



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

TEMA:

**“SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE PLAGAS, CALEFACCIÓN Y
REGADÍO EN LAS PLANTACIONES DE MORA UBICADAS EN LA PROVINCIA DE
TUNGURAHUA, PARROQUIA HUACHI GRANDE, SECTOR “EL ARBOLITO”**

Proyecto de trabajo de Graduación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Electrónica de Potencia.

AUTOR: Evelyn Maricela Castro Mejía

TUTOR: Ing. Mg Julio Cuji.

AMBATO – ECUADOR

Febrero 2016

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE PLAGAS, CALEFACCIÓN Y REGADÍO EN LAS PLANTACIONES DE MORA UBICADAS EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA, PARROQUIA HUACHI GRANDE, SECTOR “EL ARBOLITO” ” de la Señorita Evelyn Maricela Castro Mejía, estudiante de la Carrera de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones , de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe de investigación reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 7.2 Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Febrero 2016

EL TUTOR

Ing. Julio Cuji, Mg

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado “SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE PLAGAS, CALEFACCIÓN Y REGADÍO EN LAS PLANTACIONES DE MORA UBICADAS EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA, PARROQUIA HUACHI GRANDE, SECTOR “EL ARBOLITO” ” es absolutamente original, auténtico y personal en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicas que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Febrero 2016

.....
Castro Mejía Evelyn Maricela

CC: 1803914926

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato, Febrero 2016

.....
Castro Mejía Evelyn Maricela

CC: 1803914926

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Vicente Morales, Ing. Marco Jurado e Ing. Geovani Brito, revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE PLAGAS, CALEFACCIÓN Y REGADÍO EN LAS PLANTACIONES DE MORA UBICADAS EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA, PARROQUIA HUACHI GRANDE, SECTOR “EL ARBOLITO”, presentado por la señorita Evelyn Maricela Castro Mejía de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Vicente Morales, Mg

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Geovanni Brito, Mg

DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Marco Jurado, Mg

DOCENTE CALIFICADOR

Dedicatoria

A ti Adon Olam, que has permitido que preste oído a tu sabiduría, que incline mi corazón a tu entendimiento. Por haberme enseñado a contar de tal modo mis días, y sobre todo por haber traído a mi corazón sabiduría.

Baruj Atah Adonai Eloheinu Melej Ha Olam, Amein.

A mi padre Ramiro por estar a mi lado en todo momento y no dejarme caer ante cualquier adversidad. Siempre serás mi ejemplo a seguir.

A mi querida madre Gladys por ser el más claro ejemplo de lucha y fortaleza. Juntas vamos a salir adelante.

A mis hermanos Alex y Christian por apoyarme y ser incondicionales.

A mi amado novio Diego por ser mi apoyo y mi fortaleza en mi diario vivir.

A amigos y familiares que aportaron para que consiga esta meta soñada.

Evelyn Maricela Castro Mejía.

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Baruj Hashem por permitirme conocer la palabra y extender su jeseá sobre mi familia y mi persona. Todah Rabah

A mis padres Ramiro Castro y Gladys Mejía por siempre creer en mí y servir como motivación para cumplir mis objetivos y sueños marcados.

A mi hermano Alex que aunque la distancia nos separó siempre estuvo pendiente con sus palabras de aliento.

A mi hermano Christian por su apoyo total y consejos diarios.

A mí querido Diego por sus muestras de amor incondicional y entrega absoluta. Ets tu el meu Sol.

A mi amigo Cristian por brindarme su ayuda y su amistad sincera.

A mi tutor Ing. Julio Cuji por prestarme su ayuda y apoyo más que como un maestro como un amigo.

A todos y cada uno de mis maestros que forjaron mi carrera universitaria y aportaron con sus consejos y enseñanzas les agradezco y les guardo un gran respeto y cariño.

Evelyn Maricela Castro Mejía.

ÍNDICE

TEMA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
GLOSARIO DE TÉRMINOS	xvii
INTRODUCCIÓN	xix

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA	1
1.1 TEMA	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3 DELIMITACIÓN	3
1.4 JUSTIFICACIÓN	3
1.5 OBJETIVOS	4
1.5.1 Objetivo General	4
1.5.2 Objetivos Específicos	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO	5
2.1 MARCO TEÓRICO	5
2.1.1 Antecedentes Investigativos.....	5
2.1.2 Fundamentación Teórica.....	10
2.1.3 Mora de Castilla	10

2.1.4	Características de la Mora de Castilla.....	10
2.1.5	Requerimientos Edafoclimáticos de la planta.....	11
2.1.6	Riego en las plantaciones de Mora de Castilla.....	12
2.1.7	Tipos de Riego de la Mora de Castilla.....	12
2.1.8	Riego por Goteo.....	12
2.1.9	Componentes del Sistema.....	13
2.1.10	Riego por Aspersión.....	21
2.1.11	Riego por Surcos.....	22
2.1.12	Plagas.....	24
2.1.13	Plagas que afectan a los cultivos de mora de Castilla.....	24
2.1.14	Métodos tradicionales de disuasión y ahuyentamiento de aves.....	34
2.1.15	Materiales y equipos a ser utilizados.....	37
2.1.15.1	Sensor de Temperatura.....	37
2.1.15.2	Sensor Ultrasónico.....	43
2.1.15.3	Microcontroladores (uC).....	45
2.2	PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	56

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA.....	57
3.1 MODALIDAD DE A INVESTIGACIÓN.....	57
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	58
3.3 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	58
3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	58
3.5 DESARROLLO DEL PROYECTO.....	58

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	61
4.1 SITUACIÓN ACTUAL.....	61
4.2 REQUERIMIENTOS.....	62
4.3 Factibilidad.....	64

4.3.1	Técnica.....	64
4.3.2	Económica	64
4.3.3	Bibliográfica.....	64
4.4	DIAGRAMA DE BLOQUES.....	64
4.5	COMPARACIÓN ENTRE MICROCONTROLADORES	67
4.5.1	Comparación entre microcontroladores de gama alta.....	68
4.4.2	Comparación entre microcontroladores de gama baja	74
4.6	COMPARACIÓN ENTRE SENSORES DE TEMPERATURA	78
4.6.1	Sensor de Temperatura DS18B20.....	79
4.6.2	Sensor de Temperatura LM35.....	80
4.7	COMPARACIÓN ENTRE SENSORES ULTRASÓNICOS.....	82
4.7.1	Sensor Ultrasónico HC –Sr04.....	83
4.7.2	Sensor Ultrasónico LV – MaxSonar	84
4.8	COMPARACIÓN ENTRE BOMBAS DE AGUA	86
4.8.1	Bomba de agua EVANS Aqua 30W	86
4.8.2	Bomba de agua Holinpump.....	88
4.8.3	Bomba de agua Eheim	90
4.9	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA.....	91
4.10	DISEÑO DEL CIRCUITO	95
4.11	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....	123
4.12	PRESUPUESTO DEL PROTOTIPO	130
CAPITULO V		
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	132
5.1	CONCLUSIONES	132
5.2	RECOMENDACIONES.....	133
	BIBLIOGRAFÍA	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Instrucciones PICs	50
Tabla 2.2 Palabras reservadas lenguaje C.....	52
Tabla 2.3 Tipos de dato lenguaje C	53
Tabla 2.4 Tipos de modificadores lenguaje C	53
Tabla 2.5 Rango de valores lenguaje C	55
Tabla 4.1 Comparación entre microcontroladores.....	73
Tabla 4.2 Comparación entre microcontroladores.....	78
Tabla 4.3 Comparación entre sensores de temperatura	82
Tabla 4.4 Comparación entre sensores de ultrasonido	85
Tabla 4.5 Características bomba de agua Evans.....	88
Tabla 4.6 Características bomba de agua Holinpump	89
Tabla 4.7 Características bomba de agua Eheim	91
Tabla 4.8 Resistencias del NE 555	98
Tabla 4.9 Resistencias del NE 555	99
Tabla 4.10 Conexiones PIC 18F4550.....	114
Tabla 4.11 Conexiones PIC 18F4550	120
Tabla 4.12 Sueldo de un Ingeniero Electrónico y Comunicaciones	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Mapa de la provincia de Tungurahua	7
Figura 2.2 Mapa de la parroquia Huachi Grande.....	8
Figura 2.3 Mapa del sector “El Arbolito”	8
Figura 2.4 Plantaciones de mora en el sector “El Arbolito”	9
Figura 2.5 Plantaciones de mora en el sector “El Arbolito”	9
Figura 2.6 Tanque de reserva de las plantaciones de mora en el sector “El Arbolito”	10
Figura 2.7 Sistema de Riego por Goteo	13
Figura 2.8 Reservorio de agua	14
Figura 2.9 Reservorio Australiano	15
Figura 2.10 Conjunto de bombas centrífugas	16
Figura 2.11 Diferentes formas de inyección del fertilizante.....	17
Figura 2.12 Filtro desarenador	18
Figura 2.13 Filtro de malla	19
Figura 2.14 Filtro de arena.....	20
Figura 2.15 Riego por Aspersión.....	22
Figura 2.16 Riego por Surcos	23
Figura 2.17 Araña Roja.....	25
Figura 2.18 Mosca de Fruta	26
Figura 2.19 Pulgón.....	26
Figura 2.20 Gorrión	28
Figura 2.21 Mirlo	28
Figura 2.22 Tórtola	29
Figura 2.23 Ratón Silvestre	30
Figura 2.24 Rata Parda.....	32
Figura 2.25 Raposa	33
Figura 2.27 Cintas para ahuyentar plagas.....	35
Figura 2.28 Mallas anti – pájaros.....	36
Figura 2.29 Sensor DS18B20	38
Figura2.30 Explicación de juntas de Termopar.....	39
Figura 2.31 Símbolo RTD	39
Figura2.32 Sensor de temperatura por infrarrojo.....	40
Figura 2.33Sensor de temperatura bimétrico	41
Figura 2.34Termómetro	42
Figura2.35 Sensor de temperatura por cambio de estado	43
Figura2.36 Principio Ultrasónico.....	44
Figura 4.2 Diagrama de bloques del Sistema de Control de riego y calefacción	66
Figura 4.3 Distribución de pines PIC 18f4550	69

Figura 4.4 Distribución de pines PIC 16f877	71
Figura 4.5 Distribución de pines PIC 16f877A	72
Figura 4.8 Sensor Ds18B20	80
Figura 4.9 Sensor LM35	80
Figura 4.10 Sensor ultrasónico HC-SR04.....	83
Figura 4.12 Bomba de agua Evans	87
Figura 4.13 Bomba de agua Holinump	89
Figura 4.14 Bomba de agua Eheim.....	90
Figura 4.15 Flujograma del sistema de ahuyentamiento de plagas	93
Figura 4.16 Flujograma del sistema de calefacción y regadío.....	94
Figura 4.18 Frecuencia Audible de los animales	96
Figura 4.19 Configuración NE 555.....	97
Figura 4.20 Diagrama de bloques Etapa de Alimentación	100
Figura 4.21 Diagrama de bloques Etapa de Control	101
Figura 4.22 Angulo reflectivo sensor ultrasónico HC-SR04.....	101
Figura 4.23 Diagrama de temporización sensor ultrasónico HC-SR04.....	102
Figura 4.24 Etapa de control.....	106
Figura 4.25 Señal de frecuencia ahuyentadora de aves generada por el sistema.....	106
Figura 4.26 Señal de frecuencia ahuyentadora de roedores generada por el sistema	107
Figura 4.27 Diagrama de bloques Etapa Generadora de Frecuencia	107
Figura 4.28 Buzzer.....	108
Figura 4.30 Etapa de alimentación circuito calefacción y regadío	110
Figura 4.31 Etapa de control circuito calefacción y regadío	110
Figura 4.32 Explicación Sensor de temperatura18B20	111
Figura 4.33 Módulo Ds1307	112
Figura 4.37 Activación del riego en el prototipo.	123
Figura 4.41 Activación de la calefacción en el prototipo	125
Figura 4.45 Pruebas del sensor ultrasónico para aves desde una distancia corta	127
Figura 4.46 Pruebas del sensor ultrasónico para aves desde una distancia media.....	127
Figura 4.47 Pruebas del sensor ultrasónico para aves desde una distancia larga	128
Figura 4.48 Pruebas del sensor ultrasónico para roedores desde una distancia corta.....	128
Figura 4.49 Pruebas del sensor ultrasónico para roedores desde una distancia media.....	129
Figura 4.50 Pruebas del sensor ultrasónico para roedores desde una distancia larga.....	129
Figura B.1 Circuito controlador de plagas.....	139
Figura B.2 Diseño de la placa del circuito controlador de plagas	139
Figura B.3 Circuito controlador de riego y calefacción.....	140
Figura B.4 Diseño de la placa del circuito controlador de riego y calefacción.	140
Figura B.6 Diseño de la placa del circuito de activación de la válvula.	141
Figura B.7 Diseño del circuito de activación de la bomba.	142

Figura B.8 Diseño de la placa del circuito de activación de la bomba.	142
Figura C.1 Flujograma control de fecha y hora.	145
Figura C.2 Flujograma control de fecha y hora por medio de pulsadores.	146
Figura C.3 Flujograma control del riego una vez al día.	147

RESUMEN

En la actualidad la provincia de Tungurahua es una de las provincias que más genera exportaciones de frutas y flores. Huachi Grande es una parroquia dedicada a la siembra y cosecha de fresa y mora de castilla, los sembríos no están adecuados con tecnología para su mejor rendimiento, cuentan con un riego por goteo que ayuda en su mayoría a no desperdiciar el agua existente en sus cisternas, el mayor problema para sus cultivos son las plagas que merodean las plantaciones y reducen la cosecha semanal y mensual de cada agricultor.

Este proyecto presenta un nuevo sistema de ahuyentamiento de plagas, el cual está dirigido a dos plagas específicas como son las aves y los roedores, el sistema se encarga de ahuyentarlos mediante un circuito generador de frecuencia, cabe recalcar que no se realiza ningún tipo de daño al animal, mediante este circuito se interfiere en el rango de frecuencia audible de cada plaga.

Este proyecto también ayuda a la automatización del riego por goteo, mediante la temperatura se puede controlar el riego del terreno así como la calefacción del mismo como efecto preventivo contra las heladas.

El sistema cuenta con su encendido manual y cada etapa funciona de manera automática, está diseñado específicamente para las plantaciones en donde sus mayores plagas sean las aves y los roedores.

Palabras Clave: Mora de Castilla, Riego por Goteo, Plagas, Ahuyentamiento, Frecuencia, Automatización.

ABSTRACT

Currently the province of Tungurahua is one of the provinces most generated by exports of fruits and flowers to the rest of the country and abroad. Huachi Grande is a parish dedicated to sowing and harvest of Strawberry and blackberry castile, the crops are not suitable with technology for its best performance, they have a drip irrigation that mainly helps not to waste water existing in its tanks, the biggest problem for their crops are pests that prowl the plantations and reduce the weekly and monthly every farmer's harvest.

This project presents a new pest deterrent system, which is aimed at two specific pests such as birds and rodents, the system takes care of scare them by frequency generator circuit, it should be noted that there is any damage to the animal, through this circuit it interferes in every plague audible frequency range.

This project helps the automation of drip irrigation, using the temperature can also be controlled irrigation of the land as well as the heating of it as preventive effect against frost.

The system has its manual on and each stage runs automatically, designed specifically for plantations where their major pests are birds and rodents.

Keywords: Blackberry of Castile, drip irrigation, pest, scaring, Frequency, Automation.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Angulo de reflexión:** Angulo formado entre la dirección de un haz luminoso reflejado y la perpendicular a la superficie reflectora. Es igual al ángulo de incidencia.
- **Automatización:** Sistema tecnológico basado en la ingeniería y la informática, que proporciona una optimización de los procesos productivos mediante la regulación automático.
- **Ahuyentar:** Acción de hacer huir a una persona o a un animal mediante el uso de algún artilugio o instrumento, especialmente dispuesto para tal fin.
- **Calefactor:** Aparato que irradia calor.
- **Flujograma:** También llamado diagrama de flujo o diagrama de actividades es la representación gráfica del algoritmo o proceso, en donde se muestra visualmente una línea de pasos, de acciones que implican un proceso determinado.
- **Frecuencia:** Es la medida del número de repeticiones de un fenómeno por unidad de tiempo, la unidad de frecuencia del Sistema Internacional es el hercio o hertz (Hz).
- **Frecuencia Audible:** Cualquier frecuencia de la oscilación de una onda sonora audible para el oído.
- **Lenguaje de Programación:** Un lenguaje de programación es aquel elemento dentro de la informática que permite crear programas mediante un conjunto de instrucciones, operadores y reglas de sintaxis; que pone a disposición del programador para que este pueda comunicarse con los dispositivos hardware y software existentes.

- **Microcontrolador:** Es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica.
- **Mora de Castilla:** La mora de castilla es una planta de porte arbustivo, semierecta y de naturaleza trepadora, perteneciente a la familia de las rosáceas, es una fruta que se cultiva en las regiones frías.
- **Oscilador:** Es un circuito que genera una señal periódica, es decir, que produce una señal periódica a la salida sin tener ninguna entrada periódica.
- **Riego por Goteo:** El riego por goteo es un sistema de irrigación que consiste en proporcionar agua a manera de gotas justo al pie de cada planta, en la zona de influencia de las raíces, por medio de un sistema de válvulas, tuberías y emisores.
- **Sensor:** Un sensor es un dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia, está diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, capaz de ser cuantificada y manipulada.
- **PIC:** *Peripheral Interface Controller* (controlador de interfaz periférico). Son una familia de microcontroladores tipo RISC fabricados por Microchip Technology Inc. y hacen referencia en su mayoría a los microcontroladores.
- **Plagas:** Irrupción súbita y multitudinaria de insectos, animales u otros organismos de una misma especie que provoca diversos tipos de perjuicios
- **Sistema:** Conjunto ordenado de normas y procedimientos que regulan el funcionamiento de un grupo o colectividad.
- **Ultrasonido:** Es una onda sonora cuya frecuencia supera el límite perceptible por el oído humano, (las frecuencias que superan las 20000 vibraciones por segundo son los ultrasonidos).

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto: Sistema de control electrónico de plagas, calefacción y regadío en las plantaciones de mora ubicadas en la provincia de Tungurahua, parroquia Huachi Grande, sector “El Arbolito”, está diseñado para los agricultores que en su mayoría son de la tercera edad y que cuentan con plantaciones extensas de sembríos de fresa y mora, está enfocado para el mejoramiento de la cosecha y para evitar pérdidas por el asecho de plagas que se alimentan del fruto de las plantas.

Está basado en la utilización de 2 sensores ultrasónicos para detectar la presencia de los animales, por medio del circuito generador de frecuencia se procede a ahuyentar a las plagas existentes, por otra parte para el circuito de control de riego y calefacción se hizo uso de un sensor de temperatura como patrón para en encendido del riego y de la calefacción a temperaturas óptimas y favorables para el terreno.

El proyecto consta de cinco capítulos que se describen a continuación:

En el primer capítulo se exponen los problemas existentes en los cultivos de moras, contiene objetivos a cumplir al finalizar el proyecto, además se establece la duración y lugar exacto a realizarse el proyecto.

El segundo capítulo está destinado a conceptos básicos necesarios para el desarrollo del proyecto, siendo los más importantes: desarrollo de la planta de mora, plagas que asechan la planta de mora, estudio de los animales que merodean las plantaciones, características de sensores y microcontroladores,

En el tercer capítulo se indica la modalidad de investigación, tipos de investigación realizadas para el desarrollo del proyecto, también se enumeran las actividades realizadas para el desarrollo del proyecto.

En el cuarto capítulo se desarrolla la propuesta de solución para el problema planteado, se resuelve los objetivos proyectados, requerimientos del sistema y se muestra las pruebas, diseño y funcionamiento del prototipo, se incluye el presupuesto destinado para el proyecto.

En el quinto capítulo se muestran las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA

Sistema de control electrónico de plagas, calefacción y regadío en las plantaciones de mora ubicadas en la provincia de Tungurahua, parroquia Huachi Grande, sector “El Arbolito”.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La popular mora silvestre, es en realidad la zarzamora, también denominada frambuesa negra. Se trata de un fruto que crece en arbustos de la familia de las Rosáceas, la cual incluye más de 2.000 especies de plantas herbáceas, arbustos y árboles distribuidos por las regiones templadas de todo el mundo.

Por ser la mora uno de los principales cultivos de la Sierra ecuatoriana se encuentra en los primeros lugares de exportación.

Se conocen numerosas especies de moras o zarzamoras en las zonas altas de América Tropical, principalmente en Ecuador, Colombia, Panamá, los países de Centroamérica y México, se considera que las zonas óptimas para el cultivo de mora en el Ecuador se encuentran en los valles del Callejón Interandino, principalmente, en la provincia de Tungurahua. Sin embargo, la producción de mora ha cobrado mayor importancia en provincias como Carchi, Imbabura y Pichincha.

Aníbal Martínez, responsable del programa de fruticultura en la zona Central, menciona que en la actualidad en el país hay 5.247 hectáreas de mora sembradas, repartidas en un 50% en la provincia del Tungurahua, 30% en Bolívar, 15% en Cotopaxi y 5% en otras provincias, de las cuales se pierde del 17 al 20% del producto por mal manejo y otro 20% se pierde por el infesto de plagas, siendo una cantidad alarmante para los productores de Mora del país.

Tungurahua, la provincia con mayor producción de mora en el país, con 2.200 hectáreas, ve afectado su rendimiento en la producción por la inmersión de plagas en los sembríos, los cantones en los que se denota más producción de moras son: Ambato, Cevallos, Mocha y Tisaleo. Investigaciones citadas por el INAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) revela que las principales plagas que acechan los cultivos son los pájaros, tales como: gorriones, mirlos y ricchis quienes son los responsables de disminuir la producción al menos en un 20%, los productores utilizan medidas de protección como: espantapájaros, cintas de peligro, aerosoles, etc, que no tienen resultados significativos.

Por otro lado el Sistema de Riego por goteo utilizado desde hace 7 años, es el principal método con el cual se incrementa la producción entre el 70% al 80% ya que logra cubrir más área de terreno, mejora el rendimiento de la planta, la producción aumenta y se reduce el tiempo de crecimiento del fruto. Otro aspecto relevante en el cuidado es la temperatura en la que se encuentre, lo recomendado según el Banco Interamericano de Desarrollo es el clima relativamente fresco y soleado con una temperatura promedio de 25°C y una temperatura baja promedio de 16°C, muchos de los productores no toman en cuenta este hecho que haría que las plantas tengan más tiempo de vida, que el fruto aumente de tamaño y que sean más dulces. En los cantones de mayor producción de la provincia de Tungurahua, por estar en la Sierra Ecuatoriana su temperatura oscila desde los 12° a 36° aproximadamente.

1.3 DELIMITACIÓN

Área Académica:	Física y Electrónica
Líneas de Investigación:	Sistemas Electrónicos.
Sublíneas de Investigación:	Electrónica de Potencia.
Delimitación espacial:	La investigación se desarrolló en la ciudad de Ambato, parroquia Huachi Grande, sector “El Arbolito”.
Delimitación temporal:	La investigación tuvo una duración de 12 meses desde la fecha 8 de diciembre del 2014 hasta el 8 de diciembre del 2015, a partir de la aprobación por parte del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Tungurahua es el principal productor de mora del País, llevándose el 50% de la producción total, por lo que es necesario que se brinde los cuidados pertinentes para que la producción aumente con el paso del tiempo. Las necesidades de los productores varían, siendo las principales: un control de plagas para los sembríos, un sistema para la fumigación constante de las plantaciones de mora.

Se plantea implementar un sistema múltiple que controle: el riego y la calefacción, a través del control electrónico por medio de la temperatura de la planta y el control de las plagas especialmente de los pájaros a través de un sistema a base de sensores, el cual estará diseñado para que detecte la cercanía del pájaro, emita una frecuencia y haga que éste se aleje sin daño, ni para el ave ni para los cultivos.

Para el riego y la calefacción se pretende realizar el estudio necesario del suelo, clima y demás factores que influyen en la producción de mora en el Sector “El Arbolito” de Huachi Grande.

Este sistema beneficia a los agricultores de la provincia de Tungurahua ya que mejora notablemente la producción, las plantas se encuentran en un mejor estado y se tiene un ahorro económico significativo, además este sistema se puede utilizar para el control de plagas en otras plantaciones tales como: fresas, ciruelas, cerezas, que tiene propiedades similares a las de la mora.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Implementar un prototipo de un sistema electrónico de control de plagas, calefacción y regadío en las plantaciones de mora ubicadas en la provincia de Tungurahua, parroquia Huachi Grande, sector “El Arbolito”.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Investigar el proceso de control de plagas, calefacción y regadío en las plantaciones de mora ubicadas en la provincia de Tungurahua, parroquia Huachi Grande, sector “El Arbolito”.
- Analizar técnicas electrónicas de control de plagas, calefacción y regadío en las plantaciones de mora ubicadas en la provincia de Tungurahua, parroquia Huachi Grande, sector “El Arbolito”.
- Diseñar un prototipo de control de plagas, calefacción y regadío electrónico para mejorar la producción en las plantaciones de mora ubicadas en la provincia de Tungurahua, parroquia Huachi Grande, sector “El Arbolito”.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Antecedentes Investigativos

Sobre el tema control de ahuyentamiento de plagas, control de regadío y calefacción se han realizado varios proyectos de titulación en diferentes universidades. A continuación se describen los mismos.

El Ing. Gabriel Andrade realizó el proyecto de titulación en la Universidad San Francisco de Quito con el tema: Implementación de un sistema automático para ahuyentar aves mediante ondas sonoras, el cual consiste en generar un tono puro (onda sinusoidal) mediante el software Matlab, el cual se iba modificando la frecuencia dentro del rango auditivo del animal, se realizó una maqueta a escala de un aeropuerto, en donde se encuentra un sensor de movimiento, el cual capta la señal el momento que el ave se acerque, se utiliza un relé para el enclavamiento de la señal enviada, y el sonido guardado en la librería de Matlab se genera en el transcurso de 5 y 8 segundos pudiendo así alejar al animal. [1]

Otro proyecto de tesis fue realizado en la ciudad de Lima en la Pontificia Universidad católica del Perú por el Ing. Juan Francisco Rodríguez, con el tema: Diseño y

Construcción de un Sistema Electrónico de ahuyentamiento de aves por medio de recursos sonoros, visuales para la protección de campos de cultivo.

El tema trata de un módulo de control regido por un microcontrolador ATMEGA8L el cual controla 5 dispositivos de ahuyentamiento, los cuales son:

- Un timbre estridente en tono alto.
- Un motor eléctrico mueve un martillo que golpea un pedazo de latón cíclicamente, provocando un ruido que ahuyenta a las aves.
- Silueta humana que puede agitar los brazos mediante un mecanismo acoplado a un motor eléctrico.
- Arreglo de LEDs de alto brillo y variados colores que sea divisado desde medianas distancias, incluso de día.
- Un reproductor MP3 conectado a un amplificador, generan sonidos inquietantes y amedrentadores para las aves.

Cada etapa de ahuyentamiento se ativará mediante un relé y sus activaciones subsiguientes son aleatorias. [2]

Un proyecto con relación al monitoreo de cultivos lo realizo el Ing. Mauro Rojas en la Ciudad de Ambato con el tema: “Sistema electrónico para el monitoreo y control de cultivos utilizando tecnología inalámbrica en la comunidad La Unión del cantón Quero mediante software libre”. Se trata de un monitoreo inalámbrico de un terreno con sembríos de arveja, habas, papas. Se utiliza una tarjeta Raspberry Pi la cual controlará los sensores a su mando: sensor de temperatura, sensor de humedad, así como los dispositivos de riego, de ventilación y de calefacción.

Este proyecto tiene una interfaz visual y se puede acceder desde dispositivos móviles lejanos. [3]

El Ing. Enrique Guzmán realizó un proyecto titulado: Diseño y Construcción de un sistema de protección ultrasónico de potencia para subestaciones eléctricas. En este proyecto se utiliza la comunicación RS 422 la cual permite monitorear las subestaciones eléctricas a una distancia de 400m, consta de una red de sensores que

se encargan de detectar movimiento en el sitio, se utiliza una tarjeta electrónica en donde el dispositivo principal es un microcontrolador 16F876, la tarjeta se encarga de realizar las operaciones y de generar los barridos de frecuencia cada cierto tiempo alejando así a los animales de las instalaciones eléctricas y evitando destrozos. [4]

Plantación de mora en la parroquia Huachi Grande, sector “El Arbolito”

La provincia de Tungurahua se divide en 9 cantones, siendo Ambato el más grande de ellos, Ambato se divide en 18 parroquias rurales y 10 parroquias urbanas.

El proyecto se centra en el cantón rural Huachi Grande específicamente en el sector “El Arbolito”, este sector es conocido por ser uno de los principales en la producción de mora y fresa de la región.

En la figura 2.1 se ilustra el mapa de la provincia de Tungurahua.

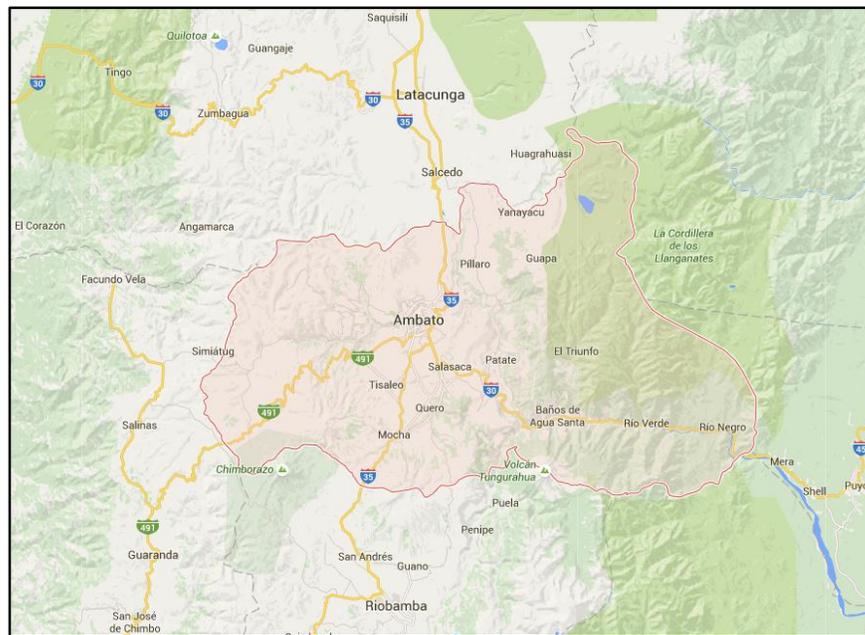


Figura 2.1 Mapa de la provincia de Tungurahua

Fuente: Google Maps

En la figura 2.2 se observa el mapa de la parroquia rural Huachi Grande, que cuenta con 11 mil habitantes aproximadamente y una superficie de 14 kilómetros cuadrados.

