



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA CON MENCIÓN EN
TELECOMUNICACIONES**

TESIS

Implementación de un sistema automatizado para el ahuyentamiento de aves en un campo de plantas de melocotón en la comunidad campesina San Pedro de Pallac, Huaral, Lima

PRESENTADO POR

Contreras de la Cruz, Junior Genaro
Pinedo Pallarta, Richard Jesús

ASESOR

Lara Herrera, Juan Francisco

Los Olivos, 2019

Este proyecto de investigación se lo dedicamos a todos nuestros profesores, amigos y familiares que nos apoyaron en el transcurso de esta investigación.

Resumen

En la actualidad el daño causado por las aves en la agricultura es muy considerable, y a los agricultores del distrito de Atavillos Bajos que se dedican en su mayoría a la producción del melocotón, las aves han diezclado su cosecha causándole grandes pérdidas.

Para ello se implementará un sistema automatizado que mantenga a estas aves alejadas de los frutos de melocotón en la época de cosecha que es cuando causan daño.

El sistema estará comandado por un Arduino al cual se le diseña un programa que permita controlar una secuencia de diferentes ahuyentadores audibles mediante el módulo de voz ISD1760. Pero todas estas secuencias comenzarán cuando se detecte la presencia de aves por medio de un sensor PIR.

Los métodos de ahuyentamiento principalmente están basados en sonidos de aves de caza. Las aves son muy inteligentes y se adaptan a patrones fáciles de reconocer, por ello la secuencia de los métodos de ahuyentamiento será aleatoria, de esa forma será difícil que las aves reconozcan un patrón.

Palabras clave: Ahuyentador, épocas de cosecha, ISD1760, sensor PIR, patrones.

Abstract

At present the damage caused by birds in agriculture is very substantial, and to farmers in the district of Atavillos Bajos that are devoted mostly to the production of the peach, birds have decimated their harvest causing losses.

To do this will be designed and implemented an automated system to keep these birds away from the fruits of peaches in the harvest season that is when they cause damage.

The system will be commanded by an Arduino which is designing a program that allows you to control a sequence of different audible scarekeepers through the ISD1760 voice module. But all these sequences will begin when you detect the presence of birds by means of a PIR sensor.

The methods of scaring away mainly will be sounds of hunting birds. The birds are very intelligent and are adapted to patterns easy to recognize, therefore the sequence of the scaring away methods will be random, that way it will be difficult for the birds to recognize a pattern.

Keywords: Scarekeeper, harvest time, ISD1760, PIR sensor, patterns

Contenido

Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Lista de Figuras.....	viii
Lista de Tablas.....	x
Introducción.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA	2
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1.1. Planteamiento y descripción del problema.....	3
1.1.2. Formulación del problema general.....	3
1.1.3. Formulación de los problemas específicos.....	3
1.2. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.2.1. Objetivo general.....	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.3.1. Justificación técnica.....	6
1.3.2. Justificación económica.....	6
1.3.3. Justificación social.....	7
1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.4.1. Alcances.....	8
1.4.2. Limitaciones	8
CAPITULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO.....	9
2.1. ANTECEDENTES	10
2.1.1. Internacionales	10
2.1.2. Nacionales.....	11
2.2. MARCO TEÓRICO	12
2.2.1. Aspectos para elegir un ahuyentador de ave.....	12
2.2.2. Principales métodos de ahuyentamiento.....	13
2.2.3. Las aves y su adaptabilidad a los métodos de ahuyentamiento....	14
2.2.4. El sensor	14

