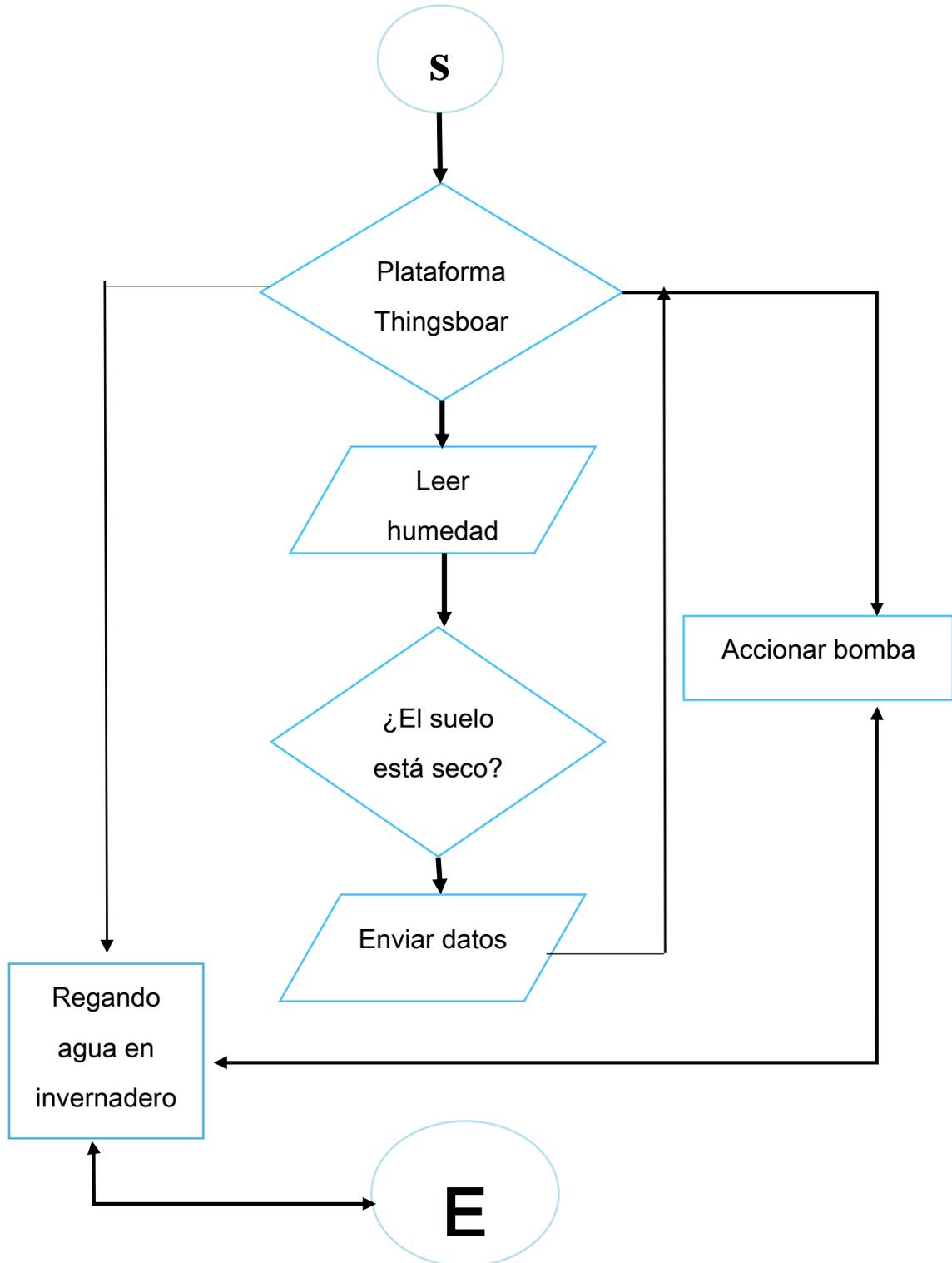


Nota: Diagrama del sistema de riego completo dentro y fuera del invernadero.

Diagrama de control de riego

Figura 28.

Diagrama de sistema de riego con Thingsboard



Nota: Diagrama del sistema de riego completo dentro y fuera del invernadero.

En el diagrama de la figura 28 se observa el funcionamiento del envío de datos del sistema de riego, el orden que se envía datos hacia la plataforma que permite accionar una bomba de agua para que al final se pueda regar el invernadero de manera automática. Iniciando por la plataforma de Thingsboard permite ver valores como la humedad y la temperatura, siguiendo por un router que se encontrara conectado con el Arduino Mega aun puerto RJ45, que estará compartiendo con otro puerto la microcomputadora Raspberry Pi.

Estudio de dimensiones de invernaderos

Un invernadero puede estar construido con diferente de materiales al igual que las medidas del mismo todo depende del uso que se le va a dar, junto con eso se debe tomar en cuenta la longitud del terreno en el que será construido, no existe una medida estándar para invernaderos pero debe tomarse en cuenta la longitud y la distancia que crecerá la planta sembrada. El lugar porque existen plantas como el tomate que necesitan un espacio de 30cm entre división de cada uno, si no existe este espacio una de las plantas absorberá los nutrientes de la otra y provocara que una de las dos muera por falta de nutrientes. (Hugo Escobar, Rebecca lee, 2019)

Figura 29.