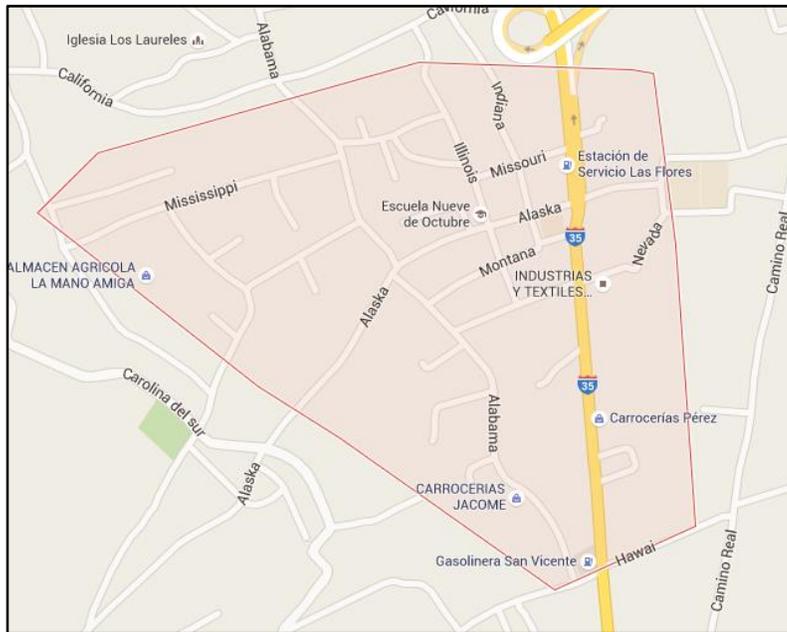


Figura 2.2 Mapa de la parroquia Huachi Grande

Fuente: Google Maps

La figura 2.3 visualiza en un mapa al sector “El Arbolito.” perteneciente a la parroquia rural Huachi Grande de la ciudad de Ambato.



Figura 2.3 Mapa del sector “El Arbolito”

Fuente: Google Maps

A continuación se muestran algunas imágenes de las plantaciones de mora ubicadas en la parroquia Huachi Grande, sector “El Arbolito”.

En las figuras 2.4 y 2.5 se muestran imágenes de las plantaciones de mora que tiene un área de terreno aproximada de 4.500 m².



Figura 2.4 Plantaciones de mora en el sector “El Arbolito”

Fuente: Realizado por la investigadora.



Figura 2.5 Plantaciones de mora en el sector “El Arbolito”

Fuente: Realizado por la investigadora.

En la figura 2.6 se muestra el tanque de reserva de las plantaciones de mora ubicados en la parroquia el “El Arbolito”.



Figura 2.6 Tanque de reserva de las plantaciones de mora en el sector “El Arbolito”

Fuente: Realizado por la investigadora.

2.1.2 Fundamentación Teórica

2.1.3 Mora de Castilla

La mora de Castilla es una planta perenne perteneciente a la familia Rosaceae, también se la conoce como mora andina y es originaria de las zonas altas tropicales de América principalmente en Colombia, Ecuador, Panamá, Guatemala, Honduras, México y Salvador.

Es una planta perenne de porte arbustivo, semierecto, de tallos rastreros o semierguidos que forman macollas.

2.1.4 Características de la Mora de Castilla

Las principales características de la mora de castillas son:

Raíz: Posee una raíz principal pivotante, se puede considerar como una raíz típica, las raíces secundarias no profundizan y se encuentran entre los 10 y 20 centímetros en suelos francos.

Tallo: El tallo es herbáceo recto y se ramifica en secundarios, terciarios, etc. Hojas: Elípticas, oblongas enteras, puntiagudas, de largo pecíolo, cara inferior más clara, alternas, con bordes enteros o discretamente dentado y ondulado.

Flores: Blancas, pequeñas, en inflorescencias laterales, de 6-11 milímetros de ancho, de corto pedúnculo, cáliz de cinco partes, lanceoladas, lineales, corola de cinco segmentos lobulados, estambres desiguales, estilo largo simple.

Semilla: Son diminutas, de color café claro, pubescentes, cuyo diámetro polar oscila de 1.2 a 1.3 milímetros; el diámetro ecuatorial de 1.0 a 1.1 milímetros. La semilla está clasificada dentro del grupo de las ortodoxas. Una planta bien desarrollada puede llegar a producir hasta 130,000 semillas.

Fruto: Baya globosa azul oscuro o negras cuando están maduras, de 5-7 milímetros de diámetro, de cinco a ocho frutos en gajos, su peso individual es de 0.2 gramos en promedio, cada fruto tiene numerosas semillas diminutas (alrededor de 65 semillas). Una planta bien desarrollada puede llegar a tener hasta 3,600 frutos. Dadas estas características, el fruto es altamente perecedero por lo que debe hacerse la cosecha una vez que el fruto ha llegado a su madurez comercial es decir color escarlata con suficiente dureza y contextura que eviten que el producto se deteriore. [5]

2.1.5 Requerimientos Edafoclimáticos de la planta

Los principales requerimientos edafoclimáticos son:

Temperatura: clima relativamente fresco y soleado con una temperatura promedio de 25°C y una temperatura baja promedio de 16°C.

Altitud: Para un óptimo desarrollo la mora se debe cultivar entre los 1.200 y 2.000 m.s.n.m., aunque puede tolerar un amplio rango de altitudes.

Precipitación pluvial: entre 1.500 y 2.500 mm, al año bien distribuidas.

Humedad relativa: del 80 al 90%.

Suelos: La mora se desarrolla mejor en suelos franco arcillosos, de modo que permita una adecuada reserva de agua y el exceso sea evacuado fácilmente, con alto contenido de materia orgánica ricos en fósforo y potasio. Deben presentar buen drenaje tanto interno como externo, ya que es una planta altamente susceptible al encharcamiento.

PH: 5,2 y 6,7 siendo 5,7 el óptimo. [5]

2.1.6 Riego en las plantaciones de Mora de Castilla

La mora requiere para su crecimiento óptimo y producción aproximadamente 3 cm. de agua por semana. Es rentable regar la mora en todo tipo de suelo y durante casi todo el año. El aumento en rendimiento resulta de un mayor tamaño de la fruta, así como un mayor número y mayor diámetro de las cañas.

El tiempo crítico para regar es durante la floración y el crecimiento de la fruta.

La frecuencia de riego está determinada por las condiciones del medio, específicamente del tipo de suelo y clima, así como la edad de la planta. Excesivo riego en la época de desarrollo de la fruta puede producir frutos muy suaves y acuosos, menos resistentes al manipuleo.

2.1.7 Tipos de Riego de la Mora de Castilla

Las plantas frutales mantienen un tipo de riego específico que es directo a la raíz, a continuación se especifica los tipos de riego más comunes para todo tipo de plantas:

- Riego por Goteo.
- Riego por aspersión.
- Riego manual con mangueras.

2.1.8 Riego por Goteo

El riego por goteo fundamentalmente es llevar el agua hasta las raíces de las plantas a través de sistemas de tubos y hacerla salir en forma de gotas por medio de dispositivos específicos llamados emisores. De esta manera es posible dar el agua a las plantas debidamente dosificadas en cantidad y en tiempo, lo cual son los métodos tradicionales de gravedad y aspersión no es posible.

Esta forma de proporcionar el agua a las plantas no tendría mayor importancia, si no fuera porque de esa manera se han obtenido incrementos altamente significativos en cantidad como en calidad de la producción agrícola y ahorros considerables en agua

de riego, lo cual se ha traducido en magníficos ingresos económicos para los agricultores que riegan sus cultivos con este método.

En la figura 2.7 se muestra un sistema de riego por goteo tradicional.



Figura 2.7 Sistema de Riego por Goteo

Fuente: <http://tecnicainternational.com/manejodeaguas/sistemas-de-riego>

2.1.9 Componentes del Sistema

El Sistema de Riego por Goteo básicamente se compone de:

- Fuente de Abastecimiento de agua.
- Cabezal principal.
- Red de conducción.

Fuente de Abastecimiento de Agua

El agua para el Riego por Goteo puede tener cualquier origen (río, acequia, tanque, pozo escavado o pozo profundo).

Lo importante es que el agua esté libre de sólidos en suspensión, que tenga una baja concentración de bacterias y que la concentración de sales estén dentro de los límites de tolerancia aceptables para el riego por goteo.

Existen varios tipos de reservorios siendo los más comunes aquellos que están cubiertos por una membrana impermeable como se observa en la figura 2.8. Se utiliza membrana de polietileno resistente a la acción de los rayos ultravioleta y de espesor que varía entre 500 micrones y 3 mm, las juntas deben quedar bien soldadas a fin de evitar fugas y pérdidas por infiltración. Deben ser protegidos con un cierre perimetral para evitar su deterioro, principalmente el ingreso de animales. [6]



Figura 2.8 Reservorio de agua

Fuente: www.inta.gob.ar

El reservorio más económico es una excavación sin impermeabilización para disminuir la filtración se les agrega bentonita en el fondo y las paredes y se compacta. Otro tipo de reservorio es el tanque australiano de forma circular con base y paredes ensambladas de hormigón como se muestra en la figura 2.9, por su elevado costo son los menos utilizados.



Figura 2.9 Reservorio Australiano

Fuente: www.inta.gob.ar

Unidad de Bombeo

La unidad de bombeo está constituida generalmente por una o más bombas centrífugas, accionada por un rotor eléctrico o de combustión interna como se muestra en la figura 2.10, el tamaño de la unidad estará determinado por una carga total necesaria para la conducción y distribución del agua y el gasto total requerido para regar el área beneficiada en el tiempo disponible. [6]



Figura 2.10 Conjunto de bombas centrífugas

Fuente: www.inta.gob.ar

Cabezal principal

Los elementos que forman parte del cabezal son: inyector de fertilizantes, sistema de filtrado, aparatos de control y medición, se detallan a continuación:

Inyector de fertilizantes

Aunque la aplicación de fertilizantes no es una función del sistema de riego por goteo, siempre es conveniente instalar en el cabezal el equipo necesario para esa función, porque así se aprovecha la ventaja de aplicar fertilizantes y otros productos químicos (insecticidas, nematocidas, etc) en forma muy económica y eficaz, Los fertilizantes deben solubles en agua, el inyector de fertilizantes o tanque fertilizador debe quedar siempre instalado antes de los filtros para evitar el flujo de partículas sólidas hacia la red de distribución.

Los diferentes dispositivos que pueden encontrarse en el comercio especializado para la aplicación de fertilizantes y otros productos químicos, están constituidos por un tanque fertilizador provisto de algún mecanismo que permita el flujo de la solución hacia el tubo de conducción, como se ilustra en la figura 2.11.

El tanque puede conectarse al cabezal por medio de dos mangueras flexibles o puede dotarse de una bomba especial para inyectar la solución. Se han diseñado también mecanismos de inyección que aprovechan el fenómeno de succión que se crea con los medidores Venturi.[6]

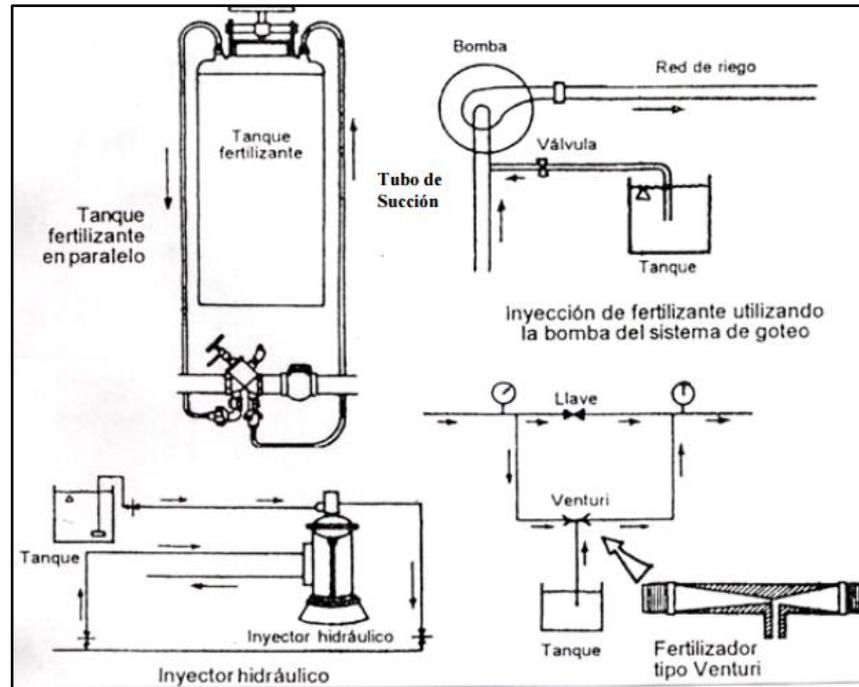


Figura 2.11 Diferentes formas de inyección del fertilizante

Fuente: www.inta.gob.ar

Sistema de Filtrado

Casi todos los sistemas de riego por goteo deben estar provistos con alguna clase de filtro, dependiendo de la clase de sólido o impureza del agua, Los filtros utilizados en el riego por goteo pueden ser de tres clases: filtro desarenador, filtro de malla y filtro de arena.

Filtro desarenador

Se utiliza cuando el agua contiene una gran proporción de arena con más de 70 micrones de diámetro, o sea partículas más pesadas que el agua que no pasan las 200 mallas, Este filtro funciona por el sistema vórtice. El agua entra en forma tangencial

por la parte lateral de un recipiente en forma de embudo, debido a la fuerza centrífuga que se ejerce sobre las partículas más densas que el agua, dichas partículas resbalan por las paredes del recipiente hacia el depósito que va colocado en la parte inferior del recipiente. La figura 2.12 ilustra la construcción y funcionamiento de este tipo de filtro. [6]

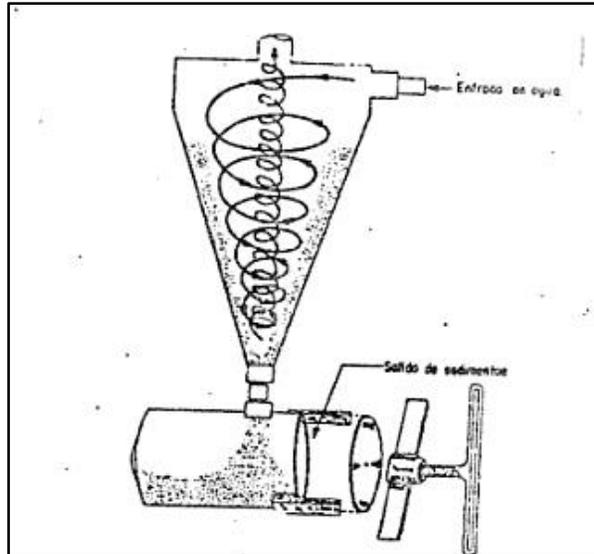


Figura 2.12 Filtro desarenador

Fuente: (Blair, 1979)

Filtro de Malla

Este es el tipo de filtro que más frecuentemente se usa en los Sistemas de riego por goteo. La filtración se produce al hacer pasar el agua por una o dos mallas de densidad adecuada para separar las partículas de tamaño indeseable. La figura 2.13 ilustra la construcción de un filtro de este tipo.

En el comercio especializado puede encontrarse filtros de malla con dispositivos adecuados para el retrolavado.

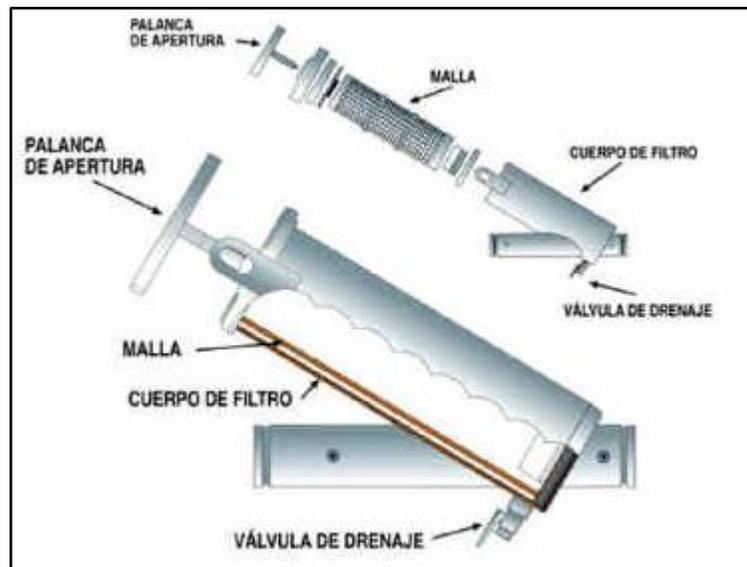


Figura 2.13 Filtro de malla

Fuente: <http://info.elriego.com/>

Filtro de arena

Estos filtros deben usarse cuando el agua contiene algas u otras materias orgánicas en suspensión que por su baja densidad no pueden ser separadas por los desarenadores centrífugos y que por su consistencia obstruiría los filtros de malla.

El filtro se produce al hacer pasar el agua a través de varias capas superpuestas de arena de diferente graduación, siendo más fina la capa superior, la figura 2.14 se muestra la construcción de esta clase de filtro. [6]

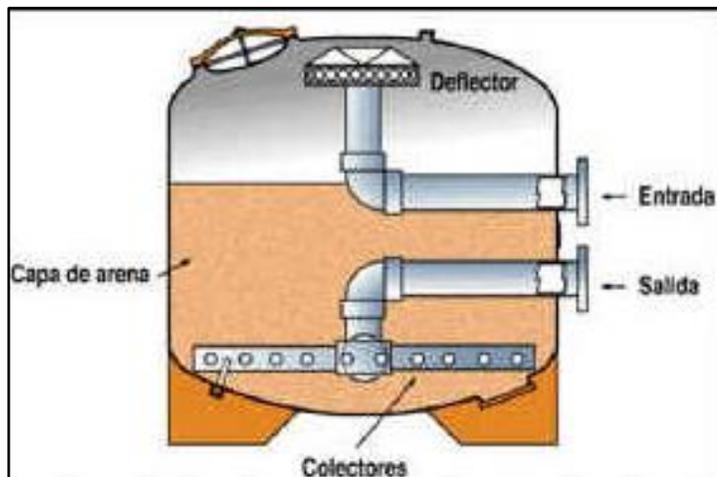


Figura 2.14 Filtro de arena

Fuente: <https://felixmaocho.wordpress.com/2013/07/27/16818/>

Aparatos de Control y Medición

A continuación se detallan los aparatos de control y medición para las fuentes de abastecimiento:

Manómetro

Los manómetros son aparatos que miden la presión del agua, son muy útiles para detectar fallas en el funcionamiento del sistema.

Los aumentos de presión de algún punto del cabezal o de la red de distribución, indican alguna obstrucción aguas abajo del punto en cuestión. Esa obstrucción puede ocurrir con más frecuencia en los filtros, en los tanques de fertilización o en los emisores, por ello los manómetros se instalan de preferencia al comienzo del cabezal y al comienzo de los laterales.

Contadores o Caudalímetros

Los caudalímetros cumplen la función de medir el caudal instantáneo y totalizado y se instala en el cabezal a la salida de los filtros. El más conocido es el contador de Woltman.

Red de Conducción

La red de conducción está básicamente constituida por una tubería principal provista a veces con tuberías auxiliares, y tuberías laterales de distribución dotadas con sus

respectivos emisores o goteros, Los materiales de los tubos más corrientemente utilizados para el riego por goteo son el PVC y el polietileno. Los tubos son respectivamente rígidos debido a que el PVC es susceptible de deformaciones y deterioro por efecto de los agentes meteorológicos, las tuberías de este material se usan principalmente como principales enterrados. Los tubos de polietileno de densidad media, pigmentado con negro de humo, son los más corrientemente utilizados como laterales de distribución, son menos sensibles al deterioro o la deformación por los agentes externos, por ello se colocan sobre la superficie del terreno, o cual facilita su inspección.

Los emisores o goteros pueden ser simples orificios perforados a espacios regulares en los tubos de distribución o elementos especiales que se insertan a lo largo de los tubos laterales. [6]

2.1.10 Riego por Aspersión

El riego por aspersión se puede considerar como una lluvia artificial, a través de la cual se riega un cultivo para su crecimiento y producción como se muestra en la figura 2.15, con la ventaja de que esta lluvia es controlada para su manejo tanto en tiempo como intensidad. En este sistema el agua es llevada a presión hasta los distribuidores o aspersores diseñados para trabajar a presiones y separación diferente.

Los materiales usados hoy en día para la fabricación de equipos y accesorios hacen que en el mercado se ofrezcan sistemas completos apropiados para la mayor parte de los cultivos y en variabilidad de condiciones.

El riego por aspersión puede usarse en cualquier condición topográfica en suelos arenosos, salinos, etc y con el mismo se consigue una economía de agua con respecto al riego por goteo por surcos de hasta el 25%.

En regiones donde existen heladas es un método que produce un microclima que mantiene la temperatura sobre 4°C evitando daños a la planta por congelación, mientras que en épocas calientes trabaja regulando el clima.

No requiriere mucha mano de obra y tiene la ventaja de que puede ajustar la cantidad de agua de acuerdo a la edad del cultivo.

El riego por aspersión tiene sus inconvenientes, tal es el caso de pérdidas hasta de 50% cuando hay vientos fuertes y humedad relativa baja. En algunos cultivos el agua que queda en la hoja forma un medio propicio para el desarrollo de enfermedades, o sus gotas componentes cuando hace mucho sol, actúa como una lupa y queman las hojas. Por otra parte la aplicación de agua bajo este sistema produce el lavado de productos fitosanitarios aplicados y en cultivos altos la movilización es más difícil. El equipo es caro y sólo se recomienda en cultivos que aseguren buena rentabilidad. Se puede combinar el riego con la aplicación de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, etc, siempre que se tenga los cuidados del caso. [7]



Figura 2.15 Riego por Aspersión

Fuente: <http://mippu.webnode.mx/seccion-riego/>

2.1.11 Riego por Surcos

Este sistema de riego se adapta a cultivos sembrados en hileras como hortalizas, maíz y frutales en general. El agua corre por el potrero desde los sectores más altos a los más bajos, por pequeños canales o surcos que trazan entre las hileras de siembra o plantación. Las plantas generalmente ocupan los lomos del mismo como se ilustra en la figura 2.16.



Figura 2.16 Riego por Surcos

Fuente: http://agrosal.ivia.es/recomendaciones_sal.html

Para usar este método con eficiencia se requiere tener el suelo nivelado, de lo contrario se reventarán los surcos o bien se apozará el agua en los sectores bajos. Un sistema de riego por surcos bien diseñado y operado es capaz de lograr eficiencias del orden de 45 a 50%, de decir, de cada 100 litros que se aplican entre 45 a 50 litros quedan disponibles para las plantas.

La distancia entre los surcos depende del tipo de suelo, en los arcillosos el agua se mueve más en sentido lateral que en profundidad, por lo que la distancia entre surcos puede ser mayor que en los suelos arenosos, se debe considerar la separación de surcos para que los cultivos puedan desarrollar sus raíces en forma apropiada.

La sección transversal del surco debe ser suficientemente amplia para conducir el caudal necesario.

La forma más corriente es la sección en forma de V abierta, con una altura que varía sobre todo con el tipo de cultivo: para cultivos en una sola fila por surco y marco reducido se suele dar una altura de 20cm, mientras que en cultivos a mayor marco, con una o dos filas de plantas por sueco se puede llegar hasta una altura de 80cm.

Las dimensiones promedio para un terreno regular de plantación son con profundidad de surco de 15 – 20 cm y de 25 a 30 cm de ancho en la parte de arriba y con un desnivel del 1% para que el agua corra sin dificultad y sin causar erosión.

El riego por surcos debe controlar bien el agua que se aplica para no provocar erosión al suelo y lograr altas eficiencias. Al iniciar el riego se debe aplicar la máxima cantidad de agua que pueda llevar el surco sin causar erosión o arrastre de terrenos o partículas en el fondo; una vez que el agua llega al final del surco se debe reducir el caudal a la mitad ó a un tercio, con lo que disminuyen las pérdidas por escurrimiento. Este caudal reducido se mantiene hasta completar el tiempo necesario para regar hasta la zona de raíces del cultivo. [8]

2.1.12 Plagas

Un insecto herbívoro u otro organismo se constituye en una plaga cuando ha alcanzado un nivel poblacional que es suficiente para causar pérdidas económicas, La meta principal de la estimación de los niveles de daño económico es definir “pérdida económica” para un cultivo dado y calcular el nivel de una plaga dada que provocaría tal pérdida. [9]

2.1.13 Plagas que afectan a los cultivos de mora de Castilla

Las principales plagas que afectan causando daños económicos en los cultivos de mora de Castilla son:

Ácaros

Los ácaros son animales de pequeño tamaño, muchos de los cuales no se pueden observar a simple vista., tienen cuatro pares de patas y se alimentan raspando la superficie del envés de las hojas y succionando la savia.

Atacan fundamentalmente en período seco y producen decoloraciones en el follaje y pérdida de este si el ataque es intenso.

Las especies más comunes son ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), araña roja *Tetranychus sexmaculatus* (Riley), ácaro rojo de los cítricos *Panonychus citri* (Mac Gregor) araña roja *Tetranychus mexicanus* (Mac Gregor), ácaro chato *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) y otros como *Paratetranychus* sp. En la figura 2.17 se muestra una araña roja vista microscópicamente.



Figura 2.17 Araña Roja

Fuente: <http://www.fumigacontinente.com.ar/arana-roja-2/>

Los ácaros rojos prefieren fundamentalmente el follaje joven donde producen grandes daños, incluso la muerte de la planta. Otras especies de ácaros atacan las hojas viejas donde se observa zonas necróticas con aspecto de quemaduras color carmelita. [10]

Mosca de Fruta (*Ceratitis capitata*)

La Mosca de la Fruta, también conocida como Mosca mediterránea, tiene como nombre científico el de *Ceratitis Capitata*, Posee características bien definidas como se grafica en la figura 2.18, son de tamaño un tercio menor a la mosca casera, de color café, casi negro y con marcas marfil – amarillo con negro con una banda ondulada cerca de la base de color marfil. Sus alas son anchas y cortas, transparentes, con manchas en la pared basal y apical.

La mosca de fruta causa daños físicos directos en la pulpa de las frutas, producidos por las larvas y daños secundarios causados por la entrada de microorganismos patógenos, además de implicaciones indirectas tales como las medidas cuarentenarias y los tratamientos de poscosecha. [11]



Figura 2.18 Mosca de Fruta

Fuente: http://www.concitver.com/14_2fitosanidad.htm

Áfidos o Pulgones (*Aphis sp Myzus sp*)

Los áfidos son insectos diminutos de aproximadamente 1/8" de largo.

Se caracterizan porque en la parte posterior poseen dos estructuras tubulares de color oscuro. A estas estructuras se les llama cornículos. El color de las diferentes especies de áfidos varía desde tonos amarillosos hasta colores oscuros. Normalmente, los áfidos no tienen alas, pero las pueden desarrollar para migrar a nuevas áreas a causa del hacinamiento o la escasez de alimento. Sus características físicas se pueden notar en la Figura 2.19.



Figura 2.19 Pulgón

Fuente: http://bonsaimania.com/bonsai/bonsai6_sep03.htm

Los áfidos pertenecen al grupo de los homópteros al igual que las queresas y las chinches harinosas.

Los áfidos se alimentan de las hojas, los renuevos, las flores, los frutos, las ramas, los tallos y las raíces de una gran diversidad de plantas, árboles y arbustos. Altas poblaciones de estos insectos causan que las hojas jóvenes, los renuevos y las flores se arruguen o enrosquen. Su ataque ocasiona que se agudicen los síntomas de la marchitez en tiempos de sequía y que las plantas, los árboles y los arbustos se vean deslucidos. [12]

Gorrión Común. (*Passer Domesticus*)

El gorrión es un ave omnívora, y como tal su alimentación es muy variada y diferente, dependiendo sobre todo del hábitat ocupado.

Un aspecto muy importante de su dieta alimenticia son los frutos de todo tipo, en especial, como es lógico, los dulces. A finales de verano se les puede ver picoteando las uvas, cerezas y otras frutas maduras y jugosas. Las manzanas y otros frutos mayores se los comen siempre que puede romper la piel, o ésta esté ya rota. También les gustan los frutos de otras plantas menores como el zurrón del pastor, la familia de las crucíferas y casi todas las hierbas son frutos en espiga.

Tienen una notable preferencia por los alimentos jugosos y las frutas frescas, quizás condicionados por la gran necesidad de líquido que tienen. Aprovechan cualquier sitio para saciar su sed: charcos, grifos, fuentes, y sobre todo el río, donde es muy frecuente verlos .En la figura 2.20 se ilustra un gorrión común. [13]



Figura 2.20 Gorrión

Fuente. (Llop, 2005)

Mirlo Común (*Turdus Merula*)

Ave oscura con cola relativamente larga. Macho negro uniforme, con pico y anillo orbital amarillo; hembra con pico y plumaje pardo, más claro en las partes inferiores; juvenil como la hembra, más rayado y rojizo. Sus características se muestran en la figura 2.21.



Figura 2.21 Mirlo

Fuente: <http://www.infoanimales.com/informacion-sobre-el-mirlo-comun>

En toda época come en el suelo, empleando una técnica que podría denominarse caminar, y que consiste en correr y saltar raudamente con una típica alternancia de avances y pausas cuando busca presas animales. Si esta operación la realiza entre la hojarasca, delata su presencia porque resulta particularmente ruidoso, pudiendo incluso formar hoyos y desenterrar arbustos. Consume frutos y lo hace en árboles y arbustos. [14]

Tórtola Común (Streptopelia turtur)

Especie monógama que se cría generalmente en árboles bajos o arbustos. Es la más pequeña de las palomas. La tórtola mezcla en sus alas los colores marrones, negros y ocre, que le dan un aspecto muy llamativo. El pecho es de color rosado y el vientre blanco, llamando poderosamente la atención la mancha orbital de color rojo, así como la gran mancha distintiva de listas negras sobre fondo blanco que lucen en el cuello cuando son adultos. Su cola es de color negro con la punta de color blanco. No existen diferencias apreciables entre ambos sexos. Las características de la tórtola se grafican en la figura 2.22.



Figura 2.22 Tórtola

Fuente: <http://petreraldia.com/mundo-natural-cinegetico-tortola-foto>

Su Alimentación está basada en semillas de cereales, frutos y especialmente de adventicias arvenses. Su alimentación es esencialmente vegetal, aunque en época de cría pueden que capturar algún insecto pequeño. La tórtola suele alimentarse caminando por el suelo, picoteando en busca de alimento. Como ocurre con las palomas, las tórtolas beben aspirando agua de una forma continua, a diferencia de otras aves que tienen que levantar la cabeza para que el agua les llegue a la garganta. [15]

Ratón Silvestre (Apodemus Sylvaticus)

Múrido de tamaño medio, presenta una cabeza voluminosa y alargada, ojos grandes y oscuros, orejas proporcionalmente más grandes que las del género Mus, cola prácticamente desprovista de pelos y con una longitud igual o superior a la de cabeza y cuerpo. Extremidades posteriores largas que le permiten desplazarse por medio de grandes saltos, tal y como se muestra en la figura 2.23. Parte superior del cuerpo de color amarillo rojizo, vientre de color blanco o blanco crema, separados claramente. Algunos ejemplares pueden presentar una mancha en el pecho de color leonado de extensión variable. Los ejemplares jóvenes presentan un pelaje menos lustroso y con matices grisáceos hasta la primera muda. El macho es ligeramente mayor que la hembra, aunque no existe dimorfismo sexual.