2.2.5. El Arduino.....	15
2.2.6. Grabadores de sonido.....	16
2.2.7. El ISD1760	16
2.2.8. Tecnología 2G.....	17
2.2.9. Sim808	19
2.3. MARCO METODOLÓGICO.....	20
2.3.1. Tipo de Investigación.....	20
2.3.2. Metodología de Investigación.....	20
2.3.3. Técnicas de investigación	20
2.4. MARCO LEGAL	21
CAPITULO III: DESARROLLO DE LA APLICACIÓN.....	22
3.1. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Identificar la situación actual de las plantaciones de melocotón, desde su plantación hasta su cosecha.....	23
3.1.1. Producción del melocotón	23
3.1.2. Épocas de cosecha	24
3.1.3. El asedio de las aves.....	24
3.1.4. Pérdidas por las aves.....	25
3.1.5. Encuesta a la comunidad San Pedro de Pallac.....	25
3.2. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Determinar las características de las aves que afectan a los melocotones y que método de ahuyentamiento son efectivos contra ellos.....	31
3.2.1. El zorzal común (Turdusphilomelos)	31
3.2.2. Los papagayos (Psittacidae)	32
3.2.3. Ahuyentadores que se usarán.....	33
3.2.4. Repelentes audibles	33
3.3. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Acoplar el sistema de ahuyentamiento de aves utilizando el integrado ISD1760.....	35
3.3.1. Sensor de movimientos.....	35
3.3.2. Repelentes audibles	36
3.3.3. Sistema de control.....	41
3.4. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 4: Implementar el sistema de ahuyentamiento para las aves que asedian las plantaciones de melocotón en épocas de cosecha.....	43
3.4.1. Armar el ISD1760.....	43

3.4.2.	Conectar el ISD1760 con el Arduino	46
3.4.3.	Probar el funcionamiento.....	47
3.4.4.	Acoplar el amplificador al sistema	48
3.4.5.	Armar el Arduino y el sensor PIR	51
3.5.	DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 5: Acoplar un proceso de monitoreo a distancia al sistema de ahuyentamiento de aves.....	53
3.5.1.	Pruebas de Funcionamiento.....	54
3.5.2.	Armado del Sim808	58
3.5.3.	Acoplamiento de la etapa de monitoreo al sistema	59
CAPITULO IV: ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO		63
4.1.	ANÁLISIS DE COSTOS	64
4.1.1.	Recursos humanos.....	64
4.1.2.	Recursos materiales.....	64
4.2.	ANÁLISIS DE BENEFICIOS	69
4.2.1.	Beneficios tangibles.....	69
4.2.2.	Beneficios intangibles.....	69
4.2.3.	Análisis de Costo/Beneficio	70
4.3.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	71
4.3.1.	Desarrollo del flujo de caja	71
4.3.2.	Análisis del VAN.....	71
4.3.3.	Análisis del TIR.....	72
Conclusiones.....		73
Recomendaciones		75
Referencias.....		77
ANEXO A: Datasheet del Arduino (Bus SPI)		81
ANEXO B: Datasheet del ISD1760		84
ANEXO C: Datasheet del Sensor PIR.....		87
ANEXO D: Datasheet del Sim808.....		88
ANEXO E: Programación.....		89
ANEXO F: Resultados de las encuestas.....		92
ANEXO G: Características de equipos similares.		94

Lista de Figuras

Figura 1. El sensor PIR	15
Figura 2. El arduino.....	16
Figura 3. Diagrama de bloques del ISD1760	17
Figura 4. Operadoras actuales en el Perú.....	18
Figura 5. Cobertura móvil 2G en San Pedro de Pallac – CLARO	18
Figura 6. Elementos del módulo Sim808	19
Figura 7. Diagrama funcional del Sim808	19
Figura 8. Gráfico de la Tabla 3	26
Figura 9. Gráfico de la Tabla 5	28
Figura 10. Seleccionando y almacenando los melocotones	30
Figura 11: El zorzal común.....	31
Figura 12. Los papagayos	32
Figura 13. Sistema de ahuyentamiento de aves	35
Figura 14. Conexión del PIR al Arduino.	35
Figura 15. Sonidos grabados en el ISD1760.....	36
Figura 16. Circuito para grabar con los botones de control.	37
Figura 17. Circuito del ISD1760 en protoboard	38
Figura 18. Sonidos emitidos con un amplificador.	40
Figura 19. Especificaciones de la fuente.	40
Figura 20. Diagrama de flujo del programa.....	42
Figura 21: Diseño del PCB en el programa KiCad del ISD1760.	43
Figura 22. Pasar el circuito a una tarjeta electrónica.....	44
Figura 23. Montaje de la tarjeta ISD1760	45
Figura 24. Conexiones de las entradas y salidas del Arduino	47
Figura 25. Prototipo final del amplificador.....	48
<i>Figura 26. Circuito del sistema de ahuyentamiento de aves.....</i>	<i>49</i>
Figura 27. Simulación del sistema de ahuyentamiento de aves.	50
Figura 28. Montaje del Arduino	51
Figura 29. Montaje del sensor PIR.....	52
Figura 30. Sistema final del ahuyentamiento de aves	53
Figura 31. Sim808 energizada	54