Dimensiones de terreno



Medias	
Ancho	10 metros
Largo	15 metros

Nota: Diseño de las dimensiones del invernadero en la comunidad de Mollepamba (Google Maps, 2023)

A continuación, en la figura 30 el extracto de código inicial con un token de acceso para Thingsboard y variables realizadas para el envío de datos.

Figura 30.

Configuración inicial de Thingsboard

```
#include <ArduinoJson.h>
#include <PubSubClient.h>
#include <SPI.h> //libreria de bus SPI
#include <Ethernet.h> //incluir libreria ethernet

#include "DHT.h"

#define TOKEN "JXlg7NzJbJLpfQIuP8R3" // Acceso de token

#define GPIO1 41 // Pin Salida para Bomba

#define GPIO2_PIN 3 // Posicion de petición

unsigned long currentTime = 0;
unsigned long previousTime = 0;

char thingsboardServer[] = "192.168.1.137";

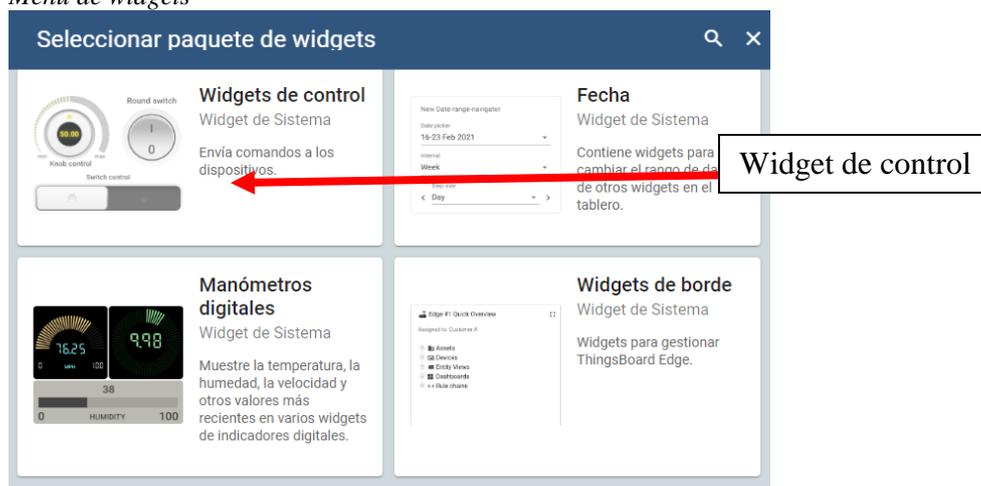
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
IPAddress ip(192, 168, 1, 10);

EthernetClient wifiClient;
PubSubClient client(wifiClient);
```

Nota: Configuración inicial de código.

Para que se inicie el servicio Thingsboard. Se tiene que facilitar una IP tanto para el controlador Arduino Mega y otra IP en el mismo rango para el controlador Raspberry Pi, que aloja la plataforma. Ya dentro hay herramientas conocidas como widgets necesarias para que el administrador le resulte sencillo de utilizar y con una configuración que de acuerdo a la necesidad que requiera automatizar se puede tener grandes resultados. En la siguiente figura se muestra el panel de los widgets que existe.

Figura 31.
Menú de widgets



Nota: Menú de widgets.

En esta parte se observa los Widgets que se implementó uno para el control de la bomba de agua y un segundo widget para observar el envío de datos desde el sensor de humedad hasta la plataforma.

Figura 32.
Widget de paquete de humedad



Nota: Menú de widgets de humedad.

La configuración a continuación se desarrolló para la comunicación de datos es decir para enviar y recibir con la ayuda de la librería (PubsubClient) y denominamos variables para el sensor de humedad que permite la activación del relé una vez que el sensor detecte que la humedad del suelo se encuentra en 50%.

Figura 33.

Envío de datos del sensor de humedad a la Plataforma de Thingsboard

```
void loop() {
  if ( !client.connected() ) {
    reconnect();
  }
  currentTime = millis();
  if ((currentTime - previousTime) > 5000) {
    previousTime = currentTime;

    int Humedad;

    Humedad = analogRead(A1);

    Humedad = map(Humedad,0,1023,0,100);

    String json = "{\"humedad\":\"" + String(Humedad) + "\", \"active\": false}";
    char buf[json.length() + 1];
    json.toCharArray(buf, json.length() + 1);
    client.publish("v1/devices/me/telemetry", buf);
    Serial.print("Data Sent : ");
    Serial.println(buf);
  }
}
```

Nota: Configuración de envío de datos de humedad

En la figura a continuación se ve los widgets empleados tanto para el sensor de humedad y para un sensor de temperatura y también se configuró un widget adicional para que indique la ubicación en donde se encuentra el sensor de humedad.