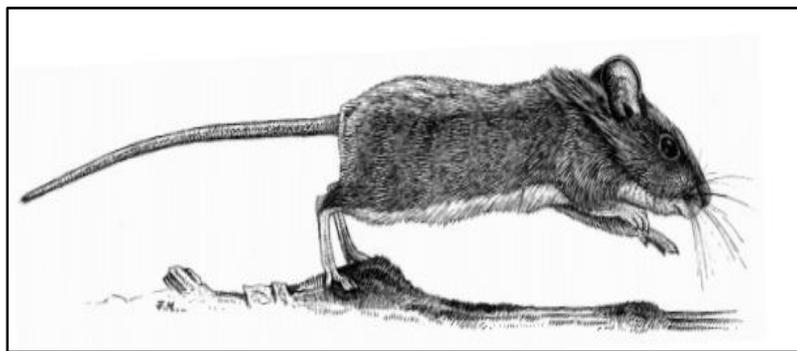


Figura 2.23 Ratón Silvestre

Fuente: (Palomo,2007)

Puede encontrarse en la mayoría de hábitats, desde las zonas subdesérticas a nivel del mar hasta los 1.850 m en el piso subalpino de la región Eurosiberiana. Ocupa preferentemente zonas con buena cobertura arbustiva o arbórea, aunque su densidad desciende en masas boscosas homogéneas y de gran superficie, donde prefiere las áreas marginales. En zonas totalmente llanas como marismas o cultivos cerealistas se muestra como una especie estacional. El hecho de seleccionar positivamente zonas con buena cobertura y densidad arbustiva se relaciona con un menor índice de predación al contar con mayor disponibilidad de zonas de refugio

Es una especie omnívora, muy adaptable a los recursos disponibles en cada momento. Bayas, frutos y semillas componen la mayoría de su dieta alimenticia, aunque en ocasiones puede llegar a consumir presas vivas como insectos y sus larvas.

Produce daños en cultivos agrícolas, tanto de cereales como de regadío y huertas, aunque su incidencia real sobre las cosechas no suele tener repercusiones económicas importantes. En algunas zonas con hábitats fragmentados puede condicionar la regeneración de los bosques al consumir gran cantidad de semillas, aunque también se conoce su papel benefactor como dispersor de semillas de árboles y arbustos. Puede ser transmisor al hombre y otros animales de enfermedades y parásitos. [16]

Rata Parda (*Rattus Norvegicus*)

La rata parda es mucho mayor que la rata negra *Rattus rattus*, presenta un hocico redondeado, ojos relativamente más pequeños y orejas que al ser estiradas nunca alcanzan el borde del ojo. Como se muestra en la figura 2.24 Medidas corporales de ejemplares, CC: 172,0-262,0 mm; C: 149,0-222,0 mm; P: 37,0-46,0 mm; O: 16,0-22,0 mm; Ps: 180,0-415,0 g.

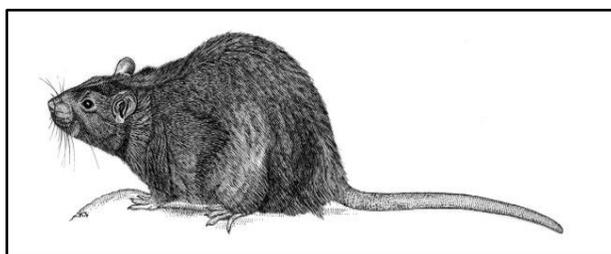


Figura 2.24 Rata Parda

Fuente: (Palomo,2007)

Los ejemplares de medios urbanos alcanzan dimensiones mayores y las hembras son ligeramente más pequeñas que los machos. Los juveniles presentan una coloración homogénea gris oscura, mientras que los adultos son algo más claros, con una coloración dorsal gris pardusca y el vientre de amarillento a gris sucio. Las hembras poseen seis pares de mamas: tres pectorales y tres inguinales. El cráneo es fuerte y la caja craneana más estrecha que en *R. rattus*, con crestas temporales y occipitales poco marcadas y que discurren casi paralelas, lo que confiere al cráneo un aspecto casi rectangular. La mandíbula presenta una hendidura posterior de perfil ovalado.

Es un roedor comensal cuyo hábitat principal se encuentra en los medios urbanos y rurales, donde es frecuente encontrarla en basureros, cloacas, alcantarillas, sótanos y en general cualquier hueco bajo el suelo. Es frecuente en puertos y ambientes costeros. Existen también poblaciones silvestres, pero siempre ligadas a la presencia de agua, como cultivos de regadío, marismas y arrozales. Es buena nadadora y puede llevar una vida semiacuática, desplazando a veces a la rata de agua.

Es una especie omnívora y oportunista, con una dieta muy variada. En el medio urbano se alimenta de basuras, desperdicios y de cualquier alimento o resto que esté a su alcance. En el campo consume sobre todo frutas, hortalizas y cereales, sin desdeñar a los invertebrados y la carroña, también pequeños vertebrados y huevos y pollos de aves que nidifican en el suelo. Muestra un elevado grado de neofobia (rechazo de alimentos nuevos). [16]

Zarigueya Andina (Didelphis Albiventris)

Llamado comúnmente raposa, comadreja ovejera, zorra, esta especie tiene un tamaño mediano, el de un gato doméstico. Presenta cierto dimorfismo sexual, los machos suelen medir entre 45 y 70 cm de longitud, mientras que las hembras suelen medir entre 41 y 60 cm de longitud, la cola mide entre 40 y 65 cm. El peso en los adultos varía entre los 500 g y los 2 kg. La apariencia general recuerda a ratas, cerdos y zorros entre otros animales.

La cabeza es chata y se extiende hacia adelante con un hocico largo y puntiagudo similar al de un zorro, y de él se despliegan vibrisas y largos bigotes, sensibles al tacto. En la punta se encuentra una nariz desnuda que junto al hocico y ciertas posturas del animal, recuerda a los cerdos. Sus orejas son redondas y grandes, una de las causas por las cuales se la confunde con ratas y otros roedores, a pesar de ser un marsupial. Los ojos son pequeños y oscuros, adaptados más a la visión nocturna que a la diurna. La cabeza y las orejas son de color blanco y la nariz rosa. Un “antifaz” de color negro cubre sus ojos, lo cual le da un aspecto agresivo. Sobre su cabeza, y extendiéndose verticalmente de entre el medio de sus ojos hasta la nuca, muestra una tercera franja de color negro. Estas características se notan en la figura 2.25



Figura 2.25 Raposa

Fuente: http://www.vetres.org/articles/vetres/full_html/2009/02/v09018/F4.html

Es una especie sobre todo de climas fríos y de áreas montañosas. Habita en las estribaciones altas de los Andes; se la encuentra en los páramos y bosques templados

y subtropicales altos, entre 1 500 y 3 700m de altitud. Vive cerca de áreas urbanas en los valles interandinos donde ocupa las numerosas quebradas que existen y que conservan vegetación nativa; también se las encuentra en áreas de cultivos, jardines y bosques deforestados.

Se alimenta de insectos, invertebrados (como mil pies y lombrices), frutos y eventualmente pequeños vertebrados (como lagartijas, aves y ratones). [16]

2.1.14 Métodos tradicionales de disuasión y ahuyentamiento de aves

A pesar de que se pueden mencionar un sinnúmero de métodos de ahuyentamiento de las aves, podemos difundir los más utilizados para los campos de cultivo.

Espantapájaros

Espantajo que se pone en los sembrados y en los árboles para ahuyentara los pájaros. [17]

Depende del área del terreno se pueden usar 2 o 3 espantapájaros aunque lo más importante es el lugar en el que estratégicamente se debe colocar dichos espantajos en los sembríos, parte importante del éxito de este método es el aspecto del espantapájaros ya que debe acercarse al aspecto humano para que el ave se asuste y huya del lugar.

Las aves y en especial los cuervos se comen las semillas recién sembradas o los brotes que apenas nacen y el único medio efectivo que encuentran los agricultores es poner un muñeco con ropas viejas que asimilen una figura humana y así salvaguardar sus plantaciones.

En la figura 2.26 se grafica un espantapájaros colocado en sembríos de maíz.



Figura 2.26 Espantapájaros

Fuente: <http://lexicoon.org/es/espantapajaros>

Cintas de Colores

La cinta para aves está hecha de un material llamativo iridiscente que se utiliza para ahuyentar a las aves indeseadas. El movimiento y el sonido de papel arrugado de la cinta junto con los colores reflectantes y la superficie brillante asusta a las aves y las mantiene lejos de las áreas donde no son deseadas. Por ser un elemento disuasorio visual que las aves encuentran desconcertante e irritante, la cinta ofrece una manera muy económica para asustar y ahuyentar a los pájaros.

En la figura 2.27 se muestra un ejemplo de las cintas de colores para ahuyentar pájaros en sembríos de hortalizas.



Figura 2.27 Cintas para ahuyentar plagas.

Fuente: <http://www.argenpress.info/2010/07/reducen-empleo-de-insecticidas-en.html>

Caza de aves con escopetas

La caza de aves utilizando armas de fuego en los cultivos de mayor área de terreno es un método muy utilizado por los agricultores para reducir la población de aves y evitar pérdidas económicas significativas a causa del consumo de la fruta sustraída por las aves. Las armas más utilizadas para este tipo de deporte son los rifles y las escopetas.

Mallas anti-pájaros

La malla antipájaros es una malla de tipo red, resistente y ligera, fabricada con hilo de polietileno HD. Diseñadas específicamente para evitar la entrada de aves a huertos y cultivos, que dañan y merman la producción.

Por su bajo peso no requiere de una estructura especial para colocarla, permite ser instalada sobre todo tipo de frutales sin permitir su normal crecimiento.

Esta malla no produce sombra en la planta, más bien genera un leve efecto corta viento y es ideal para mejorar el rendimiento de las plantaciones de uva, melones, ciruelas, nísperos, uvas, fresas y otras.

Impide que los pájaros e insectos de tamaño considerable dañen los cultivos, estabiliza contra la degradación por rayos U.V permite el paso de agua, aire y luz.

En la figura 2.28 se observa una red anti- pájaros para plantas frutales.



Figura 2.28 Mallas anti – pájaros

Fuente: <http://www.textilvpego.com/es/8-antipajaro>

2.1.15 Materiales y equipos a ser utilizados

Los sensores son una parte muy importante para la instrumentación y el control de los procesos industriales, se utilizan para poder determinar el estado del proceso donde están instalados, Ellos transforman las variaciones de la magnitud a medir en una señal eléctrica acondicionada de tal manera que pueda ser recibida en su destino.

Existen una gran variedad de sensores según la variable que se quiera medir, por ejemplo: presión, temperatura, nivel, flujo, posición (proximidad), velocidad, peso, voltaje, corriente, frecuencia, viscosidad, resistividad, radiación, pH, conductividad eléctrica, humedad entre otras.

A continuación se detallan las características y conceptos básicos de los sensores de temperatura y de los sensores ultrasónicos considerados los más destacados para la realización del proyecto.

2.1.15.1 Sensor de Temperatura

La temperatura es una medida del promedio de energía cinética de las partículas en una unidad de masa, expresada en unidades de grados en una escala estándar, son dispositivos que transforman los cambios de temperatura en cambios en señales eléctricas que son procesados por equipo eléctrico o electrónico.

El sensor de temperatura, típicamente suele estar formado por el elemento sensor, de cualquiera de los tipos anteriores, la vaina que lo envuelve y que está rellena de un material muy conductor de la temperatura, para que los cambios se transmitan rápidamente al elemento sensor y del cable al que se conectarán el equipo electrónico. A continuación en la figura 2.29 se muestra un ejemplo de sensor de temperatura.



Figura 2.29 Sensor DS18B20

Fuente: http://www.330ohms.com/Sensor-de-Temperatura-Contra-Agua-DS18B20_p_227.html

Tipos de Sensor de Temperatura

Hay seis tipos de sensor de temperatura: termopares, dispositivos de temperatura resistivos (RTD y termistores), radiadores infrarrojos, dispositivos bimetálicos, dispositivos de dilatación de líquido, y dispositivos de cambio de estado.

Termopar

Los termopares son los sensores de temperatura utilizados con mayor frecuencia porque son sensores precisos relativamente económicos que pueden operar en un amplio rango de temperaturas, los termopares consisten en dos hilos metálicos de diferente composición metalúrgica, unidos en un extremo. Esta unión constituye el punto de medición (junta caliente, hot junction). El otro extremo se llama junta fría (cold junction).

El calentamiento de la junta de medición provoca una tensión eléctrica, aproximadamente proporcional a la temperatura. (Efecto termoeléctrico, efecto Seebeck). Esta tensión (fuerza electromotriz F.E.M.) se debe a dos factores: la densidad de electrodos diferentes de los dos materiales y de la diferencia de temperatura entre punto caliente y punto frío.

Esto significa que un termopar no mide la temperatura absoluta sino la temperatura diferencial entre:

T1 junta caliente (hot junction)

T2 junta fría (cold junction)

Para el mejor entendimiento se muestra la figura 2.30.

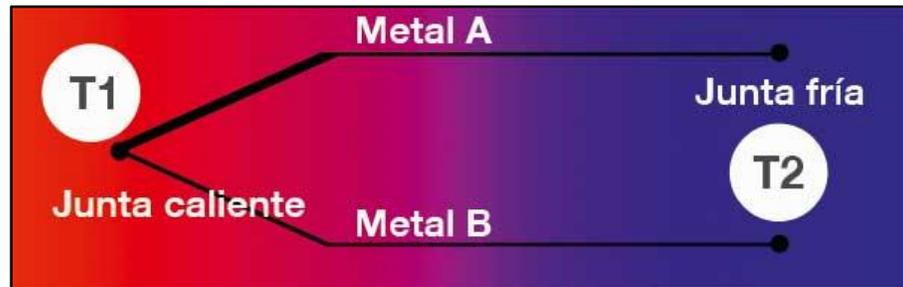


Figura 2.30 Explicación de juntas de Termopar

Fuente: http://www.bloginstrumentacion.com/blog/2014/08/26/cmo-funciona-termopar/termopar_junta_fria/

Sensor de temperatura por resistencia (RTD)

Los detectores de temperatura basados en la variación de una resistencia eléctrica se suelen designar con sus siglas inglesas RTD (Resistance Temperature Detector). Dado que el material empleado con mayor frecuencia para esta finalidad es el platino, se habla a veces de PRT (Platinum Resistance Thermometer). El símbolo general para estos dispositivos es el de la figura 2.31; la línea recta en diagonal sobre el resistor indica que varía de forma intrínseca lineal, y la anotación junto a dicha línea denota que la variación es debida a la temperatura y tiene coeficiente positivo.

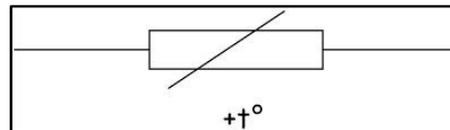


Figura 2.31 Símbolo RTD

Fuente: https://www.epsem.upc.edu/escola/departaments/fisica-aplicada/documents/fona_fisic_eng2/robleff2electro/termistor.pdf

Un termómetro de resistencia es un instrumento utilizado para medir las temperaturas aprovechando la dependencia de la resistencia eléctrica de metales, aleaciones y semiconductores (termistores) con la temperatura; tal es así que se puede utilizar esta propiedad para establecer el carácter del material como conductor, aislante o semiconductor.

Sensor de temperatura por infrarrojo

Los sensores de temperatura infrarrojos o sondas de temperatura por infrarrojos, son sensores para medida de temperatura sin contacto. Esto permite realizar medidas de temperatura con alta precisión para rangos amplios de temperatura.

La razón para ello puede ser, por ejemplo, la alta temperatura del objeto. Los sensores detectan la radiación infrarroja enviada por los objetos y la convierten en una señal de salida. A continuación en la figura 2.32 se muestra un ejemplo de un sensor de temperatura por infrarrojo.



Figura2.32 Sensor de temperatura por infrarrojo

Fuente: <http://www.redagricola.com/reportajes/riego/el-gran-desarrollo-de-los-sensores-de-planta>

Sensor de temperatura bimétrico

El termómetro bimetalico es un instrumento utilizado para medir temperatura mediante la contracción y expansión de dos distintas aleaciones metálicas de alto y bajo coeficiente de dilatación.

Los termómetros bimetalicos están constituidos por un tubo en cuyo interior está colocada una espiral helicoidal bimetalica. Dicha espiral está soldada por un extremo a la parte inferior del tubo y por otra a una varilla de transmisión, a su vez conectada a una aguja indicadora, como se muestra en la figura 2.33.

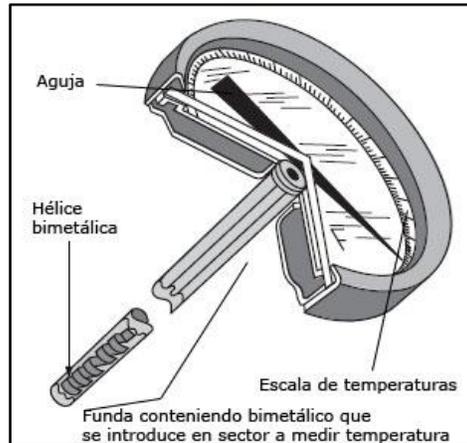


Figura 2.33 Sensor de temperatura bimétrico

Fuente: <http://www.quiminet.com/articulos/los-termometros-bimetalicos-y-su-modo-de-funcionamiento-3516632.htm>

Las aleaciones metálicas, la de alto y bajo coeficiente de dilatación, al ser expuestas a determinada temperatura, transmiten un movimiento giratorio a una aguja indicadora, es decir, las variaciones de temperatura causan que el bimetálico sufra una deformación, esta se transmite a la aguja indicadora.

Los termómetros bimetalicos usan la diferencia de coeficiente de expansión térmica de metales disímiles para poder determinar cuál es el cambio de temperatura. Éste se proporciona mediante un movimiento mecánico, o sea, por el giro de una aguja sobre una escala graduada.

En realidad, lo que mide la temperatura en los termómetros bimetalicos es una hélice bimetalica de respuesta rápida. Dado que el termómetro bimetalico se fabrica a partir de dos tiras de metal soldadas en frío con diversos coeficientes térmicos de expansión, éstas se tuercen en función de la temperatura y el movimiento rotatorio se transfiere con baja fricción a la aguja indicadora.

Sensor de temperatura por dilatación de fluidos

Los dispositivos de dilatación de fluido, cuyo ejemplo típico es el termómetro doméstico indicado en la figura 2.34, en general vienen en dos clasificaciones principales: el tipo de mercurio y el tipo de líquido orgánico. También hay disponibles versiones que usan gas en lugar de líquido. El mercurio se considera un riesgo ambiental, así que hay regulaciones que rigen el embarque de dispositivos que lo contienen. Los sensores de dilatación de fluido no requieren energía eléctrica, no plantean riesgos de explosión y son estables incluso después de ciclos repetidos. Por otra parte, no generan datos que se registren o transmitan fácilmente, y no pueden hacer mediciones puntuales.



Figura 2.34 Termómetro

Fuente: <http://es.omega.com/prodinfo/medicion-temperatura.html>

Sensor de temperatura por cambio de estado

Los sensores de cambio de estado consisten en etiquetas, pellets o gránulos, crayones, lacas o cristales líquidos cuya apariencia cambia una vez que se alcanza cierta temperatura. Se usan por ejemplo con trampas de vapor: cuando una trampa supera una cierta temperatura, un punto blanco en una etiqueta de sensor adherida a la trampa se volverá negra. El tiempo de respuesta típicamente es de varios minutos, así que estos dispositivos con frecuencia no

responden a los cambios de temperatura transitorios, y la precisión es más baja que con otros tipos de sensores. Además, el cambio en estado es irreversible, excepto en el caso de las pantallas de cristal líquido. Aun así, los sensores de cambio de estado pueden ser útiles cuando se necesita confirmación de que la temperatura en un equipo o material no ha superado un cierto nivel, por ejemplo por razones técnicas o legales durante el embarque del producto. En la figura 2.35 se muestra un ejemplo de sensor de temperatura por cambio de estado. [18]

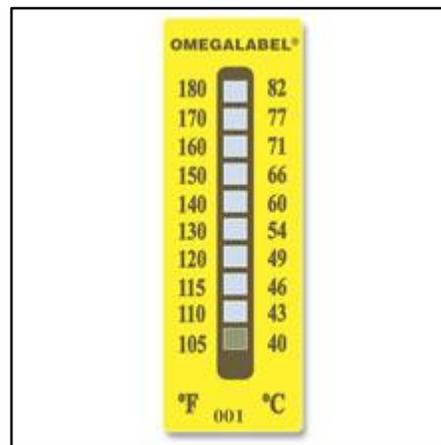


Figura2.35 Sensor de temperatura por cambio de estado

Fuente: <http://es.omega.com/prodinfo/medicion-temperatura.html>

2.1.15.2 Sensor Ultrasónico

El sensor ultrasónico emite cíclicamente un impulso acústico de alta frecuencia y corta duración. Este impulso se propaga a la velocidad del sonido por el aire. Al encontrar un objeto, es reflejado y vuelve como eco al sensor ultrasónico. Este último calcula internamente la distancia hacia el objeto, basado en el tiempo transcurrido entre la emisión de la señal acústica y la recepción de la señal de eco. Este principio puede explicarse mejor en la figura 2.36.

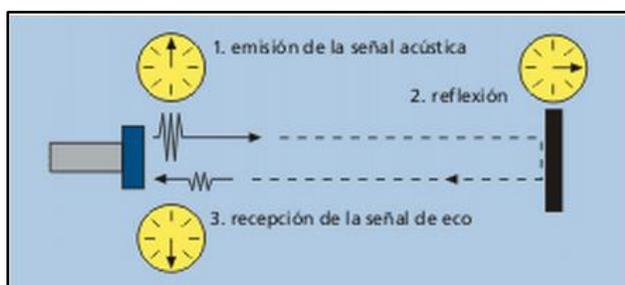


Figura2.36 Principio Ultrasonico

Fuente: <http://www.microsonic.de/es/Interesting-facts.htm>

Como la distancia hacia el objeto es medida por medio del tiempo de recorrido del sonido, y no por una medición de la intensidad, los sensores ultrasónicos son insensibles hacia el ruido de fondo.

Prácticamente todos los materiales que reflejan el sonido son detectados, independientemente de su color. Aún materiales transparentes o láminas delgadas no presentan problemas para los sensores ultrasónicos.

Los ultrasonidos son antes que nada sonido, exactamente igual que los que oímos normalmente los humanos, salvo que tienen una frecuencia mayor que la máxima audible por el oído humano. Ésta comienza desde unos 16 Hz y tiene un límite superior de aproximadamente 20 KHz, mientras que los humanos utilizan sonido con una frecuencia de 40 KHz. A este tipo de sonidos se los llama Ultrasonidos.

La mayoría de los sensores de ultrasonido de bajo coste se basan en la emisión de un pulso de ultrasonido cuyo lóbulo, o campo de acción, es de forma cónica. Midiendo el tiempo que transcurre entre la emisión del sonido y la percepción del eco se puede establecer la distancia a la que se encuentra el obstáculo que ha producido la reflexión de la onda sonora, mediante la fórmula:

$$d = \frac{1}{2} Vt$$

Dónde:

V es la velocidad del sonido en el aire y t es el tiempo transcurrido entre la emisión y recepción del pulso. [19]

2.1.15.3 Microcontroladores (uC)

Un microcontrolador (uC) es un circuito integrado de alta escala de integración que incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un controlador y que contiene todos los componentes fundamentales de un ordenador, aunque de limitadas prestaciones y que se suele destinar a gobernar una sola tarea.

En su memoria sólo reside un programa que controla en funcionamiento de una tarea determinada, sus líneas de entrada/salida se conectan a los sensores y actuadores del dispositivo a controlar y, debido a su pequeño tamaño, suele ir integrado en el propio dispositivo al que gobierna.

Características de los Microcontroladores

Las principales características de los μ C son:

- Unidad de Procesamiento Central (CPU): Típicamente de 8 bits, pero también las hay de 4, 32 y hasta 64 bits con arquitectura Harvard, con memoria/bus de datos separada de la memoria/bus de instrucciones de programa, o arquitectura de von Neumann, también llamada arquitectura Princeton, con memoria/bus de datos y memoria/bus de programa compartidas.
- Memoria de Programa: Es una memoria ROM (Read-Only Memory), EPROM (Electrically Programmable ROM), EEPROM (Electrically Erasable/Programmable ROM) o Flash que almacena el código del programa que típicamente puede ser de 1 kilobyte a varios megabytes.

- Memoria de Datos: Es una memoria RAM (Random Access Memory) que típicamente puede ser de 1, 2, 4, 8, 16, 32 kilobytes.
- Generador del Reloj: Usualmente un cristal de cuarzo de frecuencias que genera una señal oscilatoria de entre 1 a 40 MHz, o también resonadores o circuitos RC.
- Interfaz de Entrada/Salida: Puertos paralelos, seriales (UARTs, Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), I2C (Inter-Integrated Circuit), Interfaces de Periféricos Seriales (SPIs, Serial Peripheral Interfaces), Red de Area de Controladores (CAN, Controller Area Network), USB (Universal Serial Bus).
- Otras opciones:
 - ✓ Conversores Análogo-Digitales (A/D, analog-to-digital) para convertir un nivel de voltaje en un cierto pin a un valor digital manipulable por el programa del microcontrolador.
 - ✓ Moduladores por Ancho de Pulso (PWM, Pulse-Width Modulation) para generar ondas cuadradas de frecuencia fija pero con ancho de pulso modificable.

Un aspecto de especial interés para el desarrollador de circuitos basados en microcontroladores son las interfaces de entrada/salida. A través de los pines del chip asociados a las interfaces de entrada/salida el μC puede interactuar con otros circuitos externos enviándoles señales de comando o recibiendo estímulos correspondientes a variables externas. Por lo general varios pines de datos son bidireccionales, es decir pueden configurarse como entradas o salidas. Cuando son entradas, pueden adquirir datos interpretando el valor de voltaje como un valor lógico 0 o 1, mientras que cuando son salidas pueden entregar una señal binaria de voltaje cuya magnitud dependerá del valor lógico 0 o 1. Monitoreando el valor de las entradas, el microcontrolador puede responder a eventos externos y realizar una cierta acción, como variar las señales de salida de acuerdo al valor en las entradas. Para responder

a eventos externos, los μ Cs cuentan con un recurso conocido como interrupciones. Las interrupciones son señales que se generan internamente en el microcontrolador que detienen la ejecución normal del programa para ejecutar alguna subrutina de respuesta al evento. Una vez ejecutada la subrutina de interrupción la ejecución del programa continúa en el punto en que se encontraba antes de generarse la interrupción. Un ejemplo típico es el de un botón pulsador conectado a un pin de entrada. Una vez pulsado, se genera una señal de interrupción que iniciará la ejecución de la subrutina de interrupción, que por ejemplo podría activar un pin de salida para encender un led. No todas las interrupciones necesariamente están asociadas al cambio del estado de los pines de entrada. También hay interrupciones que pueden estar asociadas al valor de una entrada AD, o al cumplimiento de un periodo de tiempo fijado por un timer o temporizador. Estas características dependerán del modelo de μ C empleado.

Lenguajes de programación

Un lenguaje de programación es un lenguaje diseñado para describir el conjunto de acciones consecutivas que un equipo debe ejecutar. Por lo tanto, un lenguaje de programación es un modo práctico para que los seres humanos puedan dar instrucciones a un equipo.

Para construir los programas de los microcontroladores se usan principalmente tres lenguajes:

- Lenguaje Ensamblador
- Lenguaje Basic
- Lenguaje C

Lenguaje Ensamblador

El método básico es escribir el programa en lenguaje Assembler (lenguaje de Ensamblador) en un archivo de texto con extensión .asm y luego utilizar una programa ensamblador (Assembler) para generar un archivo en lenguaje de máquina, también denominado código de máquina o código objeto (object code), compuesto por instrucciones en código binario que son directamente entendidas por la CPU del microcontrolador. El ensamblador normalmente genera un archivo con extensión .hex (por hexadecimal), .o (por objeto), .bin (por binario), o .coff (common object file format) dependiendo del ensamblador. El lenguaje Assembler se compone de instrucciones mnemónicas de bajo nivel, es decir que están ligadas a las características del microcontrolador y con un número mínimo o nulo de abstracciones. Al carecer de abstracciones, el lenguaje Assembler es más difícil de emplear, requiere experiencia y un mayor tiempo de desarrollo. La ventaja es que el código de máquina generado a partir de un programa escrito en lenguaje de máquina es por lo general más eficiente, ya que el programa se desarrolla en un nivel cercano a las características del hardware.

Es un lenguaje de bajo nivel, el programa Ensamblador lo único que hace es traducir los mnemónicos con los que se escriben las instrucciones a código binario para que el procesador sea capaz de interpretarlas y ejecutarlas.

El programa fuente está compuesto por una sucesión de líneas de programa. Cada línea de programa está compuesta por 4 campos separados por uno o más espacios o tabulaciones. Estos campos son:

[Etiqueta] [Comando] [Operando(s)] [; Comentario]

La etiqueta es opcional. El comando puede ser un mnemótico del conjunto de instrucciones. El operando está asociado al comando, si no hay comando no hay operando, e inclusive algunos comandos no llevan operando, EL comentario es opcional para el compilador.

El conjunto de instrucciones de los microprocesadores PIC 16C5X consiste en un pequeño repertorio de solo 33 instrucciones de 12 bits, los de gama media contiene hasta 35 instrucciones y la gama alta (PIC 17 y PIC 18) contiene hasta 77 instrucciones, que pueden ser agrupadas para su estudio en tres a cinco grupos.

Si se las divide en tres grupos, se tiene en primer lugar el grupo de las instrucciones que operan con bytes y que involucran algún registro de la memoria interna, En segundo lugar se analizaran la instrucciones que operan solo sobre registros W y que permiten cargarle una constante implícita o incluida literalmente en la instrucción (literales). En tercer lugar se agrupan las instrucciones que no operan sobre bits individuales de los registros de la memoria interna. En cuarto lugar se clasifican las instrucciones de control de flujo del programa, es decir las que permiten alterar la secuencia lineal de ejecución de las instrucciones. Por último se agrupan unas pocas instrucciones que llamamos especiales, cuyas funciones o tipos de operandos son muy específicos y no encajan de las clasificaciones anteriores.

En la tabla 2.1 se ha resumido las 35 instrucciones de las microcontroladores PIC de gama media.