Figura 32. Sim808 conectado a una red.....	55
Figura 33. Conexión del Sim808 y el Arduino.....	56
Figura 34. Programa del Arduino para mandar SMS.	57
Figura 35. Montaje del Sim808	58
Figura 36. Diagrama de flujo del programa final	60
Figura 37. Circuito final del sistema de ahuyentamiento de aves.	61
Figura 38. Simulación final del sistema de ahuyentamiento de aves.....	62
Figura 39. Modelos de equipos ahuyentadores de aves	70

Lista de Tablas

Tabla 1. Cálculo del promedio de cajones perdidos.....	26
Tabla 2. Selección de los melocotones de mayor a menor tamaño.	27
Tabla 3. Cálculo de las selecciones más diezmadas	28
Tabla 4. Precio del cajón del melocotón al por mayor.....	29
Tabla 5. Ficha técnica del zorzal común.	31
Tabla 6. Duración Vs. Frecuencia de muestreo	37
Tabla 7. Los sonidos de los repelentes audibles	39
Tabla 8. Orden de grabación de los sonidos aleatoriamente	46
Tabla 9. Recursos humanos necesarios para el sistema	64
Tabla 10. Costo de materiales para el grabador/reproductor de sonidos ..	65
Tabla 11. Costos de materiales y equipos para el sistema de control	66
Tabla 12. Costo de materiales para el amplificador	66
Tabla 13. Costo de los materiales para el sistema de monitoreo	67
Tabla 14. Costo de la fuente autónoma.....	67
Tabla 15. Costo total de los materiales y equipos del sistema	67
Tabla 16. Costo de fabricación del sistema	68
Tabla 17. Costo total para la implementación	68
Tabla 18. Costo de inversión inicial	68
Tabla 19. Ingresos por venta del equipo	69
Tabla 20. Flujo de caja	71

Introducción

En la agricultura se tiene una gran variedad de productos, los cuales antes de llegar a su consumidor final pasan por muchas etapas, que en su mayor parte recae en los agricultores, ellos tienen que estar atentos a todos los factores que afectan y podrían echar a perder sus productos. Es así como se tiene a los pobladores de las comunidades campesinas del distrito de Atavillos Bajo, provincia de Huaral, región Lima, que en su mayoría son agricultores quienes se dedican a cultivar diversos productos, siendo entre estos el melocotón el más importante (variedades como melocotón huayco, blanquillo y melocotón abridor). Independiente de las variedades que se tienen, las aves atacan estas plantaciones cuando es época de cosecha y si no se está espantando todos los días y en las horas de mayor incidencia el producto final en la cosecha es reducido en cantidades considerables.

El asedio de las aves a estas comunidades es un problema de muchos años, y hay comunidades más afectadas que otras, así como épocas donde el número de estas aves se convierte en una plaga que causa mayor pérdida en las cosechas.

El diseño e implementación del sistema automatizado mantendrá alejado las aves de las plantas de melocotón, el Arduino controlará las secuencias del sistema, activando los ahuyentadores de aves.