Figura 34.

.Widgets de sensores

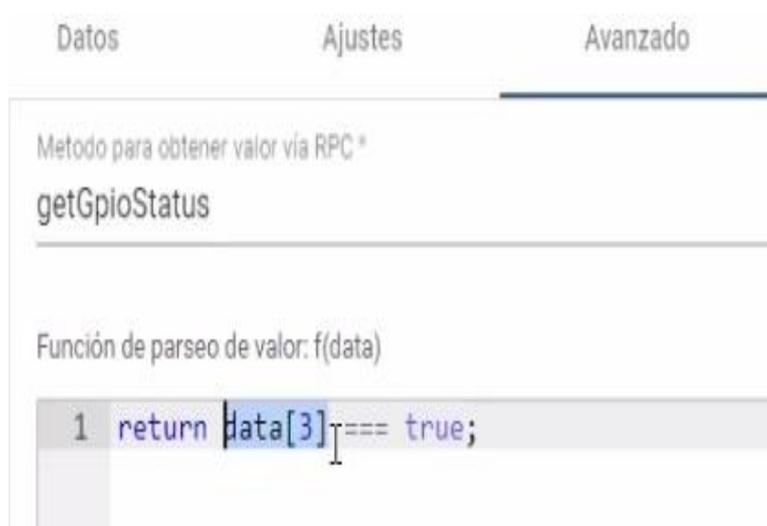


Nota: Panel de controles de humedad y temperatura del invernadero.

En esta figura se presenta la configuración para la activación desde la plataforma de Thingsboard para esto se utiliza las funciones (getGpioStatus) para obtener la petición que se realiza desde el control de la bomba de agua.

Figura 35.

Configuración de encendido de bomba de agua



Nota: Configuración para obtención de datos desde la plataforma Thingsboard.

En esta parte se muestra la función (setGpioStatus) que se configura en la plataforma de Thingsboard para enviar datos.

Figura 36.

Configuración de envío de datos



Nota: configuración de envío de petición para encendido de bomba de agua.

En esta figura se observa los widgets de control uno para la accionar la bomba de agua el segundo para accionar la luz en caso que sea necesario.

Figura 37.
Widgets de control



Nota: Panel de controles de humedad y temperatura del invernadero.

En esta parte se muestra la configuración en código de varias funciones que ayuda a leer ordenes que viene desde el servidor de Thingsboard y a ejecutar ordenes como poner las variables de la bomba de agua en estado de salida.

Figura 38.

Configuración de switch de bomba de agua

```

}
}

jsonDoc[String(GPIO0_PIN)] = gpioState[0] ? true : false;
jsonDoc[String(GPIO1_PIN)] = gpioState[1] ? true : false;
jsonDoc[String(GPIO2_PIN)] = gpioState[2] ? true : false;
char payload[256];
serializeJson(jsonDoc, payload);
String strPayload = String(payload);
Serial.print("Get gpio status: ");
Serial.println(strPayload);
return strPayload;
}

void set_gpio_status(int pin, boolean enabled) {
  if (pin == GPIO0_PIN) {
    // GPIO en estado de salida
    digitalWrite(GPIO0, enabled ? HIGH : LOW);
    // Actualiza estado de GPIO para bomba de agua
    gpioState[0] = enabled;
  } else if (pin == GPIO1_PIN) {
    // GPIO en estado de salida para luz electrica
    digitalWrite(GPIO1, enabled ? HIGH : LOW);
    // Actualiza GPIO
    gpioState[1] = enabled;
  } else if (pin == GPIO2_PIN) {
    // Output GPIOs state
    digitalWrite(GPIO2, enabled ? HIGH : LOW);
    // Update GPIOs state
    gpioState[2] = enabled;
  }
}
}
}

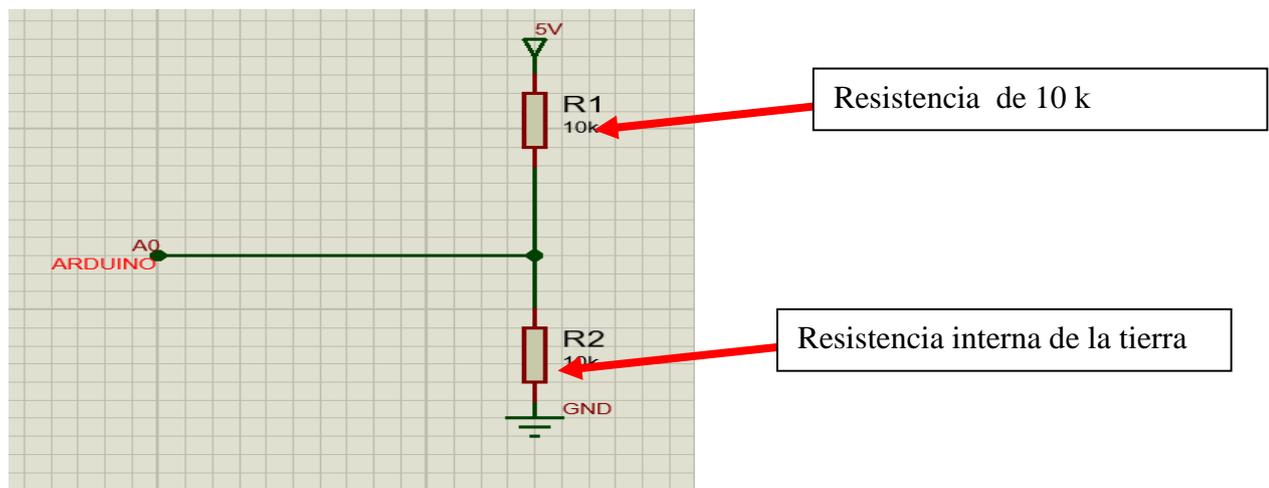
```