Tabla 2.1 Instrucciones PICs

<i>Instrucciones orientadas a Byte:</i>							
Mnemonic, Operands		Description	Cycles	12-Bit Opcode			Status Affected
				Msb	LSb		
ADDWF	f,d	Add W and f	1	0001	11df	ffff	C,DC,Z
ANDWF	f,d	AND W whit f	1	0001	01df	ffff	Z
CLRF	f	Clear f	1	0000	011f	ffff	Z
CLRW	-	Clear W	1	0000	0100	0000	Z
COMF	f,d	Complement f	1	0010	01df	ffff	Z
DECf	f,d	Decrement f	1	0000	11df	ffff	Z
DECFSZ	f,d	Decrement f, Skif if 0	1(2)	0010	11df	ffff	None
INCF	f,d	Increment f	1	0010	10df	ffff	Z
INCFSZ	f,d	Increment f, Skif if 0	1(2)	0011	11df	ffff	None
IORWF	f,d	Inclusive OR W whit f	1	0001	00df	ffff	Z
MOVF	f,d	Move f	1	0010	00df	ffff	Z
MOVWF	f	Move W to f	1	0000	00f	ffff	None
NOP	-	No operation	1	0000	0000	0000	None
RLF	f,d	Rotate left f through Carry	1	0011	01df	ffff	C
RRF	f,d	Rotate righ f through Carry	1	0011	00df	ffff	C
SUBWF	f,d	Subtract W from f	1	0000	10df	ffff	C,DC,Z
SWAPF	f,d	Swap f	1	0011	10df	ffff	None
XORWF	f,d	Exclusive OR W with f	1	0001	10df	ffff	Z

<i>Instrucciones orientadas a Bit:</i>							
Mnemonic, Operands		Description	Cycles	12-Bit Opcode			Status Affected
				Msb	LSb		
BCF	f, b	Bit Clear f	1	0100	bbbf	ffff	None
BSF	f, b	Bit Set f	1	0101	bbbf	ffff	None
BTfSC	f, b	Bit Test f, Skip if Clear	1(2)	0110	bbbf	ffff	None
BTfSS	f, b	Bit Test f, Skip if Set	1(2)	0111	bbbf	ffff	None

<i>Instrucciones orientadas a literal y control:</i>							
Mnemonic, Operands		Description	Cycles	12-Bit Opcode			Status Affected
				Msb	LSb		
ANDLW	k	AND literal whit W	1	1100	kkkk	kkkk	Z
CALL	k	Calla subroutine	2	1001	kkkk	kkkk	None
CRLWDT	k	Clear Watchdog Timer	1	0000	0000	0100	TO,PD
GOTO	k	Inconditional branch	2	101k	kkkk	kkkk	None
IORLW	k	Inclusive OR Literal with W	1	1101	kkkk	kkkk	Z
MOVLW	k	Move Literal to W	1	1100	kkkk	kkkk	None
OPTION	k	Load OPTION register	1	0000	0000	0010	None
RETLW	k	Return, place literal in W	2	1000	kkkk	kkkk	None
SLEEP	-	Go into stanby mode	1	0000	0000	0011	TO,PD
TRIS	f	Load TRIS register	1	0000	0000	0fff	None
XORLW	k	Exclusive OR Literal to W	1	1111	kkkk	kkkk	Z

Fuente: <http://masterhacks.net/programacion/set-de-instrucciones-del-pic-12c508a/>

Lenguaje Basic

Basic con las siglas en inglés Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code (Código simbólico de instrucciones de propósito general para principiantes) es un lenguaje de programación de ordenadores, uno de los primeros lenguajes de alto nivel que se diseñó.

Los creadores del BASIC fueron John Goerge Kemeny y Thomas Eugene Kurtz en el año 1964. Fue inventado para permitir a los estudiantes escribir programas usando terminales de computador de tiempo compartido. Con el BASIC se quiso hacer un lenguaje de programación mucho más sencillo que los que existían por aquel entonces.

El BASIC es un lenguaje de programación muy amplio, con una sintaxis fácil, estructura sencilla y un buen conjunto de operadores. No es un lenguaje específico, es polivalente, potente, se aprende rápidamente, en poco tiempo cualquier usuario es capaz de utilizar casi la totalidad de su código.

En BASIC las instrucciones coinciden con el nombre en inglés de la operación que se debe llevar a cabo. Por ejemplo, escribir o visualizar un valor en la pantalla utiliza la instrucción PRINT; para introducir por el teclado un valor se emplea la instrucción INPUT y si se desea realizar una suma basta con poner el signo "+" de la misma. [20]

Lenguaje C

El lenguaje C es un lenguaje estructurado, en el mismo sentido que lo son otros lenguajes de programación tales como el lenguaje Pascal, el Ada o el Modula-2, pero no es estructurado por bloques, o sea, no es posible declarar subrutinas (pequeños trozos de programa) dentro de otras subrutinas, a diferencia de como sucede con otros lenguajes estructurados tales como el Pascal. Además, el lenguaje C no es rígido en la comprobación de tipos de datos, permitiendo fácilmente la conversión entre diferentes tipos de datos y la asignación entre tipos de datos diferentes.

Todo programa de C consta, básicamente, de un conjunto de funciones, y una función llamada main, la cual es la primera que se ejecuta al comenzar el programa, llamándose desde ella al resto de funciones que compongan nuestro programa.

El lenguaje C posee un número reducido de palabras reservadas (tan solo 32) que define el standard ANSI-C. Estas palabras reservadas pueden verse en la tabla 2.2 siguiente:

Tabla 2.2 Palabras reservadas lenguaje C

auto	break	case	char	const
continue	double	default	do	else
enum	extern	float	for	goto
int	if	long	register	return
short	signed	sizeof	static	struct
switch	typeder	union	unsigned	void
volatile	while			

Fuente: <http://informatica.uv.es/estguia/ATD/apuntes/laboratorio/Lenguaje-C.pdf>

En C, toda variable, antes de poder ser usada, debe ser declarada, especificando con ello el tipo de dato que almacenara. Toda variable en C se declara de la forma:

<tipo de dato> <tipo de dato> [, nombre de variable];

En C existen cinco tipos de datos según puede verse en la tabla 2.3 siguiente:

Tabla 2.3 Tipos de dato lenguaje C

Tipo de dato	Descripción
Char	Carácter o entero pequeño (byte)
Int	Entero
float	Punto flotante
double	Punto flotante (mayor rango que float)
void	Sin tipo (uso especial)

Fuente: <http://informatica.uv.es/estguia/ATD/apuntes/laboratorio/Lenguaje-C.pdf>

Algunos ejemplos de variables de C serían:

```
float a;
int b,c;
char caracter,
otro_caracter;
```

Existen, además, cuatro modificadores de tipo, los cuales se aplican sobre los tipos de datos anteriormente citados. Los modificadores de tipo permiten cambiar el tamaño, etc., de los tipos de datos anteriormente especificados. Estos modificadores, que sintácticamente anteceden a la declaración del tipo de dato se muestran en la tabla 2.4:

Tabla 2.4 Tipos de modificadores lenguaje C

Modificador	Tipos de actuación		Descripción
Signed	char	int	Con signo (por defecto)
Unsigned	char	int	Sin signo
Long	int	double	Largo
short	int		Corto

Fuente: <http://informatica.uv.es/estguia/ATD/apuntes/laboratorio/Lenguaje-C.pdf>

Es por ello, que podemos declarar variables como:

```
unsigned char a;
```

```
long double b;
```

```
short int i;
```

El rango de valores de que permite cada variable depende del sistema operativo sobre el cual se trabaje (MS-DOS, Windows95/98/NT/2000, UNIX/Linux), por lo cual conviene referirse al manual del compilador para conocerlo. De forma general, los sistemas operativos de 16 bits (MS-DOS, Windows 16 bits) poseen un rango y los de 32 bits (Windows 32 bits, UNIX/Linux) otro.

En la tabla 2.5 se muestra el rango de valores de las variables en lenguaje C:

Tabla2.5 Rango de valores lenguaje C

Tipo de variable declarada	16 bits	32 bits
char/ signed char	[-128, 127]	[-128, 127]
unsigned char	[0 ,255]	[0 ,255]
int/ signed int	[-32768, 32767]	[-2147483647,2147483648]
short int/ signed short int	[0, 65535]	[0, 65535]
unsigned short int	[-32768, 32767]	[-32768, 32767]
long int/ signed long int	[-2147483647, 2147483648]	[-2147483647, 2147483648]
unsigned long int	[0,4294967295]	[0,4294967295]
float	[-3.4E+38, -3.4E-38],0, [3.4E-38, 3.4E+38],	[-3.4E+38, -3.4E-38],0, [3.4E-38, 3.4E+38],
double	[-1.7+308, -1.7E-308],0, [1.7E+308, 1.7E+308],	[-1.7+308, -1.7E-308],0, [1.7E+308, 1.7E+308],
long double	[-3.4+4932, -1.1E4932],0, [3.4E+4932, 1.1E+49932],	[-3.4-4932, -1.1E+4932],0, [3.4E-4932, 1.1E+49932],

Fuente: <http://informatica.uv.es/estguia/ATD/apuntes/laboratorio/Lenguaje-C.pdf>

En C, las variables pueden ser declaradas en cuatro lugares del módulo del programa:

- Fuera de todas las funciones del programa, son las llamadas variables globales, accesibles desde cualquier parte del programa.

- Dentro de una función, son las llamadas variables locales, accesibles tan solo por la función en las que se declaran.
- Como parámetros a la función, accesibles de igual forma que si se declararan dentro de la función.
- Dentro de un bloque de código del programa, accesible tan solo dentro del bloque donde se declara. Esta forma de declaración puede interpretarse como una variable local del bloque donde se declara. [21]

2.2 Propuesta de Solución

Una alternativa para optimizar el riego en las plantaciones de mora ubicadas en el sector Huachi Grande provincia de Tungurahua consiste en desarrollar un Sistema automático de riego controlado por la temperatura además de diseñar un ahuyentador de plagas automático con la emisión de Radiofrecuencia con el fin de espantar al animal sin causarle ningún tipo de daño, estos Sistemas mejoraran la calidad del fruto y aumentarán la cosecha así también eliminaran las plagas más significativas del lugar.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

En el presente proyecto se ha realizado una investigación de campo, ya que fue necesario realizar un estudio en el lugar exacto donde se genera el problema, con el fin de recolectar información que fue útil en el desarrollo de la investigación además de ser un aporte para cumplir los objetivos planteados inicialmente.

Se realizó una investigación bibliográfica – documental mediante libros, enciclopedias, revistas científicas, aportes científicos y publicaciones electrónicas para poder profundizar los diferentes parámetros que el tema a investigar lo requiera, de esta manera se recopilará la información necesaria para el sustento investigativo del proyecto, aplicando conceptos y teorías de diversos autores acorde a los parámetros de la investigación.

De igual manera se aplicó investigación descriptiva ya que fue necesario conocer el impacto del problema en la sociedad por medio de encuestas y entrevistas personales a los afectados, reuniendo la información conveniente para su uso en la investigación

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población está conformada por un total de 6 personas, el dueño del área de terreno y sus 5 trabajadores. La muestra se tomó con la totalidad de la población ya que es un número mínimo de personas y es más adecuado de tratar.

3.3 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la recolección de información se utilizó entrevistas que estuvieron dirigidas a los afectados del problema. Además se recopiló la información necesaria haciendo uso de libros, internet y guías del tutor para el desarrollo de la investigación.

3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para la realización del procesamiento y análisis de los datos se llevó a cabo los siguientes parámetros:

- Recolección de datos mediante la utilización de entrevistas a la población tomada como muestra.
- Revisión minuciosa de la información obtenida para ayudar al planteamiento de la solución del problema a través de la propuesta.
- Lectura de artículos de información relacionada con la investigación.
- Interpretación de resultados con el apoyo del marco teórico en cada uno de los aspectos.
- Recolección de datos mediante la Investigación de campo.
- Tabulación de los datos mediante programas y simulaciones.

3.5 DESARROLLO DEL PROYECTO

A continuación se presentan los pasos que se siguieron para el desarrollo del proyecto de investigación:

- Recopilación de la información.
 - Se realizaron observaciones en los cultivos de los de mora ubicados en la provincia de Tungurahua, parroquia Huachi Grande, sector “El

- Arbolito”, para determinar los requerimientos necesarios en cuanto a la eliminación de plagas y al regadío utilizado.
- Se realizó encuestas a los pobladores de la parroquia Huachi Grande, sector el “El Arbolito” con el fin de recolectar información y conocer la situación actual de los sembríos.
 - Determinación de los requerimientos del sistema a partir de los problemas encontrados en la zona.
 - Se realizó el análisis de las respuestas a las preguntas planteadas en las encuestas a los pobladores de la parroquia Huachi Grande, sector el “El Arbolito”.
 - Toma de datos en el lugar del problema por medio de la Investigación de campo.
 - Se tomó fotos y se realizó videos en los cultivos de mora ubicados en la parroquia Huachi Grande, sector el “El Arbolito” con el fin de detectar las plagas más significativas incidentes y determinar las fallas en el regadío.
 - Diseño del sistema de control de plagas, calefacción y regadío en las plantaciones de mora ubicadas en el sector Huachi Grande provincia de Tungurahua.
 - Se empezó realizando el algoritmo del Sistema en cuanto a las variables utilizadas como son: la temperatura, el tiempo, las aves, los roedores.
 - Se realizó las simulaciones correspondientes en base al algoritmo lógico.
 - Se determinó los equipos y materiales idóneos a utilizarse en el prototipo.
 - Construcción del prototipo del sistema de control de plagas, calefacción y regadío en las plantaciones de mora ubicadas en el sector Huachi Grande provincia de Tungurahua.
 - Se realizó las pruebas necesarias en Protoboard para comprobar el correcto funcionamiento del Sistema de control electrónico de plagas,

calefacción y regadío en las plantaciones de mora ubicadas en el sector Huachi Grande provincia de Tungurahua.

- Se realizó el montaje del proyecto de investigación en placas y se acoplo a los materiales utilizados en el prototipo
- Realización de pruebas del prototipo del sistema diseñado.
 - Se realizó las pruebas de funcionamiento correspondientes para comprobar que se satisficieron todos los requerimientos del sistema como son: La implementación de un sistema electrónico de control de regadío y el control de las plagas más significativas incidentes por medio de la frecuencia.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad la parroquia Huachi Grande es uno de los principales productores de mora de castilla en la provincia de Tungurahua y en el país, los productores recogen el fruto 3 veces por semana y en dependencia de la temporada se llegara a recoger entre 72Kg y 75 Kg por semana.

Cada productor trabaja de manera independiente sin embargo hay productores que juntan su cosecha para satisfacer las necesidades de los mercados y los supermercados de las ciudades como: Guayaquil, Cuenca e Ibarra. Mientras que los productores independientes reparten su cosecha dentro de la provincia y su producto es expendido principalmente en el mercado mayorista de la ciudad de Ambato para los supermercados y restaurantes como: La Fornace, Marcelo´s , Megamaxi, entre otros.

La mejor cosecha se recoge en los meses de: Enero, Febrero, Marzo y Diciembre puesto que el clima es más cálido y mejora la calidad del fruto, mientras que los meses de Julio y Agosto la cosecha se reduce por la presencia de fuertes vientos y clima frío.

En cuanto a la presencia de plagas en el fruto es muy notorio que la plaga que más incide son los pájaros puesto que son campos frutales y buscan alimentarse de los frutos que se siembran; esto causa mucha molestia para quienes recogen los frutos ya que picotean la mora o se alimentan del brote del fruto cuando recién nace, los

productores han optado por medidas drásticas para este suceso como ponerles alambres de púas, cintas de peligro de colores llamativos, espantapájaros, fundas negras en las plantas pero nada de esto funciona y una parte de la cosecha se considera perdida por este motivo.

Existe otra plaga que también incide con menor porcentaje son los mosquitos que aunque no se alimentan de la fruta su ataque es menos dañino ya que no deja que se desarrolle el fruto y se seca, pero de su cosecha total los mosquitos se llevan unas cuantas moras a diferencia de los pájaros que se llevan un porcentaje significativo de la recolección total.

En cuanto al regadío de la cosecha se realiza en su totalidad por riego por goteo que es una tecnología muy eficiente aunque tarda mucho tiempo en cubrir los sembríos cuando se trata de terrenos de mayor longitud.

4.2 REQUERIMIENTOS

En base a las entrevistas realizadas a los productores de mora del sector “El Arbolito” de la parroquia Huachi Grande de la Provincia de Tungurahua que consta en el anexo A, se determinó los principales requerimientos:

1. Entrevistando al Sr. Manuel Salinas manifestó que su producción mejoraría si se tuviera un mejor mecanismo de riego para su producción que se active a las temperaturas óptimas para la mejora de la cosecha, como son en el caso del riego a una temperatura de 10°C y 15°C mientras que para prevenir que las heladas afecten a la planta se tendría que implantar un sistema de calefacción que se active a una temperatura de entre 0°C y 5°C ya que el sistema que tiene instalado para el riego (riego por goteo) tarda mucho, se desperdicia el agua y las personas encargadas a esta actividad pierden mucho tiempo monitoreando el riego en los sembríos, expreso que esto es un malestar constante debido a que en el sector el agua se reparte para todos los moradores que tienen plantaciones grandes y se turnan para llenar su tanque de agua que debe durar para el regadío de toda la semana.

2. En cambio el Sr. Tarquino Espín permitió observar su terreno y manifestó que su sistema de riego estaba en óptimas condiciones pero expresó que lo que el necesita es un sistema de fumigación que se parezca al sistema de riego por goteo ya que al momento de fumigar las personas que realizan este proceso se exponen mucho, además es muy cansado y en su mayoría las personas que lo hacen sobrepasan los 40 años.
3. El entrevistado el Sr. Miguel Arcos, manifiesta que en su terreno específicamente las aves se alimentan de al menos el 20% de su cosecha y que le gustaría implantar un sistema que le permita ahuyentar a dichas aves sin hacerles daño puesto que tampoco es su intención matar al animal sino simplemente ahuyentarlas de sus sembríos.
4. El Sr. Segundo Freire Manifiesta que en temporada de frío en los meses: Julio y Agosto la cosecha es blanco de plagas que afectan a sus sembríos y secan el fruto, además si la planta no se poda de una manera adecuada la plaga puede afectar hasta con la muerte de la planta, el expresa que le sería de gran ayuda algún mecanismo tecnológico que controle las plagas en estas fechas.

Luego de realizar las entrevistas a los productores de mora de castilla y conocer sus necesidades se puede determinar que los principales requerimientos son:

- Sistema de control de plagas en las plantaciones de mora ubicadas en la provincia de Tungurahua, parroquia Huachi Grande, sector “El arbolito”.
- Sistema de control de temperatura que realice la activación del riego a una temperatura de entre 10°C y 15°C, mientras que la activación de la calefacción se realizará a una temperatura de entre 0°C y 5°C en las plantaciones de mora ubicadas en la provincia de Tungurahua, parroquia Huachi Grande, sector “El Arbolito.

4.3 Factibilidad

4.3.1 Técnica

El desarrollo del proyecto es técnicamente factible puesto que todos los equipos y elementos electrónicos a utilizarse en el diseño del proyecto son de fácil adquisición en el país.

4.3.2 Económica

Para el desarrollo del proyecto no se necesitan grandes gastos por lo tanto el investigador puede costear los gastos destinados a la realización del proyecto. Tanto la bibliografía como los implementos electrónicos son de fácil adquisición en el país por lo que no se adiciona ningún gasto de exportación.

4.3.3 Bibliográfica

La información necesaria para el desarrollo del presente proyecto está al alcance del investigador tanto en libros, revistas científicas, artículos informativos, periódicos, investigaciones, publicaciones en la web. Tanto el programa Pic C Compiler como el programa Pick Kit 2 y ISIS Proteus son de libre descarga o proporcionados por la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Para estos programas existen ejemplos claros en la web con su codificación y conexiones en los que se puede basar para la realización del presente proyecto.

4.4 DIAGRAMA DE BLOQUES

A continuación se describen los sistemas de control electrónico requeridos por los agricultores.

- a. SISTEMA DE CONTROL DE PLAGAS EN LAS PLANTACIONES DE MORA UBICADAS EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA, PARROQUIA HUACHI GRANDE, SECTOR “EL ARBOLITO.

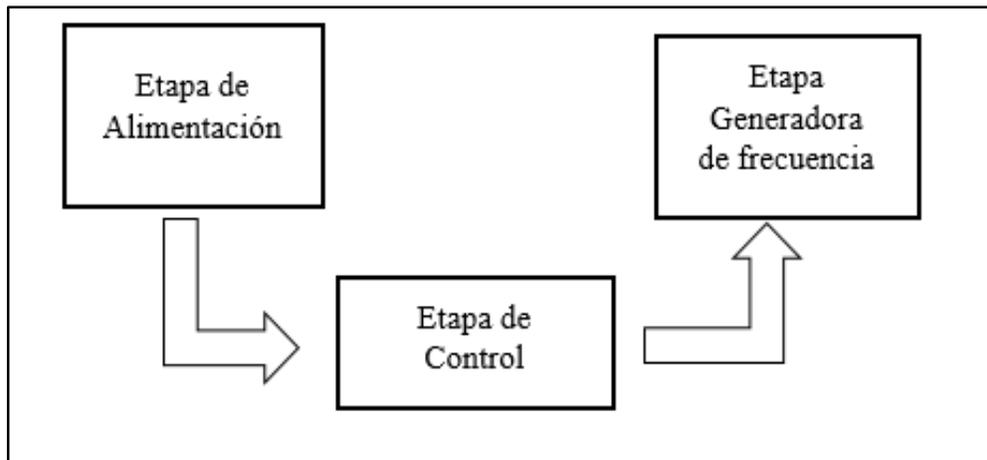


Figura 4.1 Diagrama de bloques del Sistema de Control de plagas

Fuente: Elaborado por la investigadora

El Sistema de control de plagas en las plantaciones de mora está diseñado en un orden y realizan una acción específica:

1. Se tiene un dispositivo de activación y desactivación del Sistema, en el caso de activación se envía la señal al Sistema de Control de Plagas.
2. Una vez que el sensor envía la señal, el Sistema de Control de plagas realiza las comparaciones respectivas y genera la frecuencia adecuada para que el ave se aleje de la planta sin hacerle ningún tipo de daño.
3. El ave siente la frecuencia enviada por el Sistema de Control de plagas y se ahuyenta sin ningún tipo de daño.

El Sistema de control de plagas en las plantaciones de mora como se muestra en el diagrama de bloques parte del terreno ubicado en la provincia de Tungurahua, parroquia Huachi Grande, sector “El Arbolito”, se tiene un interruptor de encendido y apagado para activar el circuito que se utilizara en caso de ser necesario ya que el Sistema es automático, una vez activado el sistema el sensor detectará la presencia de los animales y se activa el circuito encargado de emitir la frecuencia óptima por un tiempo determinado para que las aves y roedores que merodean las plantaciones de mora se ahuyenten y no hagan destrozos, el sensor seguirá detectando movimiento

de aves y roedores hasta que la persona encargada de manipular el sistema lo apague o ya no encuentre animales en el lugar.

b. SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA Y REGADÍO EN LAS PLANTACIONES DE MORA UBICADAS EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA, PARROQUIA HUACHI GRANDE, SECTOR “EL ARBOLITO

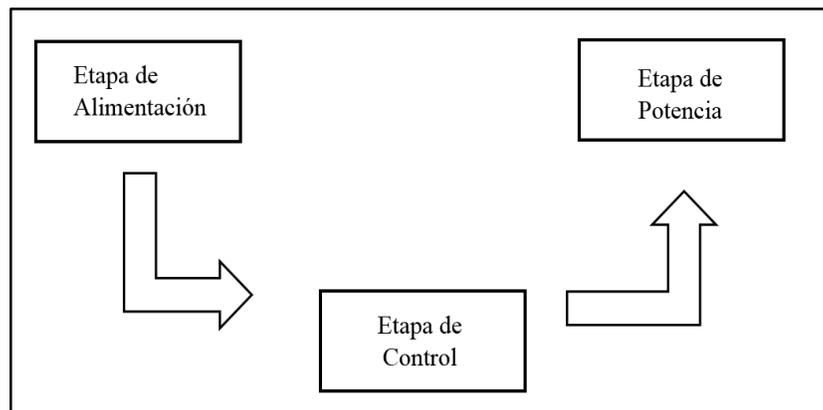


Figura 4.2 Diagrama de bloques del Sistema de Control de riego y calefacción

Fuente: Elaborado por la investigadora

El Sistema de control de temperatura y regadío en las plantaciones de mora está diseñado en un orden y realizan una acción específica:

1. El Sensor de temperatura detecta la temperatura ambiente de las plantas de mora.
2. El Sensor envía la señal al Sistema de Control de temperatura y regadío, aquí se realizan las comparaciones respectivas y se toman decisiones.
3. En caso de que el sensor marque una temperatura idónea para el riego se enviara la señal que activara la bomba.
4. Una vez activada la bomba se produce el riego automático en las plantaciones de mora y se detienen después de un tiempo prudencial de acuerdo al riego que se necesite.

5. Una vez que el sensor marque la temperatura idónea para la calefacción se activará el calefactor durante un tiempo determinado idóneo para el crecimiento de la planta.

El Sistema de Control de temperatura y regadío en las plantaciones de mora tiene un sensor de temperatura colocado estratégicamente para obtener la temperatura del terreno, una vez que la temperatura se encuentre entre 10 y 15 grados centígrados se enviara la señal al Sistema de activación que estará comandado por un microcontrolador el cual a su vez enviara la orden a la válvula para la activación de la bomba, la cual obtendrá el agua del tanque de reserva ubicado en el mismo terreno. De esta manera se procederá al regadío del terreno completamente ya que las mangueras de riego por goteo están ubicadas para que el agua pase por cada una de las plantas existentes, el sistema estará activado de acuerdo a la programación durante un tiempo determinado y una vez terminado este proceso se apagara el sistema.

De igual manera cuando la temperatura del terreno se encuentre entre 0 y 5 grados centígrados se activará el calefactor por un tiempo determinado el cual proveerá de temperatura a todas las plantas y no permitirá que las heladas afecten los sembríos.

Después de analizar los requerimientos por parte de los agricultores de la zona se procede a realizar las debidas comparaciones de los materiales y elementos a ser utilizados para escoger los más idóneos en la elaboración del prototipo.

4.5 COMPARACIÓN ENTRE MICROCONTROLADORES

A continuación se van a realizar las comparaciones entre dispositivos que se utilizaron tanto para el sistema de ahuyentamiento de plagas como para el sistema de riego y calefacción, luego de analizar las características de cada uno y realizar las respectivas comparaciones se procede a elegir el dispositivo más idóneo y que cumpla con los requerimientos del sistema para la implementación del prototipo.

4.5.1 COMPARACIÓN ENTRE MICROCONTROLADORES DE GAMA ALTA

Para la realización del prototipo es necesario contar con un microcontrolador de gama alta que tenga al menos tres puertos para entradas y salidas, además tiene que trabajar como multifunción permitiendo la comunicación de manera externos con otros dispositivos.

Microcontrolador 18F4550

- Posee 32 KB de memoria flash para almacenar los programas.
- Dispone de 35 Entradas/ Salidas.
- 2Kb de SRAM para memoria volátil.
- 256 bytes de EEPROM (memoria no-volátil) para almacenamiento permanente de datos.
- Cuenta con un número de ciclos de estructura/borrado en la Memoria Flash de 100.00. Más de 40 años de retención de datos Flash EEPROM.
- 1.000.000 ciclos de escritura / borrado en la memoria EEPROM.
- Las instrucciones son de 1 byte de longitud con la excepción de algunas que ocupan 2 bytes.
- Las características de la interface USB 2.00 FULL Speed incluyen: Un transmisor receptor en el dispositivo y un puerto paralelo para transferir datos directamente a periféricos externos con una mínima carga al CPU.
- Soporta hasta 32 endpoints (16 bidireccionales). El endpoints es un buffer que almacena múltiples bytes o un bloque de datos o un registro en el micro.
- Tiene un set de instrucciones extendido.
- 1KB de la RAM, puede ser dedicado al buffer USB.
- Watchdog timer extendido: programable de 41 ms a 131ms.
- Cuatro temporizadores (3 de 16 bits y uno de 8 bits).
- Módulo EUSART que soporta interface serie RS232.

- Puerto SSP de comunicación serie I2C y SPI.
- Convertidor A/D de 10 bits de resolución con más de 12 canales.
- 2 comparadores analógicos son multiplexación de entrada.
- 2 módulos Captura /Comparación/PWM con 16 bits de resolución.
- 2 Circuito detector de bajo voltaje, reset por caída de tensión. [22]

Distribución de pines

A continuación en la figura 4.3 se muestra la distribución de pines del PIC18F4550:

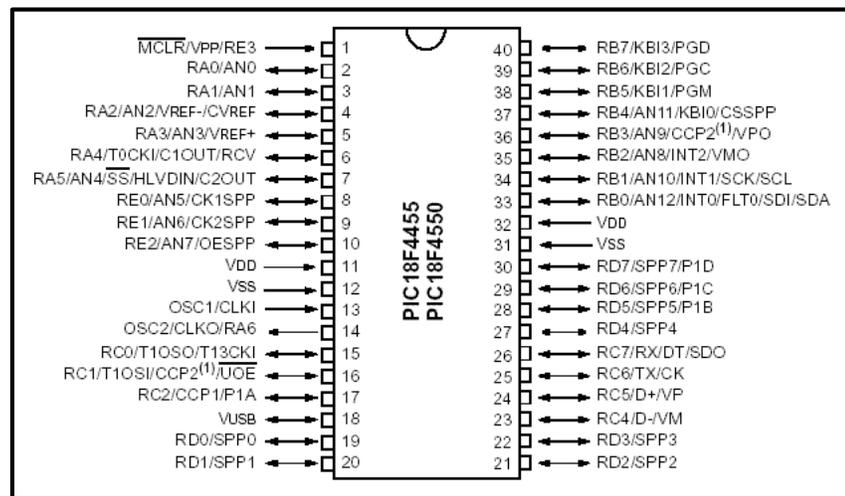


Figura 4.3 Distribución de pines PIC 18f4550

Fuente: <https://need4bits.wordpress.com/>

Microcontrolador 16F887

- Arquitectura RISC: El microcontrolador cuenta con solo 35 instrucciones diferentes, todas las instrucciones son uni-ciclo excepto por las de ramificación.
- Frecuencia de operación 0-20 MHz.
- Oscilador interno de alta precisión: Calibrado de fábrica, rango de frecuencia de 8MHz a 31KHz seleccionado por software.

- Voltaje de la fuente de alimentación de 2.0V a 5.5V: Consumo: 220uA (2.0V, 4MHz), 11uA (2.0 V, 32 KHz) 50nA (en modo de espera).
- Ahorro de energía en el Modo de suspensión.
- Brown-out Reset (BOR) con opción para controlar por software.
- 35 pines de entrada/salida: alta corriente de fuente y de drenador para manejo de LED, resistencias pull-up programables individualmente por software, interrupción al cambiar el estado del pin.
- Memoria ROM de 8K con tecnología FLASH: el chip se puede re-programar hasta 100.000 veces
- Opción de programación serial en el circuito: el chip se puede programar incluso incorporado en el dispositivo destino.
- 256 bytes de memoria EEPROM: los datos se pueden grabar más de 1.000.000 veces.
- 368 bytes de memoria RAM.
- Convertidor A/D: 14 canales, resolución de 10 bits.
- 3 temporizadores/contadores independientes.
- Temporizador perro guardián.
- Módulo comparador analógico con: dos comparadores analógicos, referencia de voltaje fija (0.6V), referencia de voltaje programable en el chip
- Módulo PWM incorporado.
- Módulo USART mejorado: soporta las comunicaciones seriales RS-485, RS-232 y LIN2.0, auto detección de baudios.
- Puerto Serie Síncrono Maestro (MSSP): soporta los modos SPI e I2C. [23].