Los ahuyentadores serán escogidos previamente según su conveniencia para la zona y los tipos de aves, se debe tener en cuenta las características de cada tipo de ave no solo para escoger los ahuyentadores, también para establecer una secuencia de activación con un patrón que no pueda ser reconocida por estas aves.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. Planteamiento y descripción del problema.

Todas las comunidades pertenecientes al distrito de Atavillos Bajo tienen plantaciones de melocotón, las cuales tienen el mismo problema de que las aves disminuyen su producción. Algunos son más alarmantes que otros como es el caso de la comunidad San Pedro de Pallac, el cual es el de mayor altura y es una de las comunidades que más les afecta el asedio de las aves en sus plantaciones.

Las aves atacan los melocotones en época de cosecha, en el cual un agricultor está muy atareado, a esto hay que sumarle que el agricultor propietario del producto tiene que invertir tiempo y personal para ahuyentar aves. Las épocas de cosecha del melocotón duran a lo mucho un mes, y en el año, se cosecha un aproximado de 2 veces. Para un agricultor que depende del dinero de su cosecha para poder invertir en la siguiente cosecha de melocotón, además de su propia subsistencia, cualquier pérdida de su producto es significativo.

1.1.2. Formulación del problema general.

¿Cómo ahuyentar a las aves que asedian las plantaciones de melocotón mediante un sistema automatizado y monitoreado a distancia en épocas de cosecha en la comunidad campesina San Pedro de Pallac, Huaral, Lima?

1.1.3. Formulación de los problemas específicos.

P.E.1: ¿Cuál es la situación actual de las plantaciones de melocotón, desde su plantación hasta la cosecha?

P.E.2: ¿Cuáles son las características de las aves que afectan a los melocotones y que método de ahuyentamiento son efectivos contra ellos?

P.E.3: ¿Cómo desarrollar el sistema de ahuyentamiento de aves utilizando el integrado ISD1760?

P.E.4: ¿Cómo se realizará la implementación del sistema de ahuyentamiento para las aves que asedian las plantaciones de melocotón en épocas de cosecha?

P.E.5: ¿Cómo se va a realizar el monitoreo a distancia del sistema por parte del agricultor?

1.2. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo general.

Implementar un sistema automatizado que ahuyente a las aves que asedian las plantaciones de melocotón y que pueda ser monitoreado a distancia en épocas de cosecha en la comunidad campesina San Pedro de Pallac, Huaral, Lima.

1.2.2. Objetivos específicos.

O.E.1: Identificar la situación actual de las plantaciones de melocotón, desde su plantación hasta su cosecha.

O.E.2: Determinar las características de las aves que afectan a los melocotones y que método de ahuyentamiento son efectivos contra ellos.

O.E.3: Acoplar el sistema de ahuyentamiento de aves utilizando el integrado ISD1760.

O.E.4: Implementar el sistema de ahuyentamiento para las aves que asedian las plantaciones de melocotón en épocas de cosecha.

O.E.5: Acoplar un proceso de monitoreo a distancia al sistema de ahuyentamiento de aves.

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Justificación técnica

Para épocas donde estas aves aumentan demasiado su población, los agricultores usan veneno para reducir pérdidas en su cosecha, pero esto tiene inconvenientes ya que es muy peligroso si alguien por casualidad coge algún fruto, además el efecto dura pocos días y dañan a la planta. El veneno es usado como última opción, por eso el sistema a implementar facilitará la manera de ahuyentar las aves sin necesidad de usar métodos tan peligrosos. Además, mediante la infraestructura telefónica actual en la zona se podrá monitorear el correcto funcionamiento de éste a través de mensajes de texto.

1.3.2. Justificación económica

Para un productor el asedio de las aves se traduce en pérdida de su inversión, según datos de los pobladores de una de las comunidades de Atavillos Bajo (comunidad campesina San Pedro de Pallac), sus productos de melocotón se han reducido en gran medida para su cosecha, esto causa una preocupación constante a los agricultores que requieren alguna forma efectiva y económica de ahuyentar las aves. El sistema a implementar deberá tener las características necesarias para dicho proceso que requieren los agricultores, además dicho sistema podría también ser implementado en terrenos dedicados a la cosecha de otros productos tales como el maíz, habas, algunas variedades de papa entre otros; pero debido a que el asedio de las aves es mayor y que solo se puede cultivar en cierta época del año no les resulta conveniente invertir en estos productos y esos terrenos quedan sin utilizar.