Nota: configuración para el Switch y sus funciones.

En el siguiente esquema indica que dos puntos de resistencias se unen una es la resistencia interna que tiene el suelo al momento que se encuentra este húmedo muestra diferente resistencia que cuando está en seco, se encuentra elaborado de acero inoxidable para mayor duración de uso.

Figura 39

Esquema de circuito de sensor capacitivo

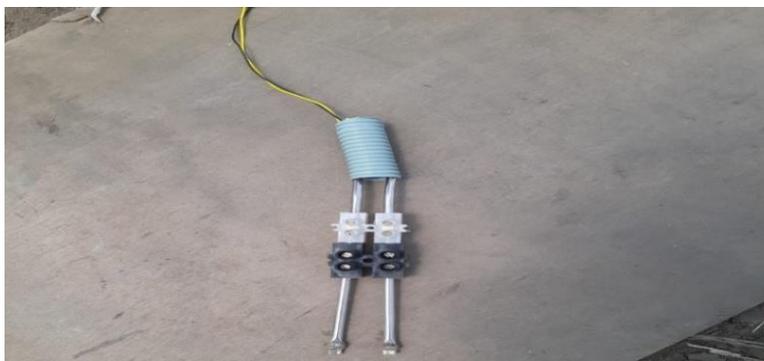


Nota: esquema electrónico de sensor de humedad

En esta parte se observa el sensor de humedad anticorrosivo tiene soldado dos cables de calibre 22 y su extremo negativo a una resistencia de 10 K.

Figura40.

Sensor de humedad capacitivo



Nota: Sensor de humedad de tierra con sus respectivos puntos de conexión.

En esta parte se indica en donde se encuentra el sensor de humedad capacitivo que se ubica justo en la mitad del invernadero recubierto con una manguera corrugada para su vitalización al momento de sembrar.

Figura 41.

Invernadero en comunidad de Mollepamba



Nota: Invernadero de madera con el sensor de humedad colocado en la comunidad de Mollepamba.

En esta parte se indica la bomba de agua que está instalado encima de la cisterna de agua. Dentro de esta se encuentra un filtro de agua para que no pase residuos que pueden dañar a la bomba de agua.

Figura 42.

Bomba de agua conectada a cisterna de agua



Nota: Bomba de agua de ½ Hp con su respectiva entra y salida de agua.

En esta figura se observa que en la cisterna de agua fue instalada una boya de $\frac{3}{4}$ automática, esta se encarga de llevar la cisterna de agua y una vez que la boya se alce procede a cerrar el paso de agua hacia la cisterna.

Figura 43.
Sistema de llenado a cisterna de agua



Nota: Sistema que permite y detiene el flujo del agua para el llenado del tanque.

Aspersor conectado a manguera $\frac{3}{4}$

En la figura 44 se muestra el aspersor de agua que es de 360° y su distancia máxima alcanza hasta 16 metros. Instalada a su manguera de agua conectada dentro del invernadero.

Figura 44.
Aspersor conectado a manguera $\frac{3}{4}$



Nota: Aspersor para el sistema de riego conectado entre sí por manguera plástica.

En esta figura se indica el invernadero antes de ser instalado el sensor de humedad y los aspersores de agua.

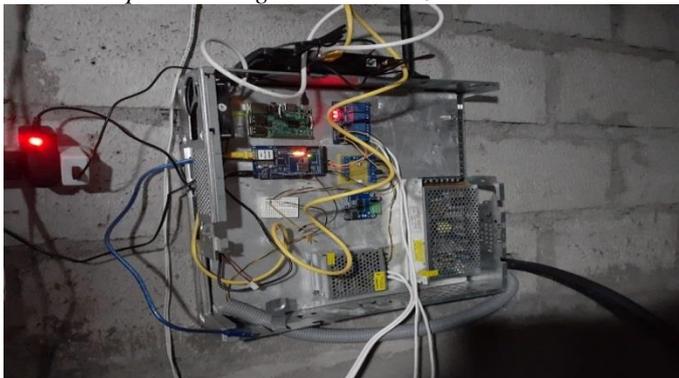
Figura 45.
Invernadero en Mollepamba



Nota: Invernadero de madera colocado en la comunidad de Mollepamba.

En la figura 46 se indica cómo está instalado el sistema que se encarga de controlar todo el invernadero a nivel de un sistema de riego y un sistema de ventilación.