Distribución de pines

A continuación en la figura 4.4 se muestra la distribución de pines del PIC 16F887:

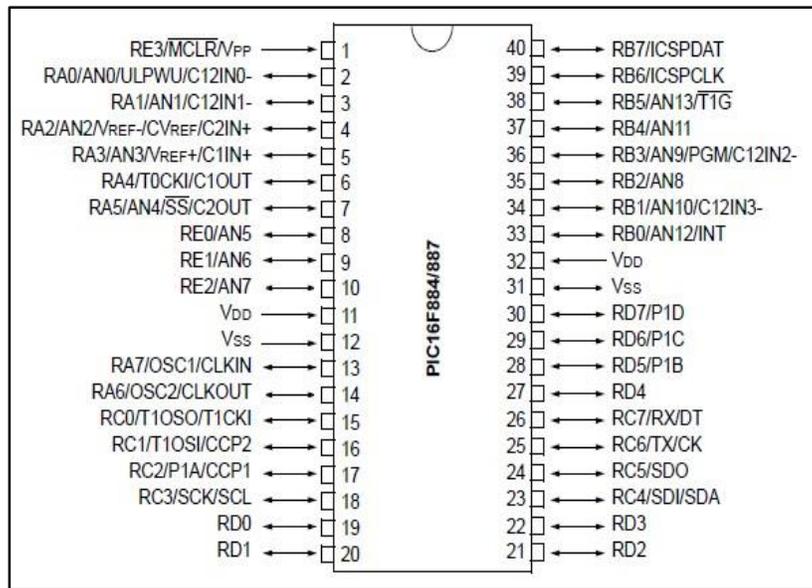


Figura 4.4 Distribución de pines PIC 16f877

Fuente: <https://cifpn1hectorm.files.wordpress.com/2013/04/pines.jpg>

Microcontrolador 16F877A

- Microcontrolador de 40 pines.
- 33 Entradas / Salidas.
- Empaque DIP de 18 pines (ideal para protoboard).
- Memoria de Programa de 2Kwords
- Memoria RAM con 224 registros.
- Memoria EEPROM de 128 bytes.
- Comparadores analógicos.
- USART (puerto serie) compatible con nuestro módulo FT232 para USB.
- Oscilador interno de 4MHz, externo hasta 20MHz.
- 2 Timer de 8bits.
- 1 Timer de 16 Bits.
- 32 instrucciones.
- Módulo de PWM.
- Módulo de CCP.

- Módulo ADC de 10 bits.

Distribución de pines

A continuación en la figura 4.5 se muestra la distribución de pines del PIC 16F877A:

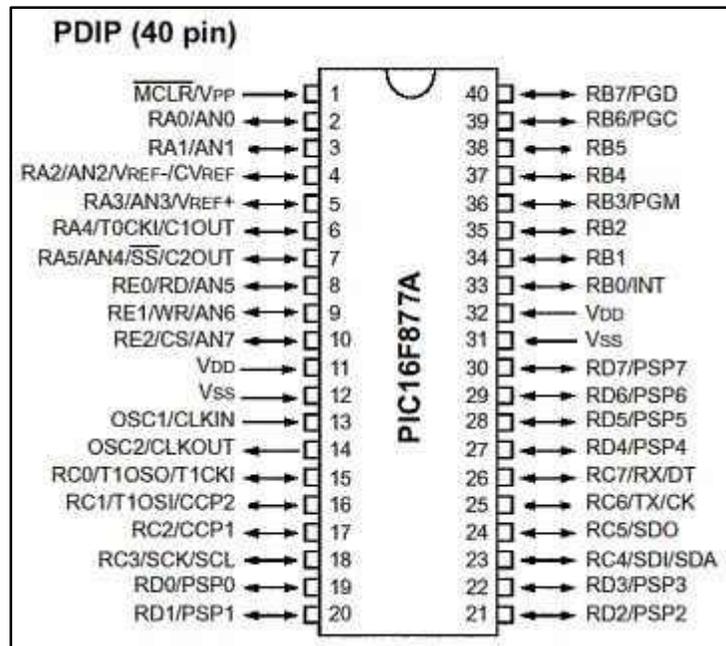


Figura 4.5 Distribución de pines PIC 16f877A

Fuente: <http://www.bilbaoelectronics.com/pines-16f877a.html>

En la tabla 4.1 se muestra la comparación entre los microcontroladores ya mencionados.

Tabla 4.1 Comparación entre microcontroladores

Características	18F4550	16F887	16F877A
Frecuencia de operación	0-48Mhz	0-20 MHz	0-20 MHz
Memoria Flash	32K de instrucciones	8K de instrucciones	8K de instrucciones
Memoria RAM (Bytes)	1K	368	368
Memoria EEPROM (Bytes)	256	256	256
Puertas de entrada / salida	A,B,C,D,E	A,B,C,D,E	A,B,,C,D,E
Temporizadores	4	3	3
Numero de pines	40	40	40
Set de instrucciones	Extendido (75 instrucciones)	35	35
Alimentación	2.0 a 5.5 V	2.0 a 5.5 V	3.0 a 5.5 V
Corriente Máxima	250 mA	250mA	250mA
Convertidor A/D	13 canales	14 canales	8 canales

Fuente: Investigadora

Para el proyecto se requiere un microcontrolador que sea de gama alta puesto que se necesita una mejor velocidad de transmisión de datos, además se necesita tres puertos para entras y salidas, que tenga una memoria superior ya que se va a trabajar con dispositivos externos como un reloj arduino y una lcd y es necesario contar con 1K d memoria RAM. De la gama de los microcontroladores 18F se tomó en cuenta al pic 18F4550 ya que cumple con las necesidades del proyecto y cuenta con 4 temporizadores para el uso del mismo.

4.4.2 COMPARACIÓN ENTRE MICROCONTROLADORES DE GAMA BAJA

Para la activación de los dispositivos externos, tanto de la placa de potencia para la activación del calefactor, como para la placa de potencia para la activación de la válvula y para la activación de la bomba de agua, es necesario la utilización de un pic de gama baja que tenga al menos 3 entradas/ salidas para la realización de estos procesos.

Para el circuito de ahuyentamiento se necesita tener 3 un pic que tenga al menos 3 entras / salidas para leer los datos del sensor ultrasónico y realizar las comparaciones respectivas.

Microcontrolador 12F629

- Sólo 35 instrucciones.
- 6 entradas / salidas.
- Opciones de oscilador Interno y externo. Oscilador interno de 4Mhz calibrado de fábrica a +/- 1%.
- Amplio rango de voltaje - 2.0V a 5.5V
- Rango de temperaturas Industrial y extendida. Soporte para Oscilador externo a cristal y resonador.
- Entradas/salidas con control de dirección individual. Alta corriente suministrada: 25mA.
- Entradas multiplexadas programables. [24]

Distribución de pines

A continuación en la figura 4.6 se muestra la distribución de pines del PIC 12F629:

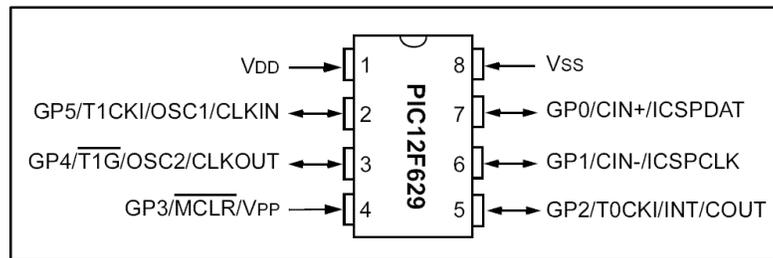


Figura 4.6 Distribución de pines PIC 12F629

Fuente: <http://www.elektronik.si/phpBB2/viewtopic.php?t=159>

Microcontrolador 16F628A

- Velocidad de operación hasta 20MHz con un oscilador externo.
- Oscilador interno RC (Resistencia condensador) de 4MHz con $\pm 1\%$.
- Admite 8 configuraciones del oscilador.
- 8 niveles de pila.
- Arquitectura Harvard para el procesador (Acceso independiente de memoria de datos y de programa).
- Conjunto reducido de instrucciones (35) gama media.
- Instrucciones de un ciclo excepto los saltos (200 ns por instrucción a 20 MHz).
- Resistencias Pull-Up programables en el puerto B.
- Pin RA5 MCLR programable como reset externo o pin de entrada.
- Rango de operación desde 3 a 5.5 V.
- 15 pines de I/O y uno solo de entrada (RA5).
- Temporizador perro guardián WDT independiente de oscilador.
- Programable con bajo voltaje LPV (5V).
- Programación serial en Circuito ICSP por 2 pines: RB6 reoj y RB7 datos.
- Código de protección programable por sectores.

- Memoria de programa Flash 2048K de 100000 ciclos de escritura/borrado.
- Memoria de datos EEPROM de un millón de ciclos de escritura/borrado de 100 años de retención.
- circuitos comparadores análogos con entradas multiplexadas.
- Timers, Timer 0 a [25]8 bits, Timer 1 a 16 bits y Timer 2 a 8 bits.
- Módulos CCP, captura y compara 16 bits y PWM, modulación de ancho de pulso 10 bits.
- Módulo de comunicación serial USART/SCI. [25]

Distribución de pines

A continuación en la figura 4.7 se muestra la distribución de pines del PIC16F628A:

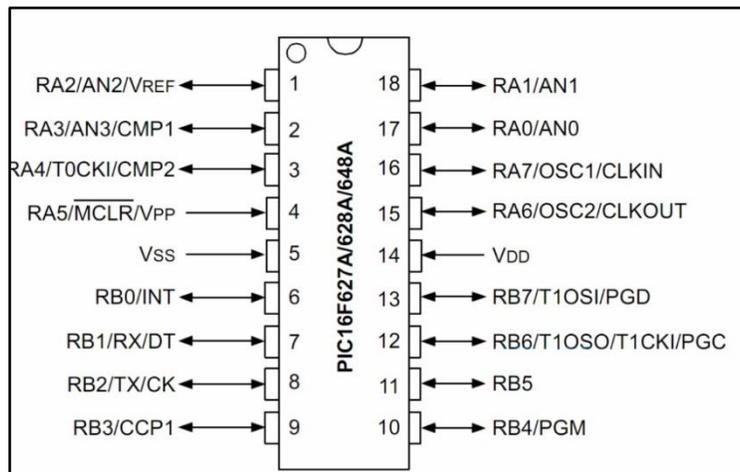


Figura 4.7 Distribución de pines PIC 12F629

Fuente: <http://robtech.com.mx/docs/semiconductores/microcontroladores/paginas/16F628A.html>

Microcotrolador 16F876

- CPU tipo RISCC de altas prestaciones.
- Repertorio de 35 instrucciones de una palabra.
- 22 entras/salidas.
- Todas las instrucciones son de un único ciclo, excepto las de salto, que llevan dos.
- Velocidad de trabajo de 20 Mhz, con un ciclo de instrucción de 200 ns.
- Memoria de programa tipo flash de 8 Kpalabras.
- Memoria de datos de 368 bytes.
- Memoria EEPROM de datos de 256 bytes.
- Patillaje compatible con PIC16C73B/74B/76/77.
- Hasta 14 fuentes de interrupción.
- Modos de direccionamiento directo, indirecto y relativo.
- Circuito supervisor (watchdog).
- Tecnología de alta velocidad y bajo consumo en la memoria CMOS EEPROM/FLASH.
- Acceso para lectura o escritura a la memoria de programa.
- Convertidor multicanal analógico digital de 10 bits.
- Gran margen de alimentación entre 2 y 5,5 voltios.
- Corriente de salida de 25 mA.
- Bajo consumo. [26]

En la tabla 4.2 se muestra la comparación entre los microcontroladores ya mencionados.

Tabla 4.2 Comparación entre microcontroladores

Características	12F629	16F628A	16F876A
Frecuencia de operación	0-20 MHz	0-20 MHz	0-20 MHz
Convertidor A/C	10 bits de resolución	10 bits de resolución	10 bits de resolución
Puertos de Entrada / Salida	A	A,B	A,B,C
Timers	1	3	3
Alimentación	2.0 a 5.5 V	2.0 a 5.5 V	2.0 a 5.5 V
Pines	8	18	28
Set de instrucciones	35	35	35

Fuente: Investigadora

Entre estos tres microcontroladores se escogió al microcontrolador 16F628A por ser el pic más básico de gama media que se pudo encontrar en el mercado ya que solo es necesario hacer uso de 3 entradas / salidas, y con los pines restantes se pueden hacer futuras conexiones para mejorar el sistema. Se escogió el microcontrolador 16F628A tanto para la activación de los dispositivos externos del circuito de control de riego y calefacción, así como para leer y realizar las comparaciones del sensor ultrasónico en el circuito de ahuyentamiento.

4.6 COMPARACIÓN ENTRE SENSORES DE TEMPERATURA

Para el circuito de control de riego y calefacción es necesario hacer uso de un sensor de temperatura preciso que soporte permanecer a la intemperie en el terreno de moras, que resista los cambios bruscos de temperatura y que genere los datos con exactitud.

4.6.1 Sensor de Temperatura DS18B20

Fabricada por Maxim es un pequeño sensor de temperatura con una precisión de 9 a 10 bits de precisión desde -55C a 125C con un margen de error de tan solo 0.5 grados. No requiere de componentes externos para su funcionamiento.

- Interfaz de 1 solo hilo, es decir que requiere un solo pin para comunicaciones.
- Cada dispositivo cuenta con un único número de serie de 64 bits almacenado en su ROM interna.
- Capacidad de multidespliegue (Multidrop) simplifica las aplicaciones de monitoreo distribuido de temperatura.
- No requiere componentes externos.
- Puede ser energizado desde la línea de datos. Rango de voltaje de alimentación: 3.0V a 5.5V.
- Mide la temperatura de -55°C a $+125^{\circ}\text{C}$ (-67°F a $+257^{\circ}\text{F}$).
- Precisión de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ de -10°C a $+85^{\circ}\text{C}$.
- Resolución seleccionable por el usuario de 9 a 12 bits.
- Convierte la temperatura a una palabra de 12 bits en 750ms (max.).
- Configuraciones de alarma definibles por el usuario no volátil (NV).
- Comando de búsqueda de alarma identifica la dirección del dispositivo cuya temperatura está fuera de los límites preprogramados (condición de alarma de temperatura).
- Las aplicaciones incluyen controles de termostato, sistemas industriales, productos de consumidor, termómetros o cualquier sistema termalmente sensible.[27]

A continuación en la figura 4.8 se muestra la imagen del sensor DS18B20:



Figura 4.8 Sensor Ds18B20

Fuente: <https://www.openhacks.com>

4.6.2 Sensor de Temperatura LM35

El sensor LM35, es un sensor de temperatura integrado de precisión cuyos rangos de operación oscilan desde los -55°C hasta los 150°C , teniendo en cuenta que este tipo de sensores ofrecen una precisión de $\pm 1.4^{\circ}\text{C}$ a temperatura ambiente. Además de ello, son del tipo lineal; es decir, que no es necesario forzar al usuario a realizar conversiones debido a que otros sensores están basados en grados Kelvin. En la figura 4.9 se observa un sensor LM 35.

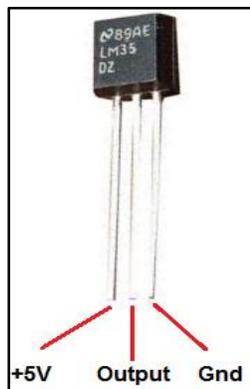


Figura 4.9 Sensor LM35

Fuente: <http://www.electronics-lab.com/tag/lm35/>

Un LM35 puede funcionar a partir de los 5 V (en corriente continua), sea por alimentación simple o por doble alimentación (+/-). Sus características más importantes se describen a continuación:

- Configurado para ser leído en grados Celsius.
- Factor de escala lineal de +10 mV / °C.
- Rango de trabajo entre -55 °C hasta 150 °C.
- Apropriado para aplicaciones remotas.
- Bajo costo.
- Funciona con tensiones entre 4 V hasta 30 V.
- Menos de 60 uA de consumo.
- Baja impedancia de salida, 0.1 W, para cargas de 1 mA. [28]

4.6.3 Sensor de Temperatura DHT 11

El DHT11 es un sensor de temperatura y humedad digital de bajo costo. Utiliza un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire circundante, y muestra los datos mediante una señal digital en el pin de datos (no hay pines de entrada analógica). Es bastante simple de usar, pero requiere sincronización cuidadosa para tomar datos.

- Alimentación: $3Vdc \leq Vcc \leq 5Vdc$.
- Rango de medición de temperatura: 0 a 50 °C.
- Precisión de medición de temperatura: ± 2.0 °C.
- Resolución Temperatura: 0.1°C.
- Rango de medición de humedad: 20% a 90% RH.
- Precisión de medición de humedad: 4% RH.
- Resolución Humedad: 1% RH.
- Tiempo de sensado: 1 seg.

En la tabla 4.3 se muestra la comparación entre los sensores de temperatura ya mencionados.

Tabla 4.3 Comparación entre sensores de temperatura

Características	DS18B20	LM35	DHT 11
Precio	15	6	8
Tamaño	6,5 x 0,4 x 2,5 cm	10.0 * 5.0 * 5.0 mm	12 x 15.5 x 5.5mm
Alimentación	3 a 5.5 V	4 a 30 V	3.3V a 5VDC
Rango de temperatura	-55 a 125 °C	-55 a 150 °C	0 a 50°C
Tiempo de sensado	750 ms	1 s	1s
Tipo de señal de salida	Digital	Analógica	Digital
Error	0.5 °C	En un rango de 100 °C Menor a 1°C	0.1 °C

Fuente: Investigadora

Se eligió el sensor DS18B20 por tener una salida Digital y no requiere ningún tipo de acondicionamiento, además de tener un rango de error mínimo en comparación a los otros sensores, posee una mayor precisión en la toma de datos, sin embargo su principal característica es que es impermeable y se ajusta a todo tipo de cambio climático.

4.7 COMPARACIÓN ENTRE SENSORES ULTRASÓNICOS

Para la detección de los animales considerados como plagas es necesario hacer uso de un sensor que pueda detectar el movimiento de los mismos, es por esto que se debe hacer uso de 2 sensores ultrasónicos, uno para las aves y otro para los roedores.

4.7.1 Sensor Ultrasónico HC –Sr04

El sensor ultrasónico HC-SR04 es uno de los sensores más utilizados dentro de la comunidad debido a su bajo costo e intervalo de detección ya que es bastante amplio. Va desde los 2 cm hasta 5 m a una resolución o precisión de 3 mm.

Este sensor tiene el mismo funcionamiento que un radar ya que envía pulsos a alta frecuencia en este caso ultrasónicos. Está compuesto por dos piezoeléctricos: un transmisor y receptor ambos en forma de cilindro como se puede observar en la figura 4.10.

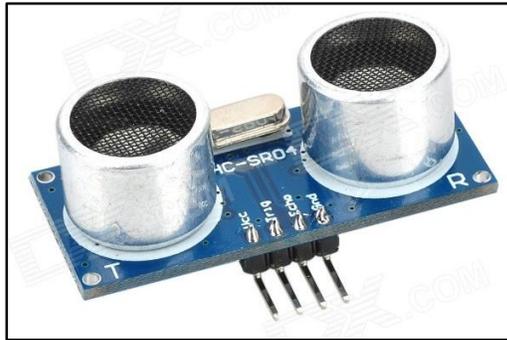


Figura 4.10 Sensor ultrasónico HC-SR04

Fuente: <https://www.bananarobotics.com/shop/HC-SR04-Ultrasonic-Distance-Sensor>

El transmisor se encarga de emitir la señal ultrasónica para luego ser rebotada a través de un objeto llegando al cilindro receptor. Debido a que la señal le tardará un tiempo en regresar desde que se emite, es obvio pensar que la velocidad con la cual llegará al receptor está íntimamente relacionada con la distancia de transmisión y rebote.

Características

- ❖ Dimensiones del circuito: 43 x 20 x 17 mm
- ❖ Tensión de alimentación: 5 Vcc
- ❖ Frecuencia de trabajo: 40 KHz
- ❖ Rango máximo: 4.0 m

- ❖ Rango mínimo: 2.0 cm
- ❖ Duración mínima del pulso de disparo (nivel TTL): 10 μ S.
- ❖ Duración del pulso eco de salida (nivel TTL): 100-25000 μ S.
- ❖ Tiempo mínimo de espera entre una medida y el inicio de otra 20 mS.
- ❖ Pines: VCC (Voltaje de Alimentación), TRIG (Pin de disparo), ECHO (Pin de eco), GND (Ground). [29]

4.7.2 Sensor Ultrasónico LV – MaxSonar

Este sensor de proximidad por ultrasonido compacto de Maxbotix, detecta objetos desde 0 a 6,45 m (21,2 pies) con una resolución de 2,5 cm (1”) para distancias superiores a 15 cm (6”). A diferencia de otros, el LV-MaxSonar no tiene prácticamente ninguna zona muerta: se puede detectar incluso pequeños objetos hasta tocar el frente del sensor. En la figura 4.11 se muestra el sensor Ultrasónico LV – MaxSonar.

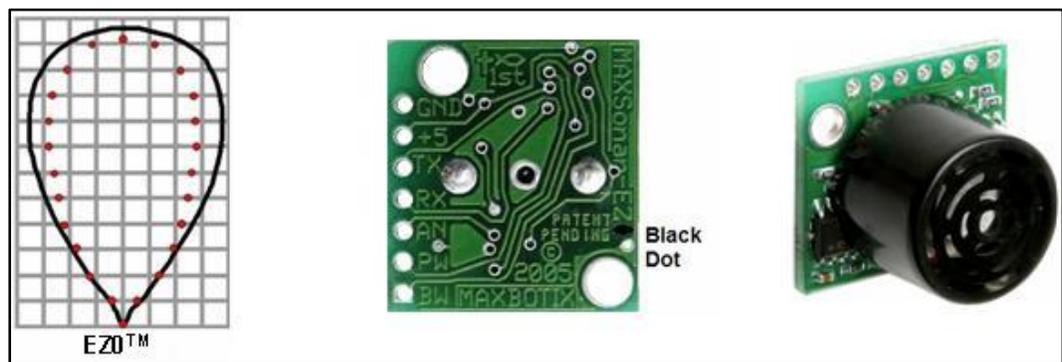


Figura 4.11 Sensor ultrasónico LV - MaxSonar

Fuente: http://store.jdrones.com/product_p/mb1000.htm

Características:

- ❖ Pequeño y ligero: 22 mm x 20 mm x 16 mm (0,870 “ x 0,785” x 0,645”), 4,3 g (0,15 oz).
- ❖ Detección de largo alcance: 0 a 6,45 m (21,2 pies).
- ❖ Sin zona muerta (detecciones de 0 a 6” se emiten como salida 6”).
- ❖ Resolución de 25,4 mm (1”).
- ❖ Bajo consumo de corriente típico: 2 mA.
- ❖ Rango de alimentación: 2,5 - 5,5 V.
- ❖ Sensor ultrasónico de 42 kHz.
- ❖ Velocidad de lectura 20 Hz.
- ❖ Tres interfaces (todas activas simultáneamente):
 - Salida serial: asíncrono, nivel lógico, invertida, 9600 bps 8N1.
 - Salida análoga: (Vcc/512)/pulgada (10 mV/pulgada cuando la tensión de entrada Vcc=5 V).
 - Salida de pulso ancho: 147 micro s/pulgada. [30]

En la tabla 4.4 se muestra la comparación entre los sensores de ultrasonido ya mencionados.

Tabla 4.4 Comparación entre sensores de ultrasonido

Características	HC –Sr04	LV – MaxSonar
Costo	13	45
Tamaño	(45 x 20 x 15) mm	(19,9 x 21,1 x 16,4) mm
Alimentación	5V	5V
Rango mínimo de detección	2 cm	15.2 cm
Rango máximo de detección	450 cm	600 cm
Tipo de señal de salida	Digital	Digital
Ángulo	60°	60°
Error	3mm	2.54 mm

Fuente: Investigadora

De los sensores mencionados se escogió el sensor ultrasónico HC –Sr04 ya cumple con un ángulo de detección total de 60°, este ángulo es ideal para el prototipo puesto que las medidas del mismo son 70 x 80 (cm) y la las plantas están ubicadas justo para que el ángulo de 60° detecte en el espacio requerido, también se escogió este sensor por el costo bajo además de que cuenta con una salida digital y no es necesario acondicionarla.

4.8 COMPARACIÓN ENTRE BOMBAS DE AGUA

Para el circuito de control de riego y calefacción se debe hacer uso de una bomba de agua que tenga la capacidad suficiente para repartir el agua por las mangueras y el riego sea eficiente en toda el área de terreno.

4.8.1 Bomba de agua EVANS Aqua 30W

Para la realización del proyecto se decidió utilizar la bomba de agua de marca EVANS código: AQUA 30W ya que es una bomba muy versátil, de tamaño compacto e ideal para el prototipo. El flujo de agua que expulsa la bomba es de 22 l/min que es un flujo suficiente como para abastecer el prototipo.

Las bombas para agua sumergibles de marca EVANS son un tipo de equipos que tienen un impulsor sellado a la carcasa impidiendo que el líquido en el cual este sumergido pueda pasar al motor eléctrico como se muestra en la figura 4.12. El par se sumerge en el fluido a bombear. La ventaja de este tipo de bomba es que puede proporcionar una fuerza de carga significativa pues no depende de la presión de aire externa para hacer ascender el líquido.



Figura 4.12 Bomba de agua Evans

Fuente: http://store.jdrones.com/product_p/mb1000.htm

- Esta bomba sumergible está diseñada para la fiabilidad y un funcionamiento ultra silencioso para proporcionar muchos años de servicio.
- Es anti-corrosivo, ácido-resistencia y durabilidad.
- El pequeño tamaño hace que la bomba sea fácil de ocultar o disfrazar.
- Ideal para acuarios, fuentes, surtidor y sistemas hidropónicos. [31]

En la tabla 4.5 se muestran las características técnicas de la bomba:

Tabla 4.5 Características bomba de agua Evans

Bomba Evans	
Tipo de Motor	Eléctrico
Potencia del Motor	0.00 hp
RPM del Motor	3450 RPM
Voltaje	120 V
Fases del motor	Monofásico
Protección térmica	No
BOMBA	
Tipo de Bomba	De fuente
Flujo Optimo	10.00 LPM
Numero de etapas	1 etapas
Diametro de succion	0.75 pulg
Diametro de descarga	0.50 pulg
Tipo de impulsor	Abierto
Material del cuerpo	Plástico
Material del impulsor	Plástico
Material del sello	Cerámica / Carbón / Acero inoxidable / Buna
Temp. Máx del Agua	40 C

Fuente: http://www.evans.com.mx/Especificaciones_evans.aspx?Familia=95&Articulo=295

4.8.2 Bomba de agua Holinpump

Bomba sumergible con cabezas de entrega diferente, control de flujo ajustable. Perfecto para uso interior o exterior. Diseño compacto, tranquilo, seguro y duradero. Alta eficiencia ahorrar en los costos de operación. Totalmente anticorrosiva. En la figura 4.13 se muestra la bomba de agua Holinpump



Figura 4.13 Bomba de agua Holinpump

Fuente: <http://www.amazon.es/amzdeal%2%AE-acuario-sumergible-Sumergible-circulaci%C3%B3n/dp/B00J96S09Y>

Funciona como: bomba de agua, bomba de fuente, fuente de jardín, bomba sumergible.

En la tabla 4.6 se muestran las características técnicas:

Tabla 4.6 Características bomba de agua Holinpump

Bomba Holinpump	
Modelo	HL-1200,HL1200F
Vatios	18W
Hmáx	200cm (pies)
Caudal	1200L/H (3175G/H)
Control de flujo	Si
Conexión de salida	13mm,16mm.19mm
Voltaje de Operación	120V,220-240V
Frecuencia	50/60 Hz

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/electrical-water-pump>

- Perfecto para uso interior o exterior.
- Diseño compacto, tranquilo, seguro y duradero.

- Alta eficiencia ahorrar en los costos de operación, y ahorro de energía hasta un 50% que antes.
- Totalmente anticorrosiva.
- Tiene alta resistencia dieléctrica impermeable.
- Estas bombas son adecuadas para agua dulce y agua salada. [32]

4.8.3 Bomba de agua Eheim

Esta bomba tiene un funcionamiento muy efectivo y silencioso. Puede regularse el flujo para adecuarla a las necesidades específicas de cada acuario. Incluye un sistema de seguridad que protege a los peces y a la bomba. Es una bomba muy versátil que puede emplearse para múltiples fines, aunque sólo está diseñada para funcionar dentro del agua. Es totalmente silenciosa y tiene un consumo eléctrico reducido. Es muy fácil de colocar gracias a su sistema de fijación mediante ventosas.

En la figura 4.14 se muestra a la bomba Eheim.



Figura 4.14 Bomba de agua Eheim

Fuente: <http://www.tiendanimal.es/eheim-bomba-agua-para-acuarios-compact-p-6754.html>

En la tabla 4.7 se muestran las características técnicas de la bomba de agua Eheim. [33]

Tabla 4.7 Características bomba de agua Eheim

Bomba de agua Eheim	
Rendimiento	150/600 L/H
Altura de bombeo	1.3 m
Consumo eléctrico	11W
Conexión lado salida	13mm diámetro
Dimensiones	8.4cm largo x 4.5 ancho x 6.5 alto

Fuente: <http://www.tiendanimal.es/eheim-bomba-agua-para-acuarios-compact-p-6754.html>

De las bombas ya mencionadas se escogió la bomba EVANS Aqua 30W por su rendimiento de 22 L/m ya que para el prototipo se necesita una bomba sencilla y con un caudal moderado para las plantas existentes, además esta bomba es muy versátil y cómoda para ser adecuada en cualquier superficie.

4.9 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

El Sistema de ahuyentamiento de plagas, calefacción y riego está diseñado para una plantación de mora ubicada en la parroquia Huachi Grande de la provincia de Tungurahua, este sistema básicamente se divide en dos subsistemas: El Sistema de ahuyentamiento de plagas y el sistema de calefacción y riego en base a la temperatura ambiente que se encuentre dicha plantación.

El sistema está dirigido específicamente a las plagas que más asechan las cosechas de mora y son las aves y los roedores. En la figura 4.15 se visualiza el diagrama de flujo del circuito de ahuyentamiento de plagas, se tienen dos sensores ultrasónicos estratégicamente ubicados para cada una de las plagas, su función será detectar el movimiento del animal, una vez detectado el movimiento este envía una señal al microcontrolador el cual se encarga de comparar la distancia detectada, si la distancia es mayor a 15cm en ambos

casos se envía la señal al generador de frecuencia NE555 el cual con la ayuda de un Zumbador o Buzzer generara la frecuencia exacta para ahuyentar las dos plagas que afectan los sembríos.