1.3.3. Justificación social

El cultivo de melocotón constituye el principal medio de ingresos económicos para los pobladores de la comunidad de San Pedro de Pallac, pero este proceso agrícola presenta un conjunto de actividades previamente planificadas (tratamiento del suelo, abono, pesticidas, etc.) cuyo fin principal es la cosecha, y esta se ve mermada debido a la afluencia de aves que disminuyen los esfuerzos realizados por el agricultor que depende de los ingresos de ésta para su subsistencia y una futura reinversión. Adicionalmente, el uso de la tecnología en este proyecto pretende romper el paradigma del miedo al cambio al cual están acostumbrados: el poco uso de los recursos tecnológicos y la desconfianza que han generado experiencias pasadas de personas que han querido lucrar con ellos estafándolos.

1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Alcances

Esta investigación busca la manera más eficaz de ahuyentar las aves tales como el Zorzal y los Papagayos los cuales afectan a los melocotones, y que el sistema de ahuyentamiento pueda ser una alternativa accesible para los agricultores, siendo de fácil manipulación y presentando un monitoreo fácil y amigable para ellos.

1.4.2. Limitaciones

Los agricultores de la zona son reacios cuando se trata de aceptar nuevas tecnologías, están acostumbrados a sus métodos tradicionales y no aceptan nuevas opciones, ese es el paradigma de la gran mayoría, aún si sus métodos tradicionales ya no les funcionan.

Así mismo, a los pobladores se les dificulta entender que se debe elaborar un estudio de las aves que afectan sus productos debido a que ellas poseen cierta inteligencia que les permite adaptarse a nuevos entornos.

En la zona de estudio la tecnología móvil es limitada, llegando solo el 2G, de esta manera impide el desarrollo de un monitoreo más complejo restringiendo la posibilidad de que la automatización pueda ser remota, o a través de la nube.

CAPITULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Internacionales

Del resumen de Canavelli, S.B. (2007), se extrae del artículo que el girasol es un cultivo que agrada mucho a las aves, tiene proteínas que son favorables para las aves. Las aves que atacan los girasoles no son los mismos, son diferentes y atacan en diferentes etapas del crecimiento del girasol; si se desea implementar alguna solución es importante tener en cuenta las características de las aves además del comportamiento de las mismas según el crecimiento del girasol.

Marateo y otros (2012), menciona en el artículo que se evaluó la efectividad que tiene la pirotecnia en las aves, para lo cual se realizó una prueba en el aeropuerto de Argentina obteniendo buenos resultados con algunas observaciones.

Rodríguez, G. y Olivera, L. (2011), menciona que el proyecto tuvo como objetivo disminuir los daños de las aves en diferentes plantaciones, usando una estación experimental para realizar diferentes pruebas de ahuyentadores no letales ni contaminantes.

Del resumen de Canavelli, S. (2009), se extrae que el proyecto tuvo como objetivo disminuir el asedio de las aves en los cultivos de la songa, el girasol y el sogo, para ello publicó una serie de recomendaciones.

2.1.2. Nacionales

Del resumen de Ayala, J. F. (2009), se extrajo que la tesis tuvo como objetivo ahuyentar las aves que atacan las plantas de Vid, para esto plantea un ahuyentador sonoro controlado con un microcontrolador.

Castillo, B., Flores, D., Llanos. A., Paredes, G. y Toledo L. (2009), menciona que el manual de agricultores tuvo como objetivo orientar y guiar en el proceso del cultivo del melocotón a los agricultores u otros quienes muestren interés en dicha actividad.