Figura 46.
Hardware que se encarga de Automatizar el invernadero



Nota: Dispositivos eléctricos conectados entre sí encargados del control del invernadero.

Presupuesto del proyecto

Tabla 9.

Tabla de costos de proyecto

Nombre de Objeto	Cantidad	Valor
Bomba de Agua	1	65,00\$
Tubos PVC	4	60,00\$
Filtro de agua	1	15,00\$
Boya de agua	1	8,00\$
Aspersores	4	24,00\$
Caja de breakers	1	20,00\$
Interruptor diferencial	1	16,00
Cable de cobre	30 m	30,00
Arduino Mega	1	15,00
Raspberry Pi	1	50,00
Modulo relé	2	10,00
Ventilador	1	5,00
Router	1	20,00
	TOTAL	338.00

Resultados esperados

En la figura 47 se muestra como está instalado los aspersores de agua y se indica que ya está en funcionamiento directamente con el control en Thingsboard.

Figura 47.

Instalación de Aspersores de agua



Nota: Conexión y funcionamiento de los aspersores para el sistema de riego.

En la figura 48 se muestra el envío de datos a la plataforma Thingsboard desde el sensor de humedad que se encuentra dentro del invernadero.

Figura 48.

Sensor de humedad en Thingsboard



Nota: Valor en tiempo real de la humedad interna del invernadero.

En esta parte se muestra el sistema ya implementado y como producto final dentro de una carcasa que fue adaptada para el sistema, en su interior ya se encuentra la micro computadora Raspberry Pi y sus otros componentes para la automatización del invernadero.

Figura 49.

Sistema IoT



Nota: modelo IoT completado y conectado adecuadamente.

Síntesis del capítulo III

En este capítulo se puede observar varias partes como son:

La viabilidad que puede llegar a tener nuestro proyecto dentro de la comunidad de Mollepamba, en algunos casos implementados en otros campos educativos.

Tomando en cuenta el uso que se le quiera dar al sistema IoT utilizado.

Se muestra la clase de tubos que se tomaron para el invernadero los cuales son de PVC que tienen una duración de 15 a 100 años en condiciones normales, al igual que los codos y roscas que tienen una medida específica porque de ese modo ayudan a generar mayor presión al agua que es enviada hacia los aspersores. Que se describe en la figura 59 que pueden realizar giros de 360 grados.

Por último se indica cómo se consiguió instalar el sistema, conjunto con el software de Thingsboard y establecer sus configuraciones a nivel de código y a nivel físico.

CONCLUSIONES

Una vez realizado el estudio e implementación de un invernadero automatizado se tiene el conocimiento para concluir este proyecto.

- Mediante la implementación de un sistema de riego por aspersión se pudo reducir el tiempo empleado en regar los cultivos a 30 minutos lo que antes se tardaba de 1 hora, regando con manguera de una sola salida gastando mayor cantidad de agua y ejerciendo mayor esfuerzo físico.
- Durante la recopilación de datos del invernadero se verificó que el invernadero podía llegar a una humedad mayor al 50% interno durante el mediodía provocando sequedad en la tierra, pero con la instalación del sensor de humedad. Se disminuyó la temperatura interna de la tierra.

- Las pruebas realizadas en laboratorio permitieron conocer los dispositivos que podían servir y colaborar en la implementación del sistema. Que puedan realizar un riego óptimo siempre y cuando la tierra se encuentre con una humedad baja.
- Dentro del desarrollo del proyecto se pudo validar la conexión con la plataforma Thingsboard. Para visualizar datos internos del invernadero como la activación de la bomba y la ventilación junto con sensores de humedad y temperatura.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar una tarjeta de control Arduino Mega debido a que en pruebas realizadas dentro del entorno de laboratorio, se observó que la tarjeta de control Arduino Uno, no soportó la capacidad de memoria al momento de compilar el programa. Es decir no envía datos y con ello no se llega a los estándares que se plantea dentro del proyecto.
- Se recomienda utilizar alambres calibre 10 que soportan un total de 30A para la instalación de la bomba de agua, porque si se usa alambre calibre 12 o superior puede llegar a quemar la bomba como al propio cable porque entre más alto es el valor del calibre menos amperaje soporta debido al grosor del cable.
- Se recomienda utilizar Raspberry Pi 2 por la memoria de 1G. RAM, para la plataforma de Thingsboard. Se necesita toda esa capacidad para poder ser instalada y configurada, ya que con las versiones de tarjetas anteriores de Raspberry Pi 2 no cuenta con una condición principal de la plataforma.