En la figura 4.16 se visualiza el diagrama de flujo del sistema de control de riego y calefacción, el cual tendrá un patrón de activación que será la temperatura. El sensor de temperatura estará sensando la temperatura ambiente del terreno mientras el sistema este activado, cuando se cumplan los parámetros establecidos tanto para la activación de la bomba ($10\text{ }^{\circ}\text{C} \leq t \leq 15\text{ }^{\circ}\text{C}$), como para la activación del calefactor ($0^{\circ}\text{C} \geq t \geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) se activarán las salidas, adicional a esto se tiene un reloj externo DS1307 que estará igualado en día, mes y año además de horas, minutos y segundos. El riego del terrero se necesita activar una sola vez al día por lo tanto el microcontrolador extraerá el dato de la hora para realizar una sola activación del regadío, los diagramas de flujo de estos procesos se encuentran en el Anexo C.1, C.2 y C.3

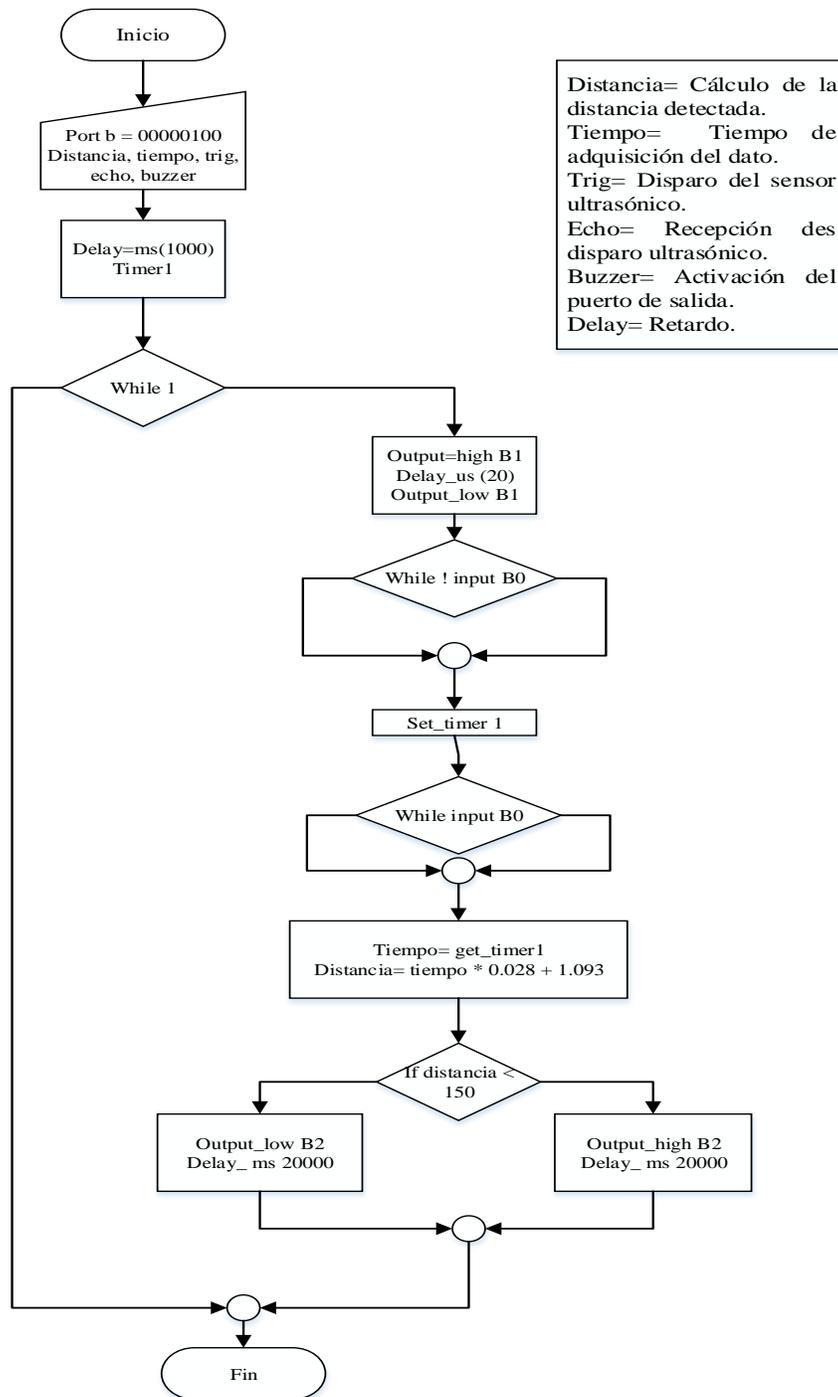


Figura 4.15 Flujograma del sistema de ahuyentamiento de plagas

Fuente: Realizado por la investigadora.

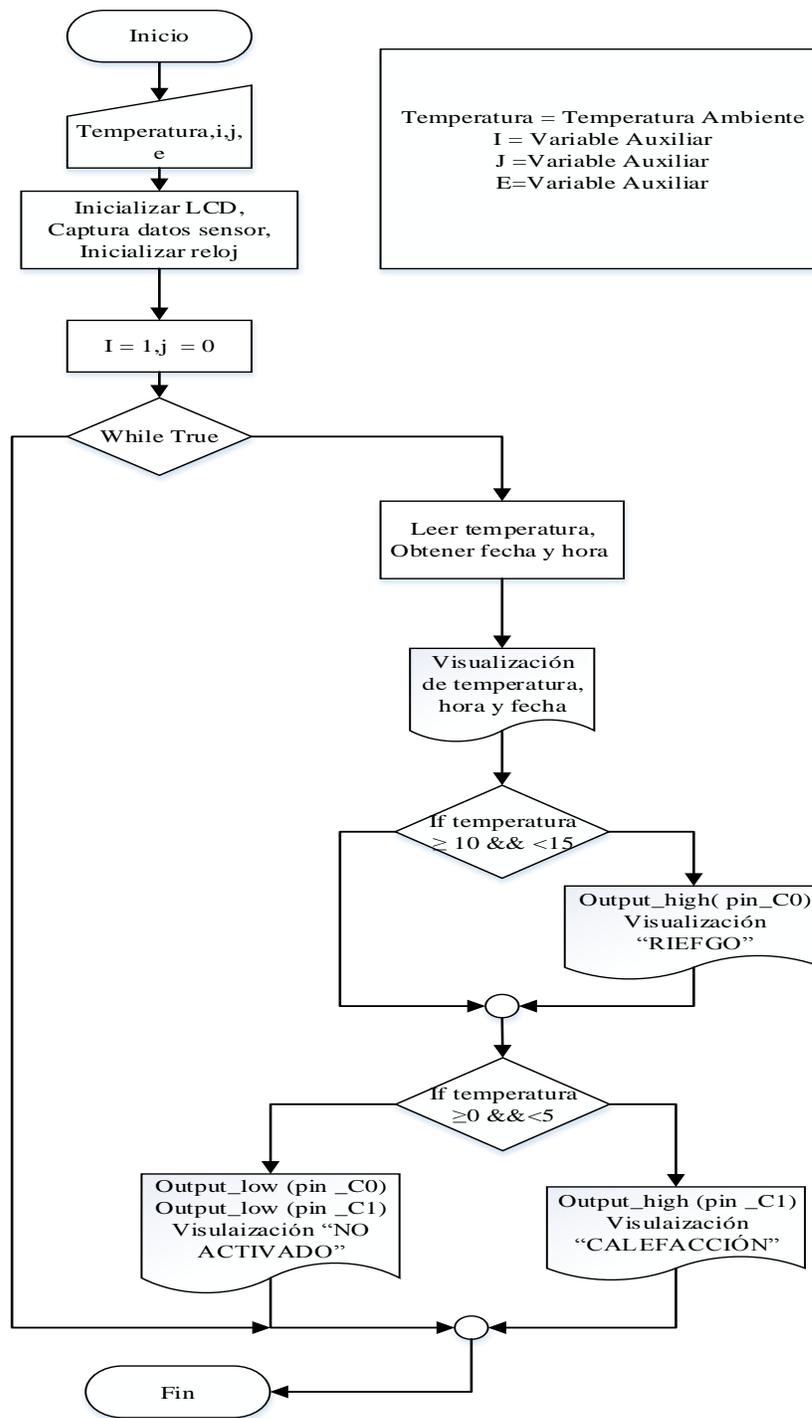


Figura 4.16 Flujograma del sistema de calefacción y riego.

Fuente: Realizado por la investigadora.

4.10 DISEÑO DEL CIRCUITO

Circuito de Ahuyentamiento de plagas

En la figura 4.17 se muestra el circuito general del Sistema de ahuyentamiento de plagas realizado en el simulador Proteus 8.0. En el Anexo B se detallan los diseños de las placas y simulaciones restantes.

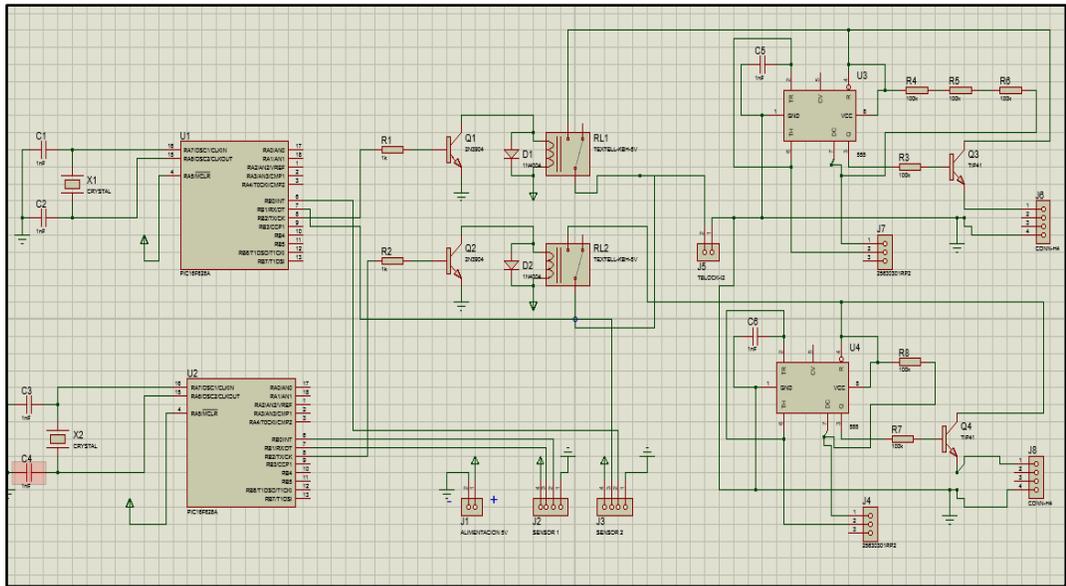


Figura 4.17 Simulación del circuito de ahuyentamiento

Fuente: Realizado por la investigadora

Para el diseño del circuito de ahuyentamiento de plagas lo primero que se toma en consideración son las bandas de frecuencia audibles de las plagas consideradas las más dañinas para el terreno.

A continuación en la figura 4.18 se muestra los rangos de frecuencia audibles de algunos animales sin embargo los animales que se van a tomar en cuenta para el proyecto son los que se consideran como plagas para los sembríos y son los roedores y las aves.

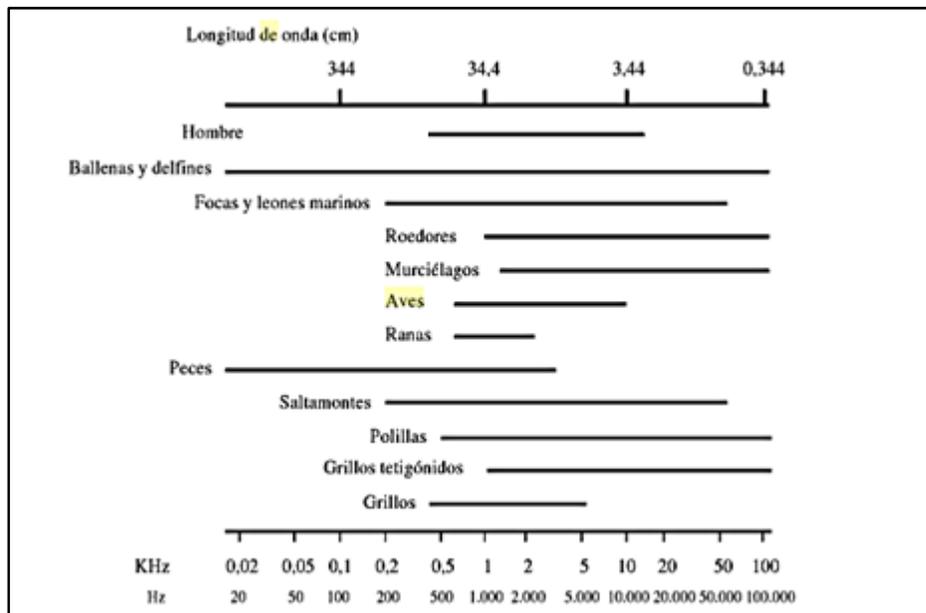


Figura 4.18 Frecuencia Audible de los animales

Fuente: (Cuenca, 2006)

Para la emisión de la frecuencia de las plagas mencionadas se necesita obtener la frecuencia intermedia de cada una de ellas:

$$f_i = \frac{f_{min} + f_{máx}}{2} [Khz] \quad [4.1]$$

Aves:

$$f_i = \frac{0,7 + 10}{2} [Khz]$$

$$f_i = \frac{10,7}{2} [Khz]$$

$$f_i = 5,35 [Khz]$$

Roedores:

$$f_i = \frac{1 + 100}{2} [\text{Khz}]$$

$$f_i = \frac{101}{2} [\text{Khz}]$$

$$f_i = 50.5 [\text{Khz}]$$

El dispositivo que se utiliza para generar la frecuencia es el circuito integrado generador de frecuencia NE555, a continuación en la figura 4.19 se muestra la configuración del mismo.

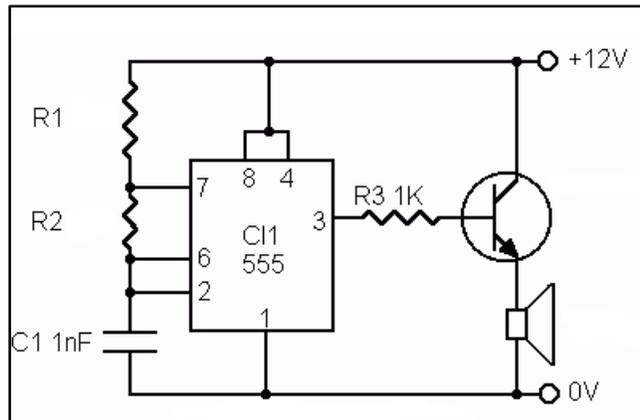


Figura 4.19 Configuración NE 555

Fuente: http://www.circuitoselectronicos.org/2008/12/funcionamiento-del-circuito-integrado_28.html

De acuerdo al valor de frecuencia que se requiere generar tanto para las aves como para los roedores se asume los valores de resistencias (R1, R2) y del capacitor, para ello se interpreta en la siguiente fórmula:

$$F = \frac{1.44}{((R1 + 2R2) * C)} \quad [4.2]$$

Donde:

F= Frecuencia que se requiere generar

1.44= Constante

R1= Resistencia 1

R2= Resistencia 2

C= Capacitor

Aves:

$$F = \frac{1.44}{((R1 + 2R2) * C)}$$
$$5.35[KHz] = \frac{1.44}{((100 + (2 * 93))[K\Omega] * (1 nF))}$$
$$5.35[KHz] = \frac{1.44}{((286)[K\Omega] * (1 nF))}$$
$$5.35[KHz] = \frac{1.44}{(286) * 10^{-6}[s]}$$
$$5.35[KHz] \approx 5.034[KHz]$$

Para la práctica se utilizó los valores de resistencias: para R2 se sumó las siguientes valores de resistencias: 39 kΩ + 39 kΩ + 15 kΩ que dio un valor de 93 kΩ. Para R1 se utilizó un potenciómetro de precisión de 500 kΩ, en la práctica fue necesario utilizar un potenciómetro de 500 kΩ, puesto que al regular el valor de resistencia con un potenciómetro de 100 kΩ no se obtuvo el valor de frecuencia requerido, se tiene que regular al potenciómetro a un valor de 305 kΩ para que se obtenga el valor de frecuencia de 2.9327 KHz que es el valor de frecuencia al cual se obtiene resultados favorable.

Dicho esto en la tabla 4.8 se muestra los valores que se utilizaron para la práctica.

Tabla 4.8 Resistencias del NE 555

Aves	
R1(Potenciómetro)	500 [KHz]
R2	93 [KHz]

Fuente: Elaborado por la investigadora

Roedores:

$$F = \frac{1.44}{((R1 + 2R2) * C)}$$

$$50.5 [KHz] = \frac{1.44}{((10 + (2 * 9.4))[K\Omega] * (1 nF))}$$

$$50.5 [KHz] = \frac{1.44}{((28.8)[K\Omega] * (1 nF))}$$

$$50.5 [KHz] = \frac{1.44}{(28.8) * 10^{-6}[s]}$$

$$50.5 [KHz] \approx 50.00[KHz]$$

Para la práctica se utilizó los valores de resistencias: R1: un potenciómetro de precisión de 100 KΩ, para R2 se sumó los valores de resistencias: 8.2 kΩ + 1.2kΩ.

Se tiene que regular al potenciómetro de precisión de 100 KΩ a un valor de 10.4 k Ω para que se obtenga un valor de frecuencia de 51.24 KHz, que en la práctica tuvo un resultado idóneo, con ese valor de frecuencia se pudo ahuyentar con éxito a los roedores.

En la tabla 4.9 se muestra los valores de resistencia utilizados en la práctica para generar la frecuencia idónea de ahuyentamiento de roedores.

Tabla 4.9 Resistencias del NE 555

Roedores	
R1(Potenciómetro)	100 [KHz]
R2	9.4 [KHz]

Fuente: Elaborado por la investigadora

ETAPA DE ALIMENTACIÓN

En la figura 4.20 se muestra el diagrama de bloques de la etapa de alimentación.

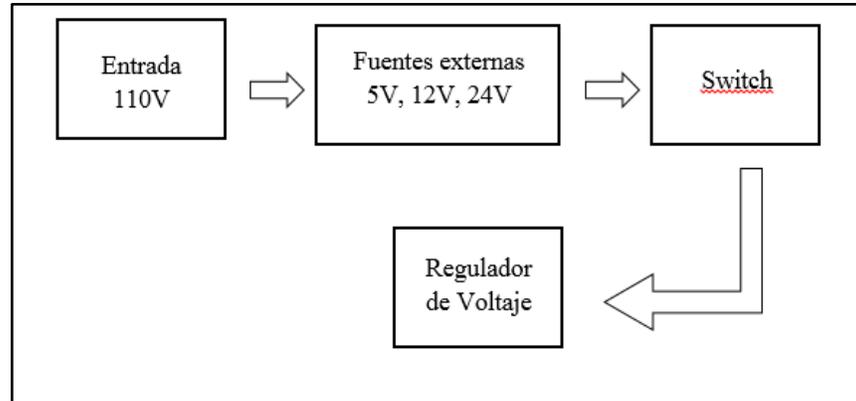


Figura 4.20 Diagrama de bloques Etapa de Alimentación

Fuente: Elaborado por la investigadora

Para la alimentación se tiene una entrada de 110 V generada por la red eléctrica convencional, dicha entrada nos ayuda a generar voltajes de 5V, 12V a través de fuentes respectivamente, los cuales servirán de alimentación del microcontrolador, de los buzzers,.

Para activar el circuito de ahuyentamiento es necesario el uso de dos switches: el uno que servirá para la alimentación del microcontrolador 16F628A, y el otro switch para la etapa de generación de frecuencia.

Una vez presionado el switch el circuito se cierra dando paso al regulador de voltaje, quien se encarga de generar el voltaje adecuado para el correcto funcionamiento de las etapas posteriores.

ETAPA DE CONTROL

En la figura 4.21 se muestra el diagrama de bloques de la etapa de control.

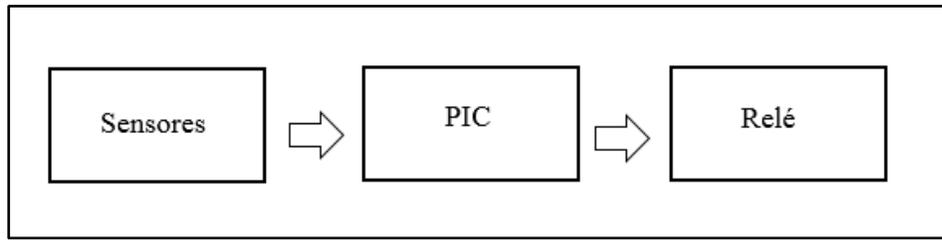


Figura 4.21 Diagrama de bloques Etapa de Control

Fuente: Elaborado por la investigadora

Para detectar la presencia del animal se utilizan dos sensores ultrasónicos Hc-sr 04, los cuales poseen un ángulo reflectivo de 30° , como se muestra en la figura 4.22

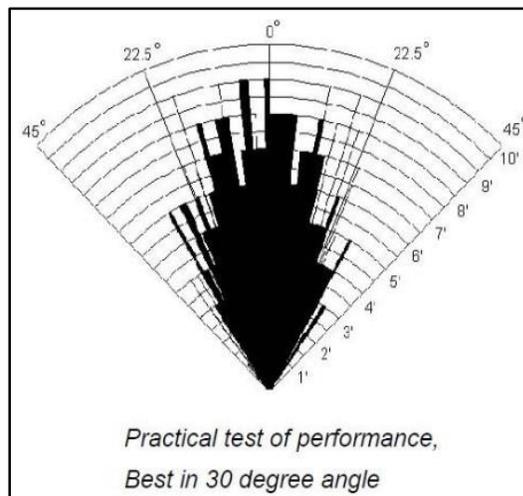


Figura 4.22 Angulo reflectivo sensor ultrasónico HC-SR04

Fuente: Datsheet del producto

El ángulo efectivo para este sensor es de 15° , esto indica que el sensor podrá detectar objetos a un rango de 30° , 15° hacia la derecha e izquierda del ángulo cero.

Estos sensores están ubicados estratégicamente en el prototipo, uno colocado en la parte inferior del prototipo que servirá para detectar la presencia de roedores, y el otro ubicado en la parte superior a una distancia aproximada de 1m que detectará la presencia de las aves.

Cabe indicar que para la detección de los animales se requiere conocer la distancia a la cual el sensor se activará, por lo cual se hace uso de la siguiente fórmula:

$$d = \frac{(Trigger - Echo) * (340 \text{ m/s})}{2}$$

En donde:

Trigger – Echo = Tiempo entre Trig y Echo o Distancia de transmisión y rebote.

340 m/s = Velocidad del sonido.

Una vez que el sensor detecte cualquiera de las plagas, este enviará una señal al microcontrolador 16F628A.

Antes de empezar la programación es necesario saber algunas características fundamentales del sensor ultrasónico Hc-sr 04:

- Para que el módulo inicie su trabajo es necesario enviar un pulso TTL (típicamente 5 V) con una duración de 10 us.
- Una vez se haya enviado este pulso a través del pin TRIG entonces el módulo comenzará a trabajar internamente enviando varios pulsos ultrasónicos de 40 kHz aproximadamente, como se ilustra en la figura 4.23.

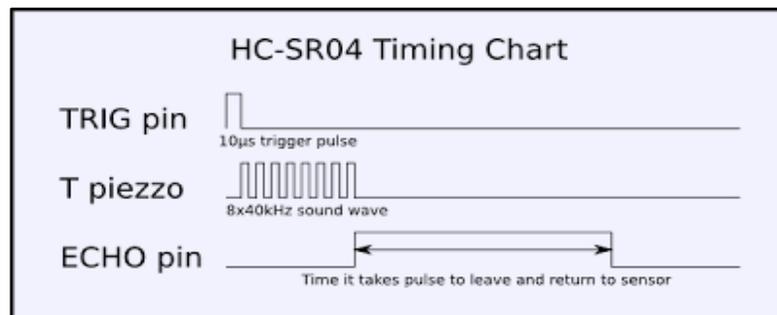


Figura 4.23 Diagrama de temporización sensor ultrasónico HC-SR04

Fuente: Datasheet del producto

- Una vez que el módulo haya enviado ocho pulsos, el pin de eco enviará la distancia a la cual está el objeto en forma de pulsos con nivel TTL de amplitud más baja.
- Dependiendo del ancho del pulso que emita el receptor, se tendrá distintos valores de distancias.

Para empezar la programación del microcontrolador se requiere de un lenguaje para lo cual se escoge el software PIC C Compiler. En este software lo primero que se realiza es incluir la librería del microcontrolador a ser utilizado, después se realiza las configuraciones respectivas de los parámetros más importantes y se procede a realizar la codificación de cada una de las instrucciones que debe cumplir el programa como primer punto debemos realizar una comparación del sensor mediante la siguiente línea de código:

Input (ECHO) esta línea nos verifica si el pic ha recibido la señal de activación.

Si cumple esta condición el microcontrolador internamente realiza los cálculos de la distancia mediante la fórmula ya mencionada y compara la distancia medida con la establecida que se toma como referencia 15cm si cumple esta condición se activa un nuevo puerto de salida y envía la señal a la siguiente etapa.

Para la activación de la salida que envía la señal a la siguiente etapa se utilizara un tiempo determinado que estará dado por la siguiente línea de código:

`delay_ms(20000);` retardo de 20 segundos permitiendo al puerto ser activado durante dicho tiempo

El microcontrolador va a estar todo el tiempo recogiendo los datos del sensor debido a que en la programación se le asigna que realice un ciclo infinito.

A continuación se muestra las líneas de código del programa principal:

```

#include <16F628A.h>

#FUSES NOWDT           //No Watch Dog Timer

#FUSES HS              //Internal RC Osc, no CLKOUT

#FUSES NOPUT          //No Power Up Timer

#FUSES NOPROTECT      //Code not protected from reading

#FUSES NOBROWNOUT     //No brownout reset

#FUSES MCLR           //Master Clear pin used for I/O

#FUSES NOLVP          //No low voltage prgming, B3(PIC16) or B5(PIC18)
used for I/O

#FUSES NOCPD          //No EE protection

#use delay(clock=4000000)

int16 time;

float distance;

#define trig pin_B1

#define echo pin_B0

#define buzzer pin_B2

#define led pin_B3

void main()

{

delay_ms(1000);

setup_timer_1(T1_INTERNAL|T1_DIV_BY_8);

```

```
while(true)
{
output_high(trig);
delay_us(20);
output_low(trig);
while(!input(ECHO))
{}
set_timer1(0);
while(input(ECHO))
{}
time=get_timer1();
if (distance < 15){ //cm
output_high(buzzer);
delay_ms(20000);
delay_ms(20);
}
else{
output_low(buzzer);
delay_ms(20);
}
```

}
}

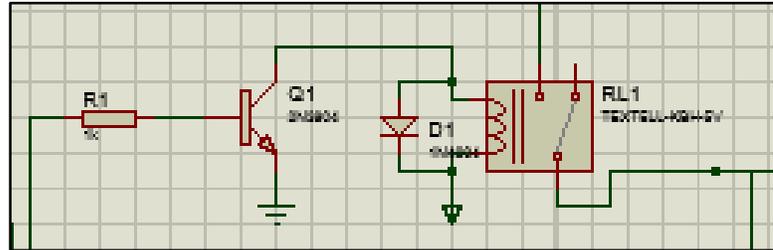


Figura 4.24 Etapa de control

Fuente: Elaborado por la investigadora.

Una vez programado al microcontrolador se activa un puerto mediante la condición de distancia de los sensores, en la figura 4.24 se muestra parte de la etapa de control la cual parte del puerto de activación del microcontrolador hacia una resistencia denominada como R1 a través de la cual se recibe una señal generada por el microcontrolador, esta ingresa a un transistor el cual trabaja como un interruptor, al recibir la señal este se cierra y conmuta al relé durante un tiempo de 20segundos activando la siguiente etapa.

En la figura 4.25 se muestra la señal de salida generada en la simulación mediante un osciloscopio.

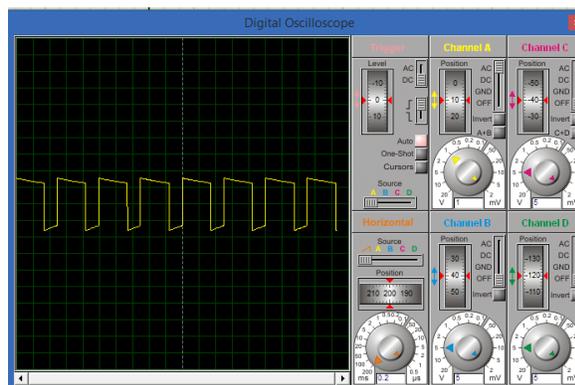


Figura 4.25 Señal de frecuencia ahuyentadora de aves generada por el sistema.

Fuente: Elaborado por la investigadora.

Se observa una señal cuadrada generada por el circuito de ahuyentamiento de las aves, el cual genera una frecuencia aproximada de 5.43 [KHz].

En la figura 4.26 se muestra la señal de salida del circuito referente al ahuyentamiento de los roedores, el cual genera una frecuencia aproximada de 50.84 [KHz].

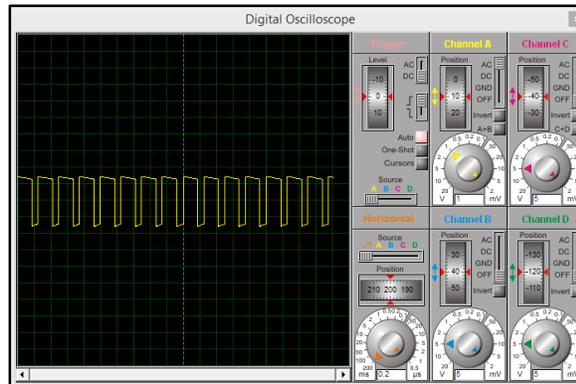


Figura 4.26 Señal de frecuencia ahuyentadora de roedores generada por el sistema.

Fuente: Elaborado por la investigadora en.

ETAPA GENERADORA DE FRECUENCIA

En la figura 4.27 se muestra la etapa generadora de frecuencia.

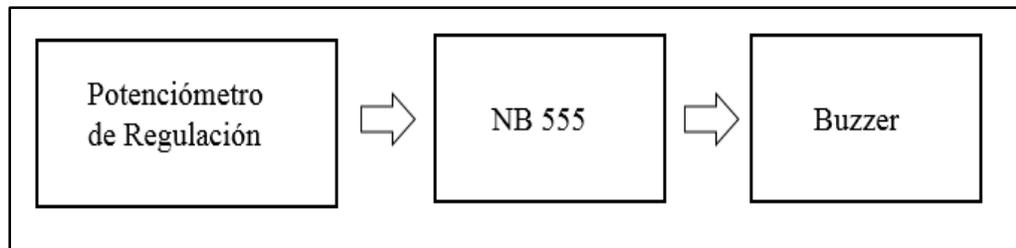


Figura 4.27 Diagrama de bloques Etapa Generadora de Frecuencia

Fuente: Elaborado por la investigadora

En la etapa generadora de frecuencia lo primero que se requiere es recibir la señal conmutada por el relé para pasar a un proceso de regulación la cual se realiza mediante un potenciómetro, este realiza la función de ajustar el valor de la resistencia para que pueda enviar la señal al generador de pulsos.

La señal es recibida por un integrado generador de pulsos o también conocido como NE555 en este proceso se genera una onda cuadrada la cual va a ser transmitida y su ancho de pulso va a depender de la frecuencia regulada y se encontrará activado durante un tiempo de 20 segundos.

Para emitir la frecuencia generada por el NE555 se requiere la utilización de un buzzer el cual es activado mediante una salida del generador de pulsos tanto para aves así como para roedores.

Este transductor que se encarga de transformar energía eléctrica en acústica. Posee dos terminales una positiva donde se envía la señal eléctrica y otra negativa por lo general puesta a tierra como se ilustra en la figura 4.28.