Del resumen de Guerrero, F. T. y Ramírez, J. A. (2016), se puede extraer que la tesis tuvo como objetivo mantener alejadas las aves de un área específica de una planta industrial, utilizando ahuyentadores audibles comandados por un microcontrolador.

Del resumen de Sánchez, J. E. (2011), se puede extraer que la tesis tuvo como objetivo identificar los elementos que ocasionan que las aves se acerquen a los campus de la universidad Nacional del Callao para luego manipular dichos elementos y lograr disminuir la presencia de las aves.

Asimismo, se puede indicar que en la PUCP se encuentra registrada la tesis: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AUDIO PARA UN ESPANTAPÁJAROS ELECTRÓNICO" cuyo autor es: "Jorge David Higa Díaz", quien investigó para titularse como Ingeniero Electrónico en el año: "2009", de cuyo trabajo se puede extraer lo siguiente: "el objetivo es minimizar los daños de las aves en la agricultura sin necesidad de matarlos, utilizando un espantapájaros electrónico que difunda diferentes sonidos, esperando que mantenga alejado a las aves que causan daño en la agricultura" (Higa, 2011)

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Aspectos para elegir un ahuyentador de ave.

Existen muchos métodos para ahuyentar aves, sin embargo, hay que considerar algunos factores como: (Gonzalez, 2018)

- a) La especie de ave que se quiere ahuyentar
- b) El motivo por el cual las aves asedian el lugar
- c) El lugar donde se utilizarán los métodos

- a) La especie de ave que se quiere ahuyentar

Hay que identificar que especie de ave es el que la que está dando problemas, según eso se podrá elegir el método más eficaz. Cada especie tiene sus características como sonidos de alerta para pasarse la voz, al cual convendría un método usando sonidos, hay otras especies que no tienen esta característica y por ello es importante identificarlos. (Gonzalez, 2018)

- b) El motivo por el cual las aves asedian el lugar

Identificar el motivo por el cual las aves están en el lugar que se quiere sean espantados, esto nos ayudará para mejorar los métodos de ahuyentamiento. Pues las aves generalmente molestan por motivos de comida, pero también puede ser por que buscan anidarse. (Gonzalez, 2018)

- c) El lugar donde se utilizarán los métodos

Es importante saber el entorno donde es que las aves generan mayores molestias, ya sean terrazas, parques, jardines, iglesias o el sector agrícola, también hay que considerar la extensión del lugar. (Gonzalez, 2018)

2.2.2. Principales métodos de ahuyentamiento

- Redes o mallas.
Se trata de cubrir la zona por donde las aves ingresan a edificios u otros lugares, de esta manera se evita su ingreso. (Botix, 2019)
- Pinches anti-posados.
Se usan para evitar que las aves se posen en lugares específicos, son de acero inoxidable también pueden ser de acero zincado. (Botix, 2019)
- Repelentes audibles.
Se trata de reproducir sonidos de halcones, águilas, búhos es decir depredadores naturales de las especies que se quiere ahuyentar. También sonidos que indique alarma de especies que se pasan la voz cuando hay peligro. (Botix, 2019)
- Repelentes de ondas complejas.
Las ondas complejas afectan al sistema nervioso de las aves, estas ondas de radio se emiten en diferentes frecuencias. (Botix, 2019)
- Erradicadores ultrasónicos.
Emiten sonidos no audibles en diferentes frecuencias los cuales molestan a las aves. Existen muchos equipos que brindan estos sonidos como el “UltrasonX” Que su característica en cuanto a frecuencias es que “Emite ondas ultrasónicas de 95-102 dB, con un rango de frecuencia de 15-25 KHz.”. (Birdgard, s.f.)
- Disuasivos visuales.
Método usado mediante las figuras de aves Rapaces, globos que confundan y asusten a las aves. (Botix, 2019)