- Se recomienda utilizar un filtro para la bomba de agua. Debido a que es buena opción si se tiene en cuenta los residuos que podrán dañar a la bomba, antes de su funcionamiento se tiene que realizar un correcto sangrado para que absorba el agua.
- Se recomienda utilizar tubos de $\frac{3}{4}$ para la absorción de agua y realizar una adaptación a $\frac{1}{2}$ para generar mayor presión de agua a través de los tubos PVC para que los aspersores rocíen el agua al 100%, en caso de estar colocados de manera aérea pueden fallar si la bomba no tiene suficiente fuerza de potencia o los aspersores no son aéreos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS BIBLOGRAFIAS

Ley Organica. (2017). *LEY ORGANICA DE AGROBIODIVERSIDAD, SEMILLAS Y*. Quito: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Ley-Organica-Agrobiobiodiversidad-Semillas-y-Fomento-de-Agricultura.pdf>.

Andrade, J. F. (2015). *Evaluación agronómica del cultivo de tomate (Solanum)*. QUITO: UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ.

Arduino. (2017). *Arduino Mega*. anonimo : Arduino.cc.

Arduino. (2019). *Modulo rele*. Anonimo: Arduino.

Autor. (2023). *Invenadero Automatizado*. Quito: Anonimo.

Ciberseguridad, I. I. (2020). *routers*. madrid: secretaria del estado de digitalizacion.

Demin, P. E. (2020). *Métodos de riego: fundamentos, usos y adaptaciones*. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_aportes_para_el_mejoramiento_d_el_manejo_de_los_sistemas_de_riego.pdf: INTA INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA.

DIEGO JIMÉNEZ, AL. (2020). *DISEÑO DE UN SISTEMA INTELIGENTE*. Cuernavaca: <http://www.riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/1136/SANGY02T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Direct. (2021). *¿Cómo funciona un sensor de humedad?* Anonimo: Securitas.

- Dreamstime. (2020). *tipos de Disyuntores*. Anonimo: Dreamstime.
- Electronics, U. (2020). *Fuente de Alimentacion 5V* . Anonimo: Unit Electronics.
- Electrovil. (19 de febrero de 2019). *electrovil*. Obtenido de <https://www.facebook.com/396538934441543/posts/los-tipos-de-cajas-de-breakers-para-casas-residenciales-y-con-su-respectivo-diag/404664286962341/>
- Franco Gabriel, C.-J. (30 de Junio de 2020). Raspberry Pi, conectividad y programación mediante puertos GPIO. *Revista de Ingeniería Innovativa*, págs. 1-13.
- Franklin Pardo, Juan Casa. (2022). *automatizacion de invernadero*. Latacunga: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6822/1/T-001522.pdf>.
- Google Maps. (2023). *Comunidad Mollepamba*. Latacunga: Google maps.
- Gysling, J. (2021). *Madera y contruccion* . Santiago Chile: Direccion de comunicacion social.
- Hernández, J. C., & Pérez Parra, J. (2006). *EVOLUCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE INVERNADERO* . Las Palmerillas.
- Hugo Escobar, Rebecca lee. (2019). *Manual de produccion de tomates en invernadero*. colombia : colciencias.
- industria, A. (2021). *Historia de la automatización*. Argentina: Automatizacion industria 360.
- INEC. (2022). *Resultados Censo de Población*.
- Kevin Cueca, Michael Llumiquinga. (2020). *cultivo hidropónico de frutillas*. Latacunga: Universidad Tecnica de Cotopaxi.
- león, F. S. (2020). *Documento Propuesta de Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial del GAD parroquial*. Latacunga: GAD parroquial ONCE DE NOVIEMBRE.
- Lliso Cosin. (2021). *que es MQTT Y HTTP*. Costa Rica: Politecnica de Valencia.
- Maps, G. (s.f.). *Ubicación Saquisilí -Latacunga*.
- Mario Lenska, N. I. (2019). *Invernaderos*. Argentina : INTA Ediciones .
- Paradayos. (2019). *Funciones y partes principales del panel de distribución eléctrico*. anonimo: paradayos.
- Rivero, A. C. (19 de 11 de 2022). Diseño de aplicación IoT para el monitoreo de casas de cultivo. *Automatizacion de Procesos* , págs. 1-12.
- Tecnovapor. (2021). *Bombas de agua*. Quito: Tecnovapor.

ThingsBoard. (29 de septiembre de 2020). *ThingsBoard*. Obtenido de ThingsBoard: <https://thingsboard.io/https://thingsboard.io/>

Weather Atlas . (2021). *temperatura en latacunga*. Latacunga: Weather Atlas.

ANEXOS

Figura 50.

Código fuente

```

1. #include <ArduinoJson.h>
2. #include <PubSubClient.h>
3. #include <SPI.h>
4. #include <Ethernet.h>

5. #include "DHT.h"

6. #define TOKEN "

7. #define GPIO0 40 // Pin Salida para Ventilación
8. #define GPIO1 41 // Pin Salida para Bomba
9. #define GPIO2 42 // Pin Salida para Luz

10. #define GPIO0_PIN 1
11. #define GPIO1_PIN 2
12. #define GPIO2_PIN 3
13. //byte cont = 0;

14. unsigned long currentTime = 0;
15. unsigned long previousTime = 0;

16. char thingsboardServer[] = "192.168.1.137";

17. byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
18. IPAddress ip(192, 168, 1, 10);

19. EthernetClient wifiClient;
20. PubSubClient client(wifiClient);

21. // We assume that all GPIOs are LOW
22. boolean gpioState[] = { false, false };

23. ////////////////////////////////////////////////// código grupo 2 //////////////////////////////////////

24. int fc1=49;
25. int fc2=47;

26. #define RPWM 44
27. #define LPWM 45
28. #define REN 7