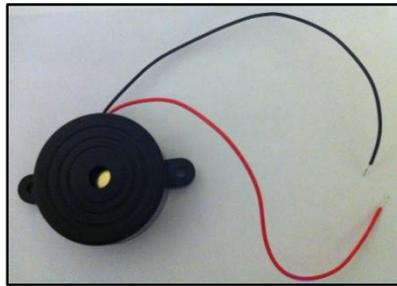


Figura 4.28 Buzzer

Fuente: [http://www.radionorte1.com.ar/baffles%20y%20parlantes.html#BOCINA RECTANGULAR](http://www.radionorte1.com.ar/baffles%20y%20parlantes.html#BOCINA_RECTANGULAR)

CIRCUITO DE CONTROL DE RIEGO Y CALEFACCIÓN

En la figura 4.29 se muestra el circuito general del Sistema de control de riego y calefacción realizado en el simulador Proteus 8.0. En el Anexo B se detallan los diseños de las placas y simulaciones restantes.

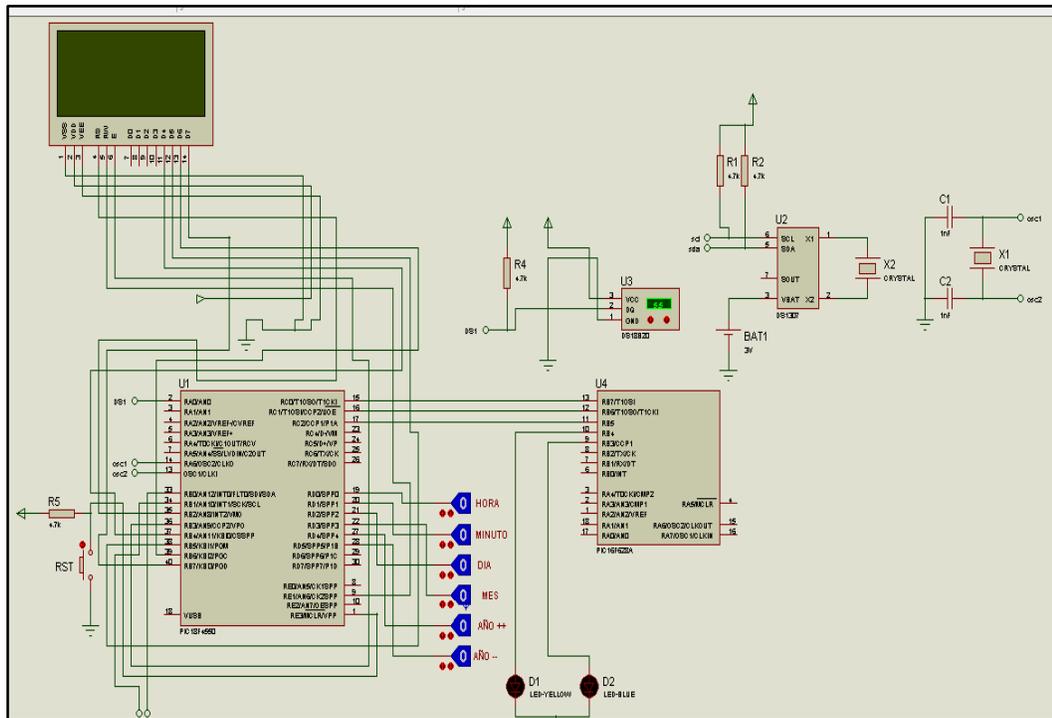


Figura 4.29 Simulación del circuito de control de riego y calefacción.

Fuente: Realizado por la investigadora.

ETAPA DE ALIMENTACIÓN

Como se muestra en la figura 4.30. Para la activación de la alimentación se tiene una entrada de 110 V generada por la red eléctrica convencional, dicha entrada nos ayuda a generar voltajes de 5V y 24 V a través de fuentes respectivamente, los cuales servirán de alimentación para los circuitos posteriores.

Para activar el circuito de regadío y calefacción es necesario el uso de 1 switch al inicio del sistema el cual permitirá la activación y desactivación de todo el proceso.

Una vez presionado el switch el circuito se cierra dando paso al regulador de voltaje, quien se encarga de generar el voltaje adecuado para el correcto funcionamiento de las etapas posteriores.

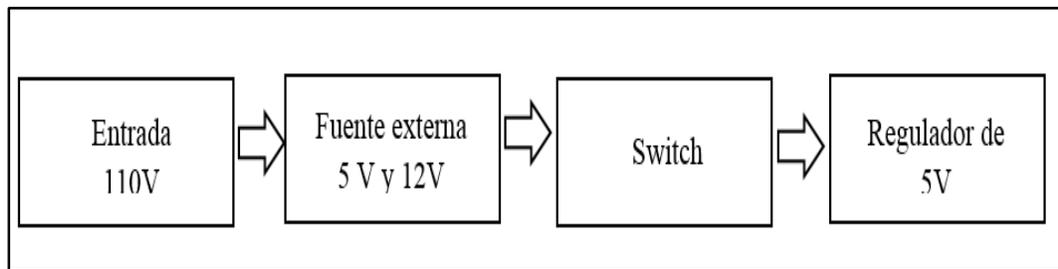


Figura 4.30 Etapa de alimentación circuito calefacción y regadío

Fuente: Elaborado por la investigadora

ETAPA DE CONTROL

En la figura 4.31 se muestra la etapa de control del circuito de control de riego y calefacción.

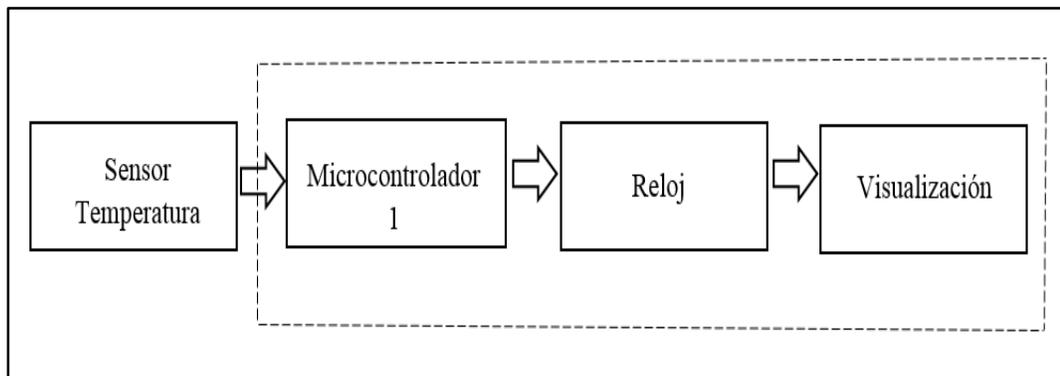


Figura 4.31 Etapa de control circuito calefacción y regadío

Fuente: Elaborado por la investigadora

El control de Regadío y calefacción como patrón principal se tiene la temperatura la que permite realizar diferentes configuraciones establecidas para el sistema. El sensor de temperatura DS18B20 trabaja de manera digital y cuenta con 3 terminales dos de alimentación y una de Datos.

Además cuenta con alta precisión a la hora de tomar los datos y posee un error mínimo para el funcionamiento del sensor se requiere acondicionarlo a través de una resistencia pull-up la que debe estar debajo o igual a los 5k Ω , lo recomendable según

la hoja de datos del sensor se debe colocar una resistencia de 4.7kΩ como se muestra 4.32.

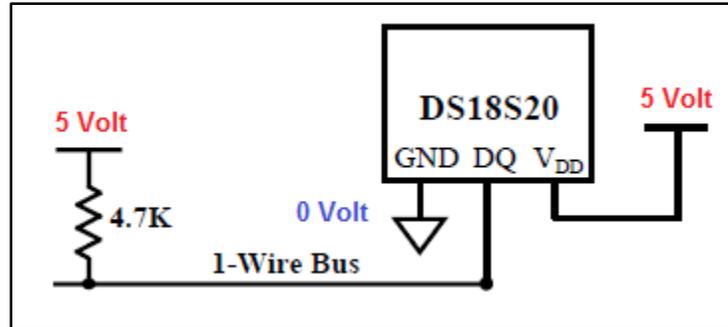


Figura 4.32 Explicación Sensor de temperatura 18B20

Fuente: <http://www.electrontools.com/2014/09/sensor-de-temperatura-ds1820.html>

El sensor posee una característica muy peculiar utiliza la comunicación OneWire Básicamente se trata de un protocolo especial que permite enviar y recibir datos utilizando un solo cable, a diferencia de la mayoría de los protocolos que requiere dos vías.

Una vez que el sensor detecte la temperatura envía la señal al puerto A pin 2 del microcontrolador 18F4550, internamente realiza la comparación para lo cual se tiene dos rangos. La primera comparación debe realizarse cuando el sensor detecte una temperatura entre 10 y 15 grados centígrados lo cual activara el riego para el prototipo cabe indicar que la activación se realiza una vez al día a partir de las 00:00 am.

La segunda condición que debe tomar en cuenta el sistema es cuando la temperatura se encuentre en el rango comprendido entre $0 \geq t < 5$, cumpliendo esta condición se activara la calefacción dirigida a las plantas de mora, se puede indicar que esta activación se puede realizar varias veces al día ya que nos permite evitar las heladas en la planta.

Para realizar la programación en el microcontrolador 18F4550 se requiere hacer uso de librerías

- `#include <18F4550.h>` en esta librería se especifica la utilización del microcontrolador 18F4550.
- `#include <1wire.c>` mediante esta librería se puede establecer la comunicación entre el sensor de temperatura 18B20 y el microcontrolador 18F4550.
- `#include <ds1820.c>` a través de esta librería se pueden realizar los cálculos respectivos para que la temperatura se genere en grados centígrados.
- `#include <ds1307.c>` mediante esta librería se fija una fecha y hora inicial, además se configuran los parámetros de visualización.
- `#include <lcd4x16.c>` en esta librería se asigna el puerto por el cual los datos se envían a la LCD de 4 filas x 20 columnas.

Para el hardware del prototipo se utiliza un módulo Ds1307, el cual consta de: un integrado Ds1307 que tiene la función de generar la fecha y hora en tiempo real, además cuenta con una comunicación I2C, una memoria EEPROM para almacenar los datos incluso cuando se haya desactivado el sistema y una batería de 3V la que se encarga de alimentar el módulo.

A continuación en la figura 4.33 se muestra una gráfica del módulo Ds1307.

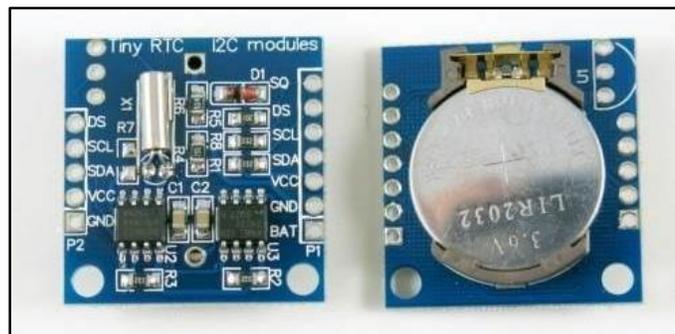


Figura 4.33 Módulo Ds1307

Fuente: <http://arduino.vn/chuong-trinh-mau/level-intermediate-co-kien-thuc-co-ban>

Para la configuración del módulo se necesita establecer una hora de inicio mediante las siguientes líneas de código:

```
int sec=00,min=55,hora=23,dia=22, mes=6,anio=15,dow=0;  
ds1307_set_date_time (dia,mes,anio,dow,hora,min,sec);
```

El comando `ds1307_set_date_time` permite configurar inicialmente la hora y fecha, una vez grabada esta línea de código en el microcontrolador 18F4550 se debe reprogramar comentando dicha línea ya que solo se configura una vez la hora y fecha de inicio.

El sistema permitirá ser visualizado mediante una LCD de 4 filas por 20 columnas, esto permite que se tenga un sistema amigable para el usuario, en la LCD se visualizará los siguientes parámetros:

- La temperatura ambiente.
- Cuando la temperatura ambiente se encuentre en el rango de activación de la calefacción se muestra la palabra “CALEFACCIÓN”, así mismo cuando la temperatura ambiente se encuentre dentro del rango de activación del riego se muestra la palabra “RIEGO” y por ultimo si la temperatura ambiente no cumple con ninguna de estas condiciones se mostrará el mensaje “NO ACTIVADO”.
- La Fecha actual en formato día / mes/ año.
- La hora actual en formato 00:00.

En la tabla 4.10 se visualiza las conexiones del microcontrolador 18F4550.

Tabla 4.10 Conexiones PIC 18F4550

Puerto A	Sensor temperatura, oscilador
Puerto B	LCD, Reloj
Puerto C	Señales generadas por el sistema.
Puerto D	Pulsadores de igualación del reloj

Fuente: Elaborado por la investigadora.

A continuación se muestra la programación del microcontrolador 18F4550.

```
#include <18f4550.h>
#device ADC=10
#fuses
HSPLL,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP,NODEBUG,PLL2,CPUDIV1,VREGEN,
NOBROWNOUT // 8MHZ
#use delay(clock=48000000)
#include <1wire.c>
#include <ds1820.c>
#include <ds1307.c>
#include <lcd4x16.c> //se incluye la libreria lcd
//-----
int sec=00,min=55,hora=23,dia=22, mes=6,anio=15,dow=0;
char fecha[4];
//-----
void main()
{
  lcd_init();
  float temperature;
  //-----RELOJ-----
  ds1307_set_date_time(dia,mes,anio,dow,hora,min,sec);
  //-----TEMPERATURA-----
```

```

setup_adc_ports(NO_ANALOGS);
setup_adc(ADC_OFF);
setup_psp(PSP_DISABLED);
setup_spi(FALSE);
setup_timer_0(RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_1);
setup_timer_1(T1_DISABLED);
setup_timer_2(T2_DISABLED,0,1);
setup_comparator(NC_NC_NC_NC);
setup_vref(VREF_LOW|-2);
lcd_init();
lcd_gotoxy(1,1);
lcd_putc(" SISTEMA DE\n");
lcd_gotoxy(1,2);
lcd_putc("CONTROL DE RIEGO\n");
lcd_gotoxy(1,3);
lcd_putc(" Y \n");
lcd_gotoxy(1,4);
lcd_putc("CALEFACCION\n");
delay_ms(3000);
//.....PRINCIPAL.....
while (TRUE)
{
//-----RELOJ-----
ds1307_get_date(dia,mes,anio,dow);    /// se obtiene la fecha
ds1307_get_time(hora,min,sec);        /// se obtiene la hora
temperature = ds1820_read();
lcd_gotoxy(1,1);
printf(lcd_putc," TEMP: %3.1f ", temperature);
lcd_putc(223); // CARACTER DE GRADOS
lcd_putc("C ");

```

```

lcd_gotoxy(1,3);
printf(lcd_putc,"%02u/%02u/%02u",dia,mes,anio);
lcd_gotoxy(1,4);
printf(lcd_putc,"%02u:%02u:%02u  ",hora, min, sec);
delay_ms(200);
//=====CONTROL TEMPERATURA=====
if( temperature >=10 && temperature < 15.0)
{
output_high(pin_c1);
lcd_gotoxy(1,2);
printf(lcd_putc,"  RIEGO  ");
}
else
if( temperature >=0 && temperature < 5.0)
{
output_high(pin_c0);
lcd_gotoxy(1,2);
printf(lcd_putc,"  CALEFACCION  ");
}
else
{
lcd_gotoxy(1,2);
printf(lcd_putc,"  NO ACTIVADO  ");
output_low(pin_c0);
output_low(pin_c1);
}
//-----REGULADOR RELOJ-----
if(input (pin_d0))
{
hora++;

```

```

delay_ms(50);
if (hora>=24)
{
    hora=0;
}
ds1307_set_date_time(dia,mes,anio,dow,hora,min,sec);
}
if(input (pin_d1))
{
    min++;
    delay_ms(50);
    if (min>59)
    {
        min=0;
    }
    ds1307_set_date_time(dia,mes,anio,dow,hora,min,sec);
}
if(input (pin_d2))
{
    dia++;
    delay_ms(50);
    ds1307_set_date_time(dia,mes,anio,dow,hora,min,sec);
}
if(input (pin_d3))
{
    mes++;
    delay_ms(50);
    if (mes>12)
    {
        mes=1;
    }
}

```

```

    }
    ds1307_set_date_time(dia,mes,anio,dow,hora,min,sec);
}
if(input (pin_d4))
{
    anio++;
    delay_ms(50);
    ds1307_set_date_time(dia,mes,anio,dow,hora,min,sec);
}
if(input (pin_d5))
{
    anio--;
    delay_ms(50);
    ds1307_set_date_time(dia,mes,anio,dow,hora,min,sec);
}
//_____
if(hora==23)
{
    if(min==59){
        output_high(pin_d6);
    }
    }else {
        output_low(pin_d6);
    }
}
}

```

ETAPA DE POTENCIA

En la figura 4.34 se muestra la etapa de potencia del circuito de riego y calefacción.

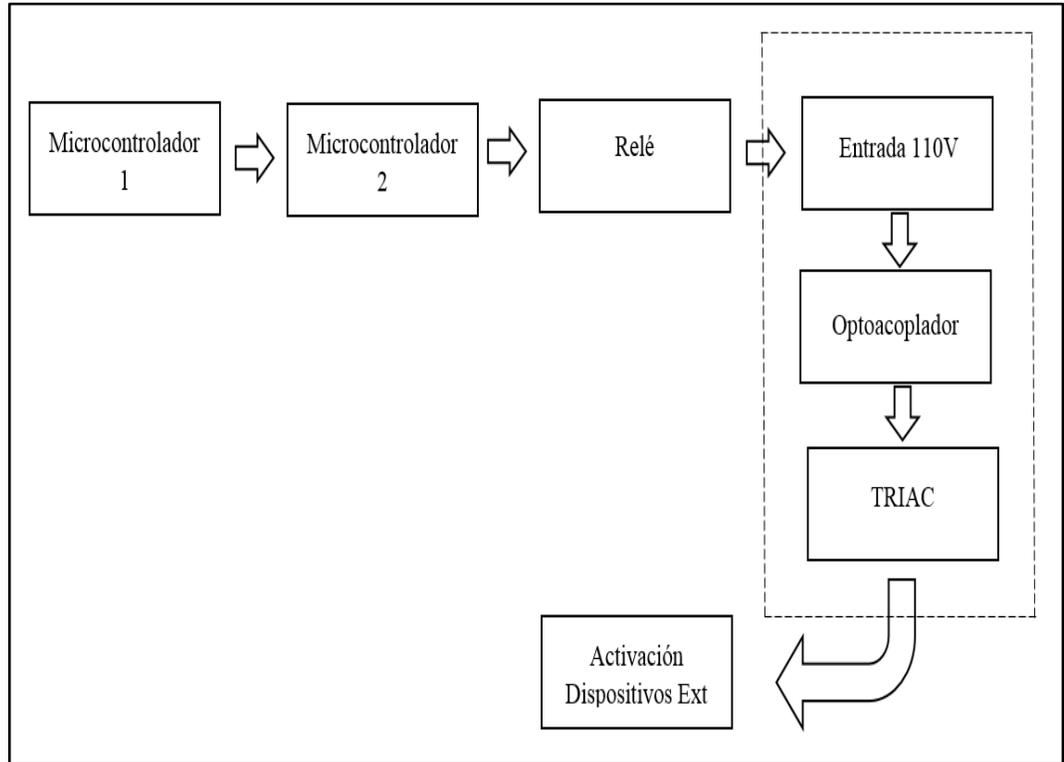


Figura 4.34 Etapa de potencia circuito calefacción y riego

Fuente: Elaborado por la investigadora

Para que la etapa de potencia sea activada se necesita de la señal generada por la etapa de control, la cual es recibida por el microcontrolador 16F628A.

El microcontrolador 16F628A se encarga de controlar la activación del puerto B que está destinado a la calefacción y para el riego, además se realiza el proceso para que el riego se ejecute una vez al día a partir de las 00:00 am, a diferencia de la calefacción que se activará dependiendo de las condiciones climáticas.

En la tabla 4.11 se muestra las conexiones del microcontrolador 16F628A.

Tabla 4.11 Conexiones PIC 18F4550

Puerto B	Entradas de las señales generadas por el sistema y Salidas de control.
Puerto A	Oscilador, Botón de Reset.

Fuente: Elaborado por la investigadora.

A continuación se muestra el programa para el control de la calefacción y el riego que se grabó en el microcontrolador 16F628A.

```
#include <16F628A.h>
#fuses XT
#use delay(clock=4000000)
void main()
{
int j=0;
int i=1;
while (TRUE)
{
//-----CALEFACCION-----
if(input (pin_b7))
{
output_high(pin_b4);
delay_ms(60000);
}
else
{
output_low(pin_b4);
}
}
```

```

//-----RIEGO-----
if(input (pin_b6))
{
    j=1;
    j=i*1;
    if(j==1)
        {
            output_high(pin_b3);
            delay_ms(60000);
            i=0;
        }
}
else
{
    output_low(pin_b3);
}
if(input (pin_b5))
{
    i=1;
}
}
}

```

En la figura 4.35 se visualiza el diseño de la etapa de potencia para la activación de la válvula, la cual funciona a 24 V, realizando una simulación en proteus 8.0.

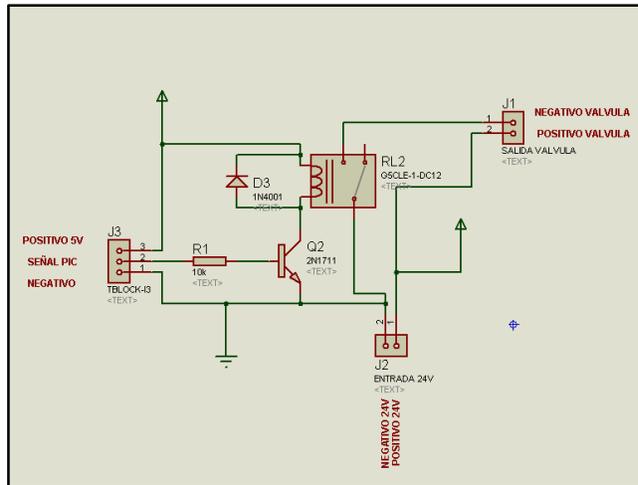


Figura 4.35 Diseño del circuito de activación de la válvula

Fuente: Elaborado por la investigadora

En la figura 4.36 se observa el diseño de la etapa de potencia para la activación de la bomba, la cual es la misma para la activación del calefactor, puesto que los dos artefactos eléctricos funcionan a 110 V.

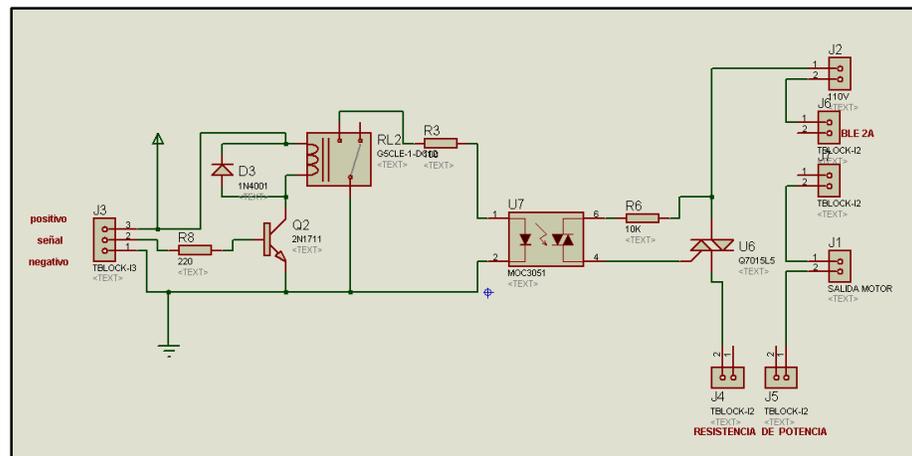


Figura 4.36 Diseño del circuito de activación de la bomba de agua.

Fuente: Elaborado por la investigadora

4.11 Pruebas de funcionamiento

En la figura 4.37 se muestra el funcionamiento del riego, que empieza con el accionamiento de la bomba la cual se encuentra ubicada en el tanque de reserva, la misma que se enciende al mismo tiempo que la electroválvula dejando así pasar el agua a las mangueras.



Figura 4.37 Activación del riego en el prototipo.

Fuente: Elaborado por la investigadora.

Para las pruebas realizadas se programó la activación del riego a una temperatura en el rango ($15 \leq t \leq 20$) como se muestra en la figura 4.38.



Figura 4.38 Activación del riego en base a la temperatura en el prototipo.

Fuente: Elaborado por la investigadora.

En las figuras 4.39 y 4.40 se muestran ejemplos de temperatura fuera del rango establecido para el riego, para lo cual se visualiza el mensaje “NO ACTIVADO”.



Figura 4.39 Pruebas fuera del rango de temperatura.

Fuente: Elaborado por la investigadora.



Figura 4.40 Pruebas fuera del rango de temperatura.

Fuente: Elaborado por la investigadora.

En la figura 4.41 se muestra la activación del circuito de calefacción cuando el sensor se encuentre en el rango de temperatura: $0^{\circ}\text{C} \leq t \leq 5^{\circ}\text{C}$.



Figura 4.41 Activación de la calefacción en el prototipo

Fuente: Elaborado por la investigadora.

Para las pruebas realizadas se programó la activación de la calefacción a una temperatura en el rango ($5^{\circ}\text{C} \leq t \leq 10^{\circ}\text{C}$) como e muestra en la figura 4.42.



Figura 4.42 Activación de la calefacción en base a la temperatura en el prototipo.

Fuente: Elaborado por la investigadora.

En las figuras 4.43 y 4.44 se muestran ejemplos de temperatura fuera del rango establecido para la calefacción, para lo cual se visualiza el mensaje “NO ACTIVADO”.



Figura 4.43 Pruebas fuera del rango de temperatura.

Fuente: Elaborado por la investigadora.



Figura 4.44 Pruebas fuera del rango de temperatura.

Fuente: Elaborado por la investigadora.

En las figuras 4.45 4.46 y 4.47 se muestran las pruebas realizadas en diferentes distancias con el sensor encargado de captar la presencia de las aves.



Figura 4.45 Pruebas del sensor ultrasónico para aves desde una distancia corta

Fuente: Elaborado por la investigadora.



Figura 4.46 Pruebas del sensor ultrasónico para aves desde una distancia media

Fuente: Elaborado por la investigadora.



Figura 4.47 Pruebas del sensor ultrasónico para aves desde una distancia larga

Fuente: Elaborado por la investigadora.

En las figuras 4.48 4.49 y 4.50 se muestran las pruebas realizadas en diferentes distancias con el sensor encargado de captarla presencia de los roedores.



Figura 4.48 Pruebas del sensor ultrasónico para roedores desde una distancia corta

Fuente: Elaborado por la investigadora.



Figura 4.49 Pruebas del sensor ultrasónico para roedores desde una distancia media

Fuente: Elaborado por la investigadora.



Figura 4.50 Pruebas del sensor ultrasónico para roedores desde una distancia larga

Fuente: Elaborado por la investigadora.

4.12 Presupuesto del Prototipo

En la tabla 4.11 se muestra el presupuesto necesario para la implementación del prototipo de: Sistema de control electrónico de plagas, calefacción y riego en las plantaciones de mora ubicadas en la provincia de Tungurahua, parroquia Huachi Grande, sector “El Arbolito”.

Descripción	Cantidad	Precio Unidad	Precio Total
Sensor Ultrasonico Hc-sr 04	2	\$10	\$10
Zumbador	2	\$0.50	\$1
Microcontrolador 16F628A	3	\$3.50	\$10.50
Oscilador NE555	2	\$0.50	\$1
Potenciómetros de precisión	2	\$1	\$2
Microcontrolador 18F4550	1	\$10	\$20
Sensor de temperatura Ds18b20	1	\$7	\$7
Módulo Reloj Ds 1307	1	\$15	\$15
LCD 4 filas por 20 columnas	1	\$25	\$25
Relés (5VDC . 24VDC)	5	\$1.30	\$6.50
Diodo N4004	5	\$0.30	\$1.50
Resistencias (220 Ω , 15 k Ω , 29 k Ω , 1 k Ω)	15	\$0.06	\$0.90
Bomba de agua sumergible AQUA Evans	1	\$ 35	\$35
TIP 41 C	2	\$1.20	\$2.40
Transistor 3904	5	\$0.50	\$2.50
Oscilador (20 Mhz, 4MHz)	4	\$1.00	\$4.00
Electroválvula 24V	1	\$42	\$42
Capacitores (22 pf, 1 nf)	10	\$0.30	\$3.00
Potenciómetros (500 k Ω , 10K Ω)	3	\$1.00	\$3.00
Calefactor Eléctrico 110V	1	\$100	\$100
TOTAL			\$292.30

Adicionalmente se realizó una maqueta de madera con las medidas 80 x 90 (cm), se utilizó pintura, tornillos, 4 maceteros, 4 plantas de mora de Castilla sin espina y 3 saquillo de tierra con abono.

El costo de la maqueta es de \$250.00.

Para el cálculo de la hora de trabajo de un Ingeniero Electrónico y Comunicaciones se toma en cuenta el salario obtenido de la página del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, por lo que se toma en cuenta la tabla 4.12

Tabla 4.12 Sueldo de un Ingeniero Electrónico y Comunicaciones

DESCRIPCIÓN	VALOR
Remuneración Anual	\$20112
Remuneración Mensual	\$ 1676
Remuneración Diaria	\$ 83.80
Remuneración por horas	\$ 10.48

Fuente: Elaborado por la investigadora.

Para la realización del prototipo se toma en cuenta 120 horas, por lo tanto el costo del trabajo será \$ 1257.60.

Siendo el costo total del proyecto \$ 1799.90

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Al realizar los estudios correspondientes para el circuito de ahuyentamiento de plagas se estableció por medio de cálculos una frecuencia de trabajo para aves $f = 5.35$ [KHz] y para roedores $f = 50.5$ [KHz] pero en la investigación de campo se tuvo que ajustar la frecuencia de las aves a $f = 2.9243$ [KHz] y para los roedores $f = 51.382$ [KHz] puesto que con estos valores de frecuencia se producían resultados favorables para el proyecto.
- Para la ubicación de los sensores ultrasónicos se debe tomar en cuenta que debe existir una distancia mínima de separación entre sensores de 35 cm, ya que el ángulo de reflexión de cada sensor es de 30° y al colocarlos muy cerca produce interferencia.
- Con la realización del prototipo se logró el ahuyentamiento de las plagas más significativas como son las aves y los roedores, de la misma manera se logró mejorar el entorno de la planta de mora, por medio de la automatización del riego por goteo y adecuando un calefactor para que el terreno se encuentre en las condiciones óptimas para la mejora de la producción.

- El nivel de confiabilidad es mayor durante el transcurso del día, mientras que en las horas de la madrugada se genera conflictos en los sensores especialmente en el sensor de temperatura destinado para el control del riego y la calefacción debido a los cambios abruptos de temperatura y los vientos tórridos.