```

```
29. #define LEN 6

30. #define DHTPIN1 2
31. #define DHTPIN2 3
32. #define DHTTYPE DHT22 // DHT 22 (AM2302)
33. DHT dht1(DHTPIN1, DHTTYPE);
34. DHT dht2(DHTPIN2, DHTTYPE);

35. float h1;
36. float t1;
37. float h2;
38. float t2;

39. int x=255;

40. void setup() {
41. Serial.begin(9600);
42. // Set output mode for all GPIO pins
43. pinMode(GPIO0, OUTPUT);
44. pinMode(GPIO1, OUTPUT);
45. pinMode(GPIO2, OUTPUT);
46. delay(10);
47. InitWiFi();
48. client.setServer( thingsboardServer, 1883 );
49. client.setCallback(on_message);

50. ////////////////////////////////// código grupo 2 //////////////////////////////////

51. pinMode(fc1,INPUT_PULLUP);
52. pinMode(fc2,INPUT_PULLUP);

53. pinMode(RPWM,OUTPUT);
54. pinMode(LPWM,OUTPUT);
55. pinMode(LEN,OUTPUT);
56. pinMode(REN,OUTPUT);
57. digitalWrite(REN,HIGH);
58. digitalWrite(LEN,HIGH);
59. dht1.begin();
60. dht2.begin();
61. apagar();

62. }

63. void loop() {
64. if ( !client.connected() ) {
65. reconnect();
66. }
67. currentTime = millis();
```

```

68. if ((currentTime - previousTime) > 5000) {
69. previousTime = currentTime;

70. int Humedad;
71. Humedad = analogRead(A0);

72. String json = "{\"humedad\":\" + String(Humedad) + \", \"active\": false}";
73. char buf[json.length() + 1];
74. json.toCharArray(buf, json.length() + 1);
75. client.publish("v1/devices/me/telemetry", buf);
76. Serial.print("Data Sent : ");
77. Serial.println(buf);

78. if(Humedad>=100)
79. {
80. digitalWrite(41,LOW);
81. }
82. else
83. {
84. digitalWrite(41,HIGH);
85. }

86. /* Modificar el dato de temperatura por cont+1
87. dato_temperatura = AnalogRead(0);
88. ejemplo: String json = "{\"humedad\":\"+String(dato_temperatura)+",
    \"active\": false}"; */

89. json = "{\"temperatura\":\" + String(t1) + \", \"active\": false}";
90. buf[json.length() + 1];
91. json.toCharArray(buf, json.length() + 1);
92. client.publish("v1/devices/me/telemetry", buf);
93. Serial.print("Data Sent : ");
94. Serial.println(buf);

95. /* Modificar el dato de temperatura por cont+1
96. dato_temperatura = AnalogRead(0);
97. ejemplo: String json = "{\"humedad\":\"+String(dato_temperatura)+",
    \"active\": false}"; */

98. json = "{\"temperatura2\":\" + String(t2) + \", \"active\": false}";
99. buf[json.length() + 1];
100.    json.toCharArray(buf, json.length() + 1);
101.    client.publish("v1/devices/me/telemetry", buf);
102.    Serial.print("Data Sent : ");
103.    Serial.println(buf);

```

```

104.      //////////////////////////////////////
105.      leert();
106.      proceso();

107.      }

108.      client.loop();
109.      }

110.      // Decode JSON request
111.      StaticJsonDocument<200> jsonBuffer;
112.      //JsonObject& data = jsonBuffer.parseObject((char*)json);
113.      auto error = deserializeJson(jsonBuffer, (char*)json);

114.      if (error)
115.      {
116.      Serial.print(F("deserializeJson() failed with code "));
117.      Serial.println(error.c_str());
118.      return;
119.      }

120.      // Check request method
121.      String methodName = String((const char*)jsonBuffer["method"]);

122.      if (methodName.equals("getGpioStatus")) {
123.      // Reply with GPIO status
124.      String responseTopic = String(topic);
125.      responseTopic.replace("request", "response");
126.      client.publish(responseTopic.c_str(), get_gpio_status().c_str());
127.      } else if (methodName.equals("setGpioStatus")) {
128.      // Update GPIO status and reply
129.      set_gpio_status(jsonBuffer["params"]["pin"],
130.      jsonBuffer["params"]["enabled"]);
131.      String responseTopic = String(topic);
131.      responseTopic.replace("request", "response");
132.      client.publish(responseTopic.c_str(), get_gpio_status().c_str());
133.      client.publish("v1/devices/me/attributes",
134.      get_gpio_status().c_str());
134.      }
135.      }

136.      String get_gpio_status() {
137.      // Prepare gpios JSON payload string
138.      StaticJsonDocument<200> jsonDoc;

139.      jsonDoc[String(GPIO0_PIN)] = gpioState[0] ? true : false;