5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar una investigación de campo exhaustiva y con las plagas exactas para tomar la medida referencial de frecuencia en la que se encuentra el oído de cada plaga.
- Se recomienda encender el circuito de ahuyentamiento solo cuando sea necesario, durante un tiempo determinado y cuando exista poca incidencia de personas debido a que con el tiempo puede afectar el oído humano ya que los sonidos emitidos por el sistema están entre 3 y 60 [KHz] por lo tanto se consideran sonidos agudos y molestosos para el oído humano.
- Para complementar el sistema se podría colocar un sensor térmico grid eye para la detección de los animales puesto que este sensor permite medir la temperatura corporal en un área determinada y en movimiento sin ningún tipo de contacto, para el control del riego y la temperatura se aumentaría un sensor de humedad que permita saber el tiempo exacto de riego.
- El prototipo debe ser periódicamente monitoreado por los cambios en la comportamiento de cada plaga, es decir que el oído de las aves especialmente después de cierto tiempo de incidir la frecuencia hay una probabilidad del 15% a que estas se acostumbren a este sonido y no lleguen a afectarles.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. Andrade, *Implementación de un sistema automático para ahuyentar aves mediante ondas sonoras*, Quito, 2011.
- [2] J. Rodríguez, *Diseño y Construcción de un Sistema Electrónico de Ahuyetamiento de Aves por medio de recursos sonoros y visuales para la protección de campos de cultivo.*, Lima, 2003.
- [3] M. Rojas, *Sistema electrónico para el monitoreo y control de cultivos utilizando tecnología inalámbrica en la comunidad La Unión del cantón Quero mediante software libre.*, Ambato, 2015.
- [4] C. Morales, *Diseño y construcción de un sistema de protección ultrasónico de potencia para subestaciones eléctricas.*, Huajapan, 2003.
- [5] Á. Casaca, *Guías Tecnológicas de Frutas y Vegetales*, San José, 2005.
- [6] E. Blair, *Riego por Goteo*, San José, 1979.
- [7] J. Leitón, *Riego y Drenaje*, San José: UENED, 1983.
- [8] M. Baraona y E. Sancho, *Fruticultura Especial*, San José: UNED, 2000.
- [9] P. M. R. Allan J Hruska, *Estomación de los niveles de daño económico para plagas insectiles*, San José, 2009.
- [10] F. María, *Principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo de la papaya en Cuba*, La Habana, 1990.
- [11] I. G. H. Matheus, *Las Moscas de Fruta*, Bogotá DC: Ediciones PM, 2005.
- [12] P. Hipólito O'Farrill, «Las Plagas del Hogar y el Jardín,» Mayaguez, 2005.
- [13] D. Llop, «Notas sobre vida y comportamiento del gorrión común,» *Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, nº 212, pp. 71-77, 2004.
- [14] R. Aparicio, *Enciclopedia Virtual de los vertebrados españoles*, Madrid: Eds. Museo Nacional de Ciencias Naturales, 2011.

- [15] E. Noguerras, «Proyecto Sierra de Baza,» Burgos, 2008.
- [16] J. Palomo, J. Gisbert y C. Blanco, Atlas y libro rojo de los mamíferos terrestres de España, Madrid: Tragsa, 2007.
- [17] Castell, Diccionario Enciclopédico Castell, Madrid: Ediciones Castell, 1986.
- [18] Omega, «Omega TM,» [En línea]. Available: <http://es.omega.com/>. [Último acceso: 10 07 2015].
- [19] «Microsonic,» [En línea]. Available: <http://www.microsonic.de/es.htm>. [Último acceso: 05 07 2015].
- [20] J. Angulo y S. Romero, Microcontroladores “PIC” - diseño práctico de aplicaciones, Madrid: McGraw-Hill, 2006.
- [21] D. Llanos, Fundamentos de Informática y programación en C, Madrid: Paraninfo S.A, 2007.
- [22] «MICROCHIP,» [En línea]. Available: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf>. [Último acceso: 02 07 2015].
- [23] M. Verle, «icrocontrolador PIC 16F887,» de *PIC Microcontrollers - Programming in C*, MicoElektronika, 2009, p. 336.
- [24] Microchip, «Microchip,» [En línea]. Available: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/41190c.pdf>. [Último acceso: 7 Agosto 2015].
- [25] «ALLDATASHEET.COM,» [En línea]. Available: <http://www.puntoflotante.net/ds18b20.pdf>. [Último acceso: 12 06 2015].
- [26] C. Reyes, Microcontroladores PIC Programación en Basic, Quito: RISPERGRAF, 2006.
- [27] Microchip, «Microchip,» [En línea]. Available: PIC16F876. [Último acceso: 2 Agosto 2015].
- [28] A. Deshmukh, Microconytollers, Copyright, 2007.

- [29] «Micropik,» [En línea]. Available: <http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>. [Último acceso: 22 06 2015].
- [30] «Zambeca,» [En línea]. Available: <http://www.zambeca.cl/tiendaOficial/index.php?route=common/home>. [Último acceso: 2 Agosto 2015].
- [31] «Evans,» [En línea]. Available: http://www.evans.com.mx/Inicio_evans.aspx. [Último acceso: 15 Agosto 2015].
- [32] «Alibaba.com,» [En línea]. Available: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/electrical-water-pump-price-india-small-electric-water-pump-motor-price-in-india-small-water-pump-for-fountain-hl-1200-903191247.html>. [Último acceso: 20 Julio 2015].
- [33] «tiendAnimal.es,» [En línea]. Available: <http://www.tiendanimal.es/eheim-bomba-agua-para-acuarios-compact-p-6754.html>. [Último acceso: 15 Septiembre 2015].
- [34] «Maxim Integrated,» [En línea]. Available: <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS1307.pdf>. [Último acceso: 12 06 2015].
- [35] M. Maan, Programación en C, Eiciones ENI, 2005.

ANEXOS

Anexo A:

Modelo de entrevista realizada a los agricultores de mora de la provincia de Tungurahua, parroquia Huachi Grande, sector El Arbolito.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
COMUNICACIONES**

¿Cuáles son los tipos de riego utilizado en la recolección de la mora?

¿Cómo se realiza el control de plagas en las cosechas de mora?

¿Qué porcentaje considera usted que se pierde por la incidencia de plagas en los cultivos de mora?

¿Qué plaga considera que es la más significativa en las plantaciones de mora?

¿Cuáles son los problemas más graves existentes en los cultivos de mora?

¿Cómo se realiza el control climático de los terrenos de mora?

¿Qué factores climáticos afectan más a las plantas de mora?

Anexos B:

Diseño del circuito controlador de plagas

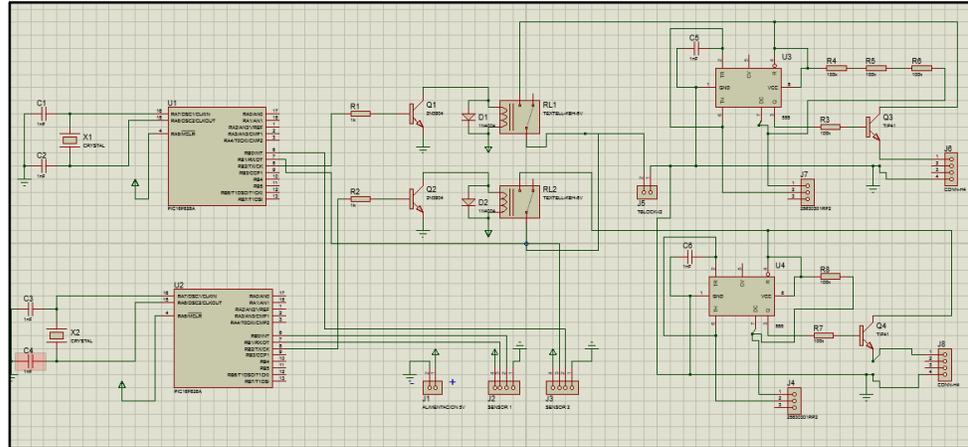


Figura B.1 Circuito controlador de plagas

Fuente: Elaborado por la investigadora en Proteus 8

Diseño de la placa del circuito controlador de plagas

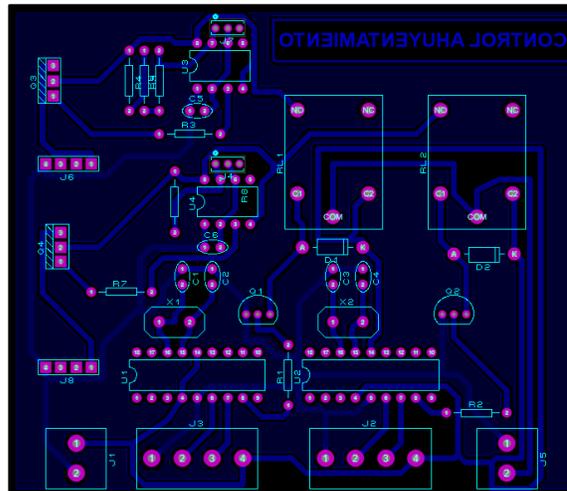


Figura B.2 Diseño de la placa del circuito controlador de plagas

Fuente: Elaborado por la investigadora en Ares

Diseño del circuito controlador de riego y calefacción.

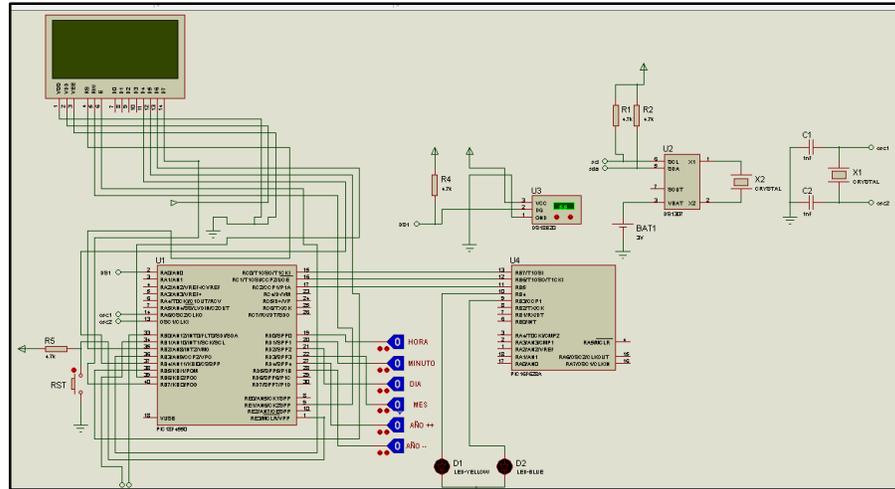


Figura B.3 Circuito controlador de riego y calefacción

Fuente: Elaborado por la investigadora en Proteus 7

Diseño de la placa del circuito controlador de riego y calefacción.

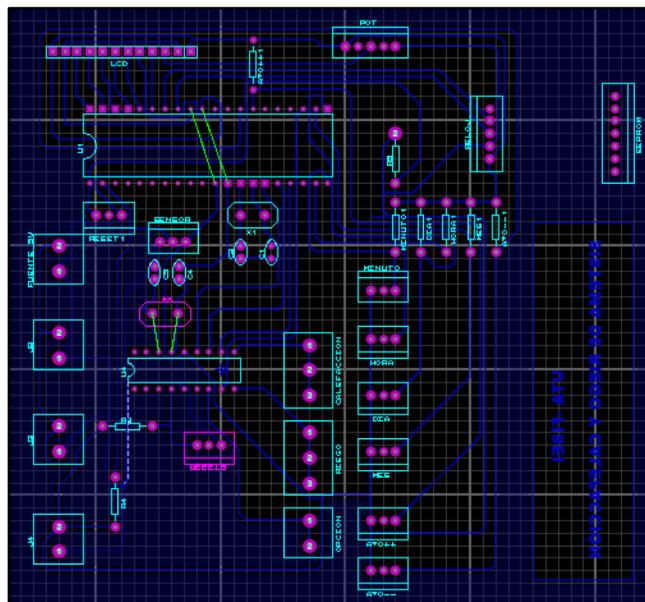


Figura B.4 Diseño de la placa del circuito controlador de riego y calefacción.

Fuente: Elaborado por la investigadora en Proteus 7

Diseño del circuito de activación de la válvula del circuito controlador de riego

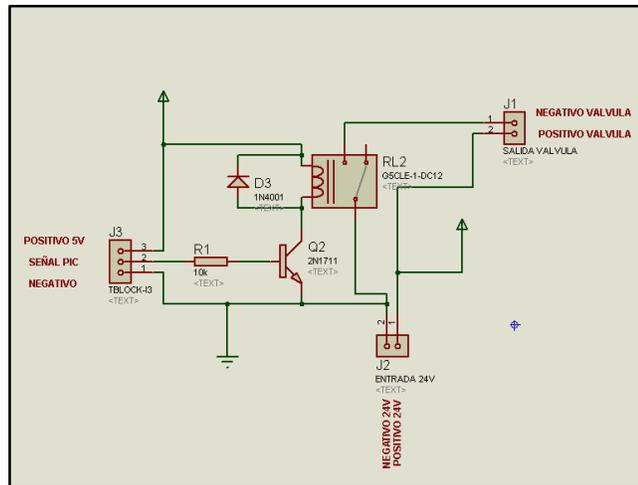


Figura B.5 Diseño del circuito de activación de la válvula.

Fuente: Elaborado por la investigadora en Proteus 7

Diseño de la placa del circuito de activación de la válvula del circuito controlador de riego.

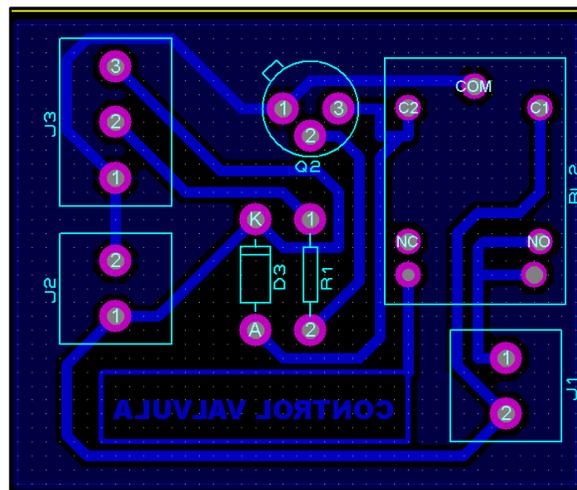


Figura B.6 Diseño de la placa del circuito de activación de la válvula.

Fuente: Elaborado por la investigadora en Proteus 7

Diseño del circuito de activación de la bomba del circuito controlador de riego

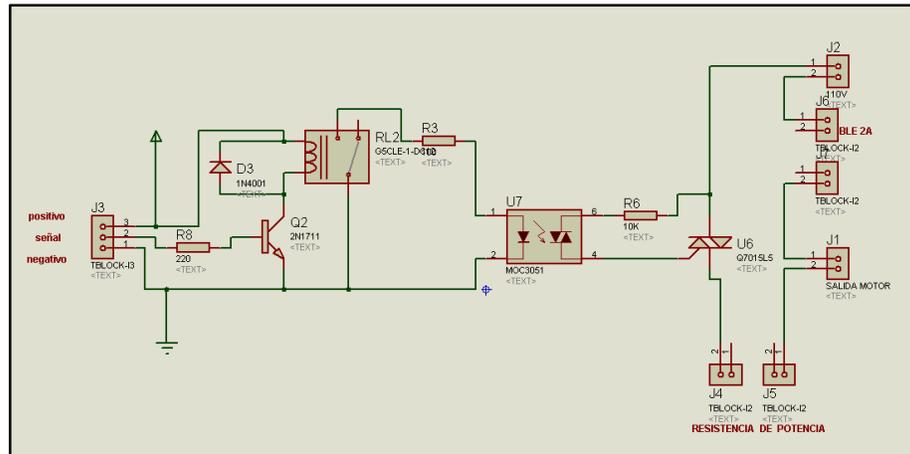


Figura B.7 Diseño del circuito de activación de la bomba.

Fuente: Elaborado por la investigadora en Proteus 7

Diseño de la placa del circuito de activación de la bomba del circuito controlador de riego.

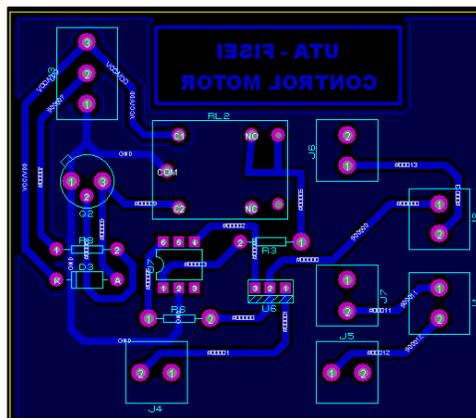


Figura B.8 Diseño de la placa del circuito de activación de la bomba.

Fuente: Elaborado por la investigadora en Proteus 7

Placa montada en el prototipo del circuito de ahuyentamiento.

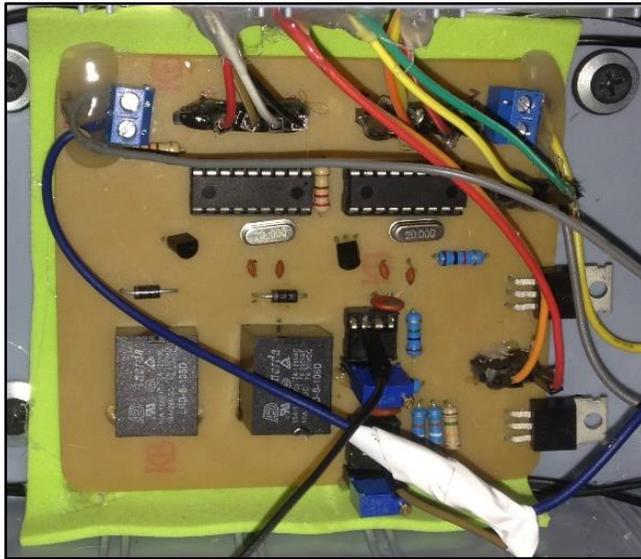


Figura B 9 Placa del circuito de ahuyentamiento

Fuente: Elaborado por la investigadora.

Placa montada en el prototipo del circuito de potencia que enciende el motor y el calefactor.

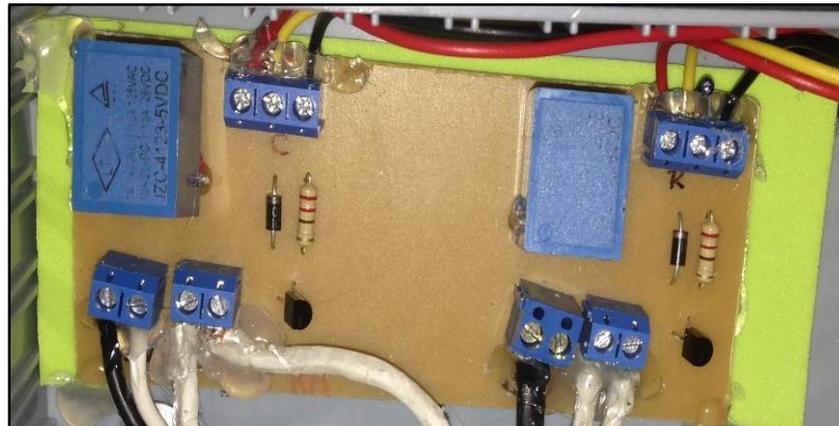


Figura B10 Placa de potencia que activa el motor y el calefactor

Fuente: Elaborado por la investigadora.

Placa montada en el prototipo del circuito de potencia que enciende la electroválvula.



Figura B11 Placa de potencia que activa la electroválvula.

Fuente: Elaborado por la investigadora.

Placa montada en el prototipo del circuito de control de riego y calefacción.

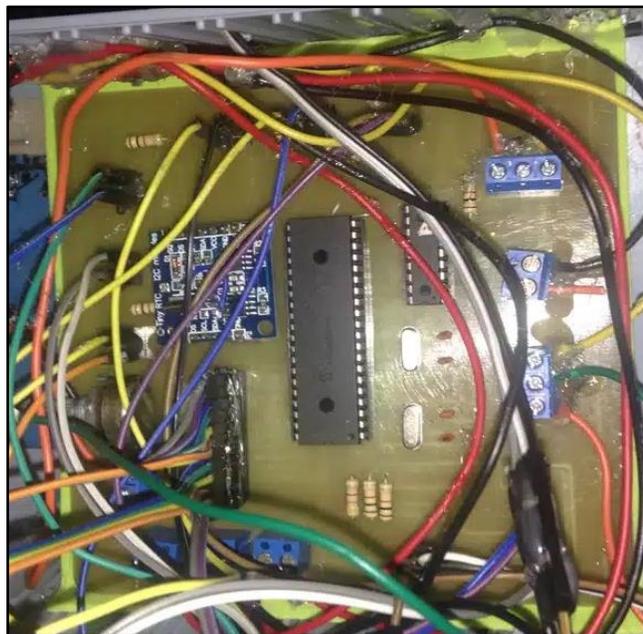


Figura B 12 Placa del circuito de control de riego y calefacción.

Fuente: Elaborado por la investigadora.

Anexo C

Flujograma control de fecha y hora.

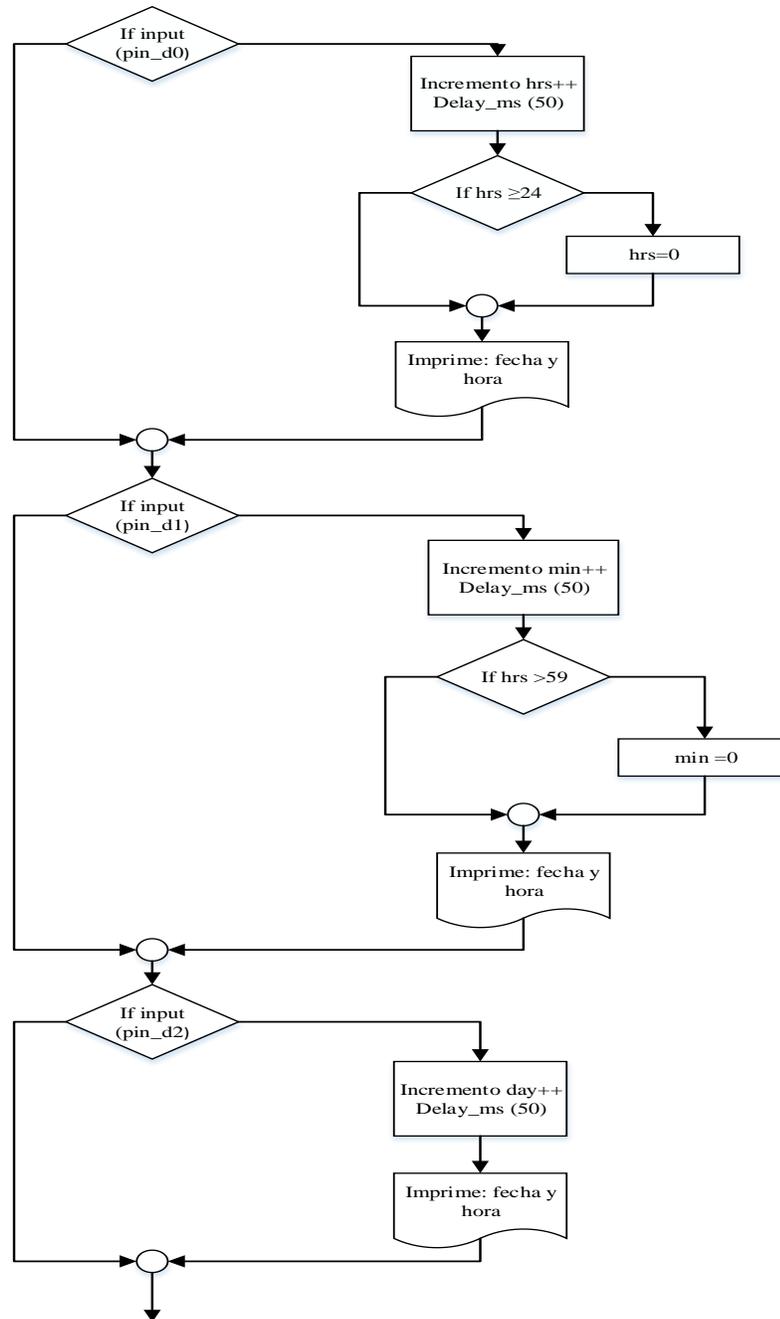


Figura C.1 Flujograma control de fecha y hora.

Fuente: Elaborado por la investigadora.

Flujograma de control igualación de hora por medio de pulsadores

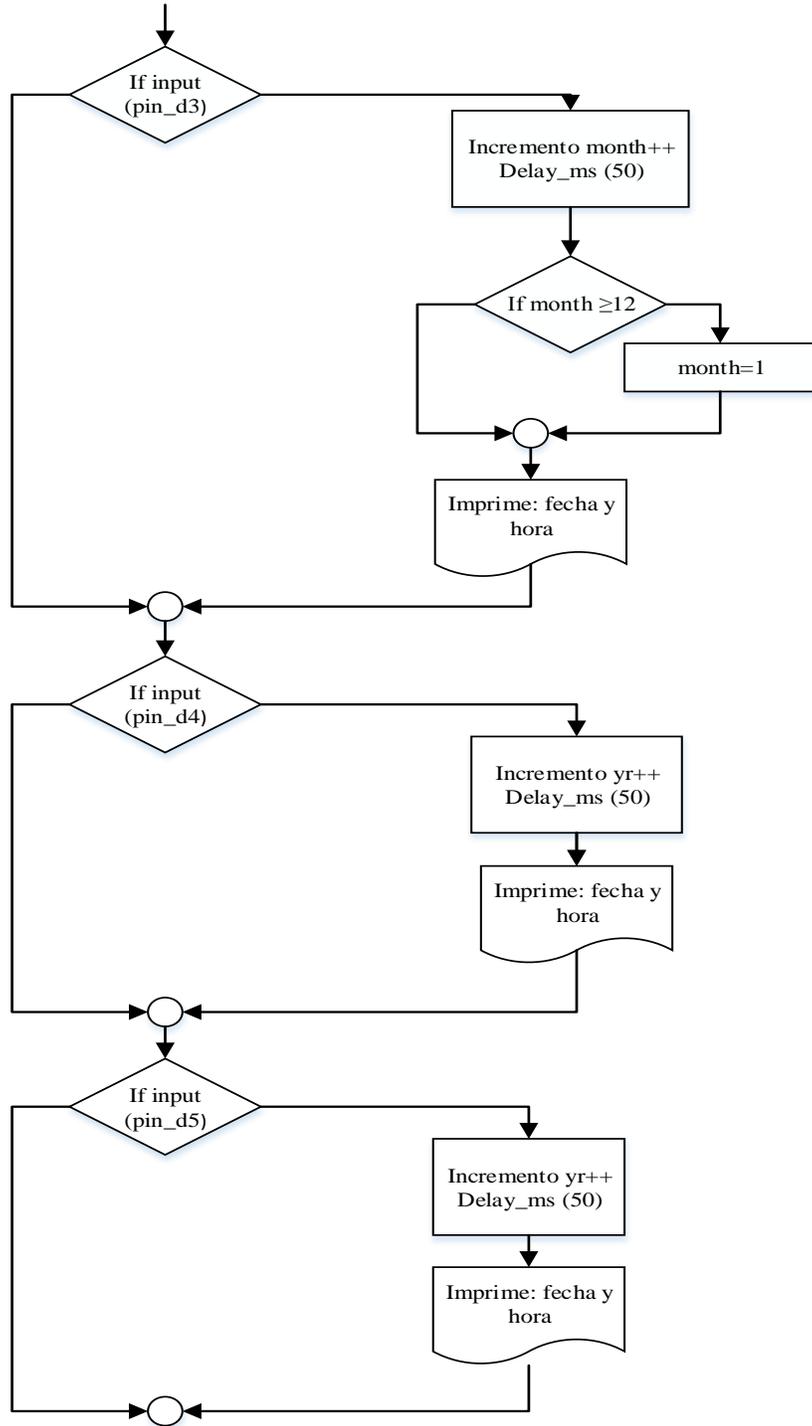


Figura C.2 Flujograma control de fecha y hora por medio de pulsadores.

Fuente: Elaborado por la investigadora.

Flujograma del control de riego una vez al día.

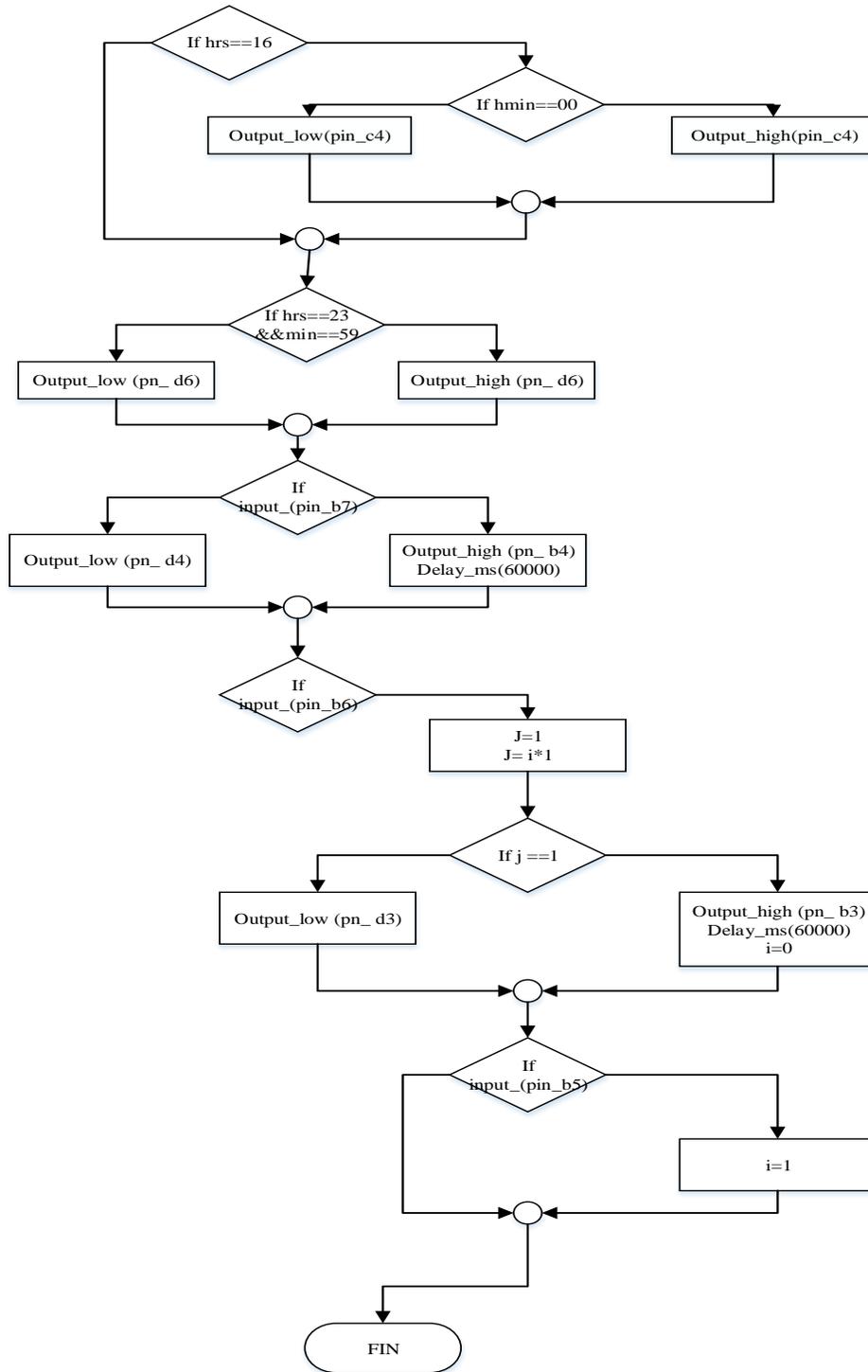


Figura C.3 Flujograma control del riego una vez al día.

Fuente: Elaborado por la investigadora.