```

```

140.     jsonDoc[String(GPIO1_PIN)] = gpioState[1] ? true : false;
141.     jsonDoc[String(GPIO2_PIN)] = gpioState[2] ? true : false;
142.     char payload[256];
143.     serializeJson(jsonDoc, payload);
144.     String strPayload = String(payload);
145.     Serial.print("Get gpio status: ");
146.     Serial.println(strPayload);
147.     return strPayload;
148.     }

149.     void set_gpio_status(int pin, boolean enabled) {
150.     if (pin == GPIO0_PIN) {
151.     // Output GPIOs state
152.     digitalWrite(GPIO0, enabled ? HIGH : LOW);
153.     // Update GPIOs state
154.     gpioState[0] = enabled;
155.     } else if (pin == GPIO1_PIN) {
156.     // Output GPIOs state
157.     digitalWrite(GPIO1, enabled ? HIGH : LOW);
158.     // Update GPIOs state
159.     gpioState[1] = enabled;
160.     } else if (pin == GPIO2_PIN) {
161.     // Output GPIOs state
162.     digitalWrite(GPIO2, enabled ? HIGH : LOW);
163.     // Update GPIOs state
164.     gpioState[2] = enabled;
165.     }
166.     }

167.     void InitWiFi() {
168.     Ethernet.begin(mac, ip);
169.     Serial.print("IP ");
170.     Serial.println(Ethernet.localIP());
171.     }

172.     void reconnect() {
173.     // Loop until we're reconnected

174.     if (!client.connected()){
175.     // for (byte conect = 0; conect < 10; conect++) {
176.     //while (!client.connected()) {

177.     Serial.print("Connecting to ThingsBoard node ...");
178.     // Attempt to connect (clientId, username, password)
179.     if ( client.connect("ESP8266 Device", TOKEN, NULL) ) {
180.     Serial.println( "[DONE]" );
181.     // Subscribing to receive RPC requests
182.     client.subscribe("v1/devices/me/rpc/request/+");

```

```

183.    // Sending current GPIO status
184.    Serial.println("Sending current GPIO status ...");
185.    client.publish("v1/devices/me/attributes",
    get_gpio_status().c_str());
186.    } else {
187.    Serial.print( "[FAILED] [ rc = " );
188.    Serial.print( client.state() );
189.    Serial.println( " : retrying in 5 seconds" );
190.    // Wait 5 seconds before retrying
191.    delay( 5000 );
192.    }
193.    // }////
194.    }

195.    }

196.    void proceso(){

197.    if(t1>=26){
198.    if(digitalRead(fc1)==HIGH){
199.    acc1();
200.    while(digitalRead(fc2)==LOW){
201.    //leert();
202.    }
203.    apagar();
204.    }
205.    }

206.    if(t1<=24){
207.    if(digitalRead(fc2)==HIGH){
208.    acc2();
209.    while(digitalRead(fc1)==LOW){
210.    //leert();
211.    }
212.    apagar();
213.    }
214.    }

215.    }

216.    void acc1(){
217.    analogWrite(RPWM,x);
218.    analogWrite(LPWM,0);
219.    Serial.println("Motor Derecha..");
220.    }

221.    void acc2(){

```

```
222.     analogWrite(RPWM,0);
223.     analogWrite(LPWM,x);
224.     Serial.println("Motor Izquierda..");
225.     }

226.     void apagar(){
227.     analogWrite(RPWM,0);
228.     analogWrite(LPWM,0);
229.     Serial.println("Motor Apagado..");
230.     }

231.     void leert(){
232.     h1 = dht1.readHumidity();
233.     t1 = dht1.readTemperature();
234.     h2 = dht2.readHumidity();
235.     t2 = dht2.readTemperature();

236.     Serial.print("Temp1: ");
237.     Serial.println(t1);
238.     Serial.print("Hum1: ");
239.     Serial.println(h1);

240.     Serial.print("Temp2: ");
241.     Serial.println(t2);
242.     Serial.print("Hum2: ");
243.     Serial.println(h2);

244.     Serial.println("");

245.     //delay(1000);
```

Enlace de video en YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=YpaKKN6rZzs>

The image shows a YouTube video player interface. The video content is a presentation slide with the following text:

Instituto Tecnológico Universitario
CARRERA TECNOLOGÍA SUPERIOR EN REDES Y TELECOMUNICACIONES
Tema:
"IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE RIEGO CON LA MICRO COMPUTADORA RASPBERRY PI PARA UN INVERNADERO EN LA COMUNIDAD DE MOLLEPAMBA"
Integrantes: Erick Mullo
Daemoun Gallardo
DIRECTOR: Ing. Gustavo Ramirez Msc.

The slide features a background image of a hand holding a glowing orange sphere with a circuit-like pattern. The YouTube interface includes a search bar at the top, a video progress bar at 0:01 / 1:56, and a channel name 'proyecto' by Erick Mullo. Navigation buttons for 'Estadísticas' and 'Editar video' are visible below the video player.