- Gel repelente de aves.
Son para aquellos lugares importantes que se desea cuidar como estatuas, lugares históricos, fachas, etc. (Botix, 2019)
- Repelentes químicos.
Se usa preferentemente para lugares de mucha concurrencia de aves. (Botix, 2019)
- Inhibidores de vuelo.
Son ideales para veredas y patios de comida. Consisten en tanzas de nylon transparente instaladas de forma tal que las aves las toquen durante el vuelo asustándose. (Botix, 2019)
- Hilos anti-posado.
Se trata de una superficie inestable que se mueva cuando se posen aves pequeñas. (Botix, 2019)

2.2.3. Las aves y su adaptabilidad a los métodos de ahuyentamiento

Muchas personas e incluso científicos siguen pensando que las aves tienen una inteligencia baja; sin embargo, esta idea ya está siendo modificada debido a “estudios sobre la estructura anatómica del cerebro de las aves” y los neurocientíficos están aceptando la idea que las aves tiene un mayor desarrollo cognitivo de lo que se pensaba tradicionalmente. (López, 2015)

2.2.4. El sensor

El sensor a usar será un sensor Pir, el cual detecta la variación infrarroja en un campo de 6 metros como máximo que emita cualquier objeto que esté en este rango de distancia. (PuntoFlotante, 2017)



Figura 1. El sensor PIR

Fuente: Punto Flotante, 2017

En esta figura vemos físicamente como es un sensor Pir, y se aprecia los tres pines de conexión necesarios para su funcionamiento según Punto Flotantes (2017).

2.2.5. El Arduino

El Arduino al igual que la computadora nos permite colocarle entradas y salidas, pero para proyectos de electrónica se convierte en una plataforma que facilita crear diferentes proyectos, debido a la facilidad de usar y que además cuenta con software libre que se puede descargar desde su página web.

El Arduino posee tanto pines digitales como analógicos a los cuales se les pueden conectar diferentes sensores para controlar una serie de actuadores según requiera el diseño del circuito, para poder programar el Arduino utiliza un lenguaje de programación basado en Wiring.

Muchas personas utilizan el Arduino ya sean usuarios principiantes o avanzados, el Arduino es bastante flexible para poder trabajar con diferentes niveles de usuarios y esto hace posible la creación de miles de proyectos de electrónica en diferentes campos. (IngenieríaMCI, s.f.)

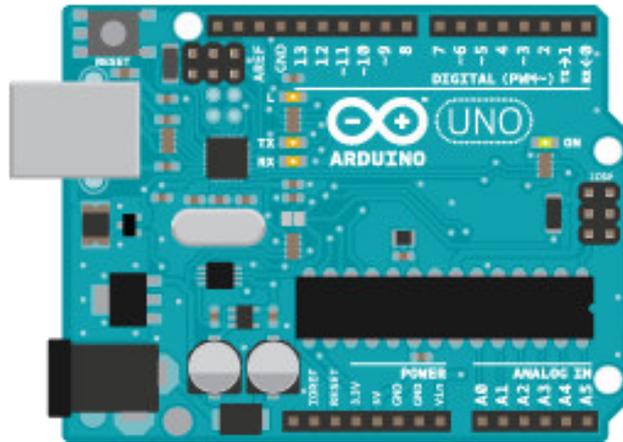


Figura 2. El arduino

Fuente: Ingeniería MCI, s.f.

En esta figura se aprecia el módulo del Arduino uno, el cual es el más usado para realizar diferentes proyectos según Ingeniería MCI (s.f.).

2.2.6. Grabadores de sonido

Son circuitos integrados que sirven para grabar sonidos de corta duración, ideales para sistemas que requieran sonidos repetitivos.

Existen modelos los cuales en donde no se borran los sonidos grabados cuando se le quita la energía, esto depende del modelo que se está usando. Para nuestro el proyecto que se está presentando se usará el ISD1760. (López J. S., 2005)

2.2.7. El ISD1760

Es un circuito integrado de 28 pines que sirve para grabar sonidos de corta duración, los cuales se almacenan para su posterior reproducción. (Winbond, 2007)

En el siguiente diagrama de bloque se muestra su arquitectura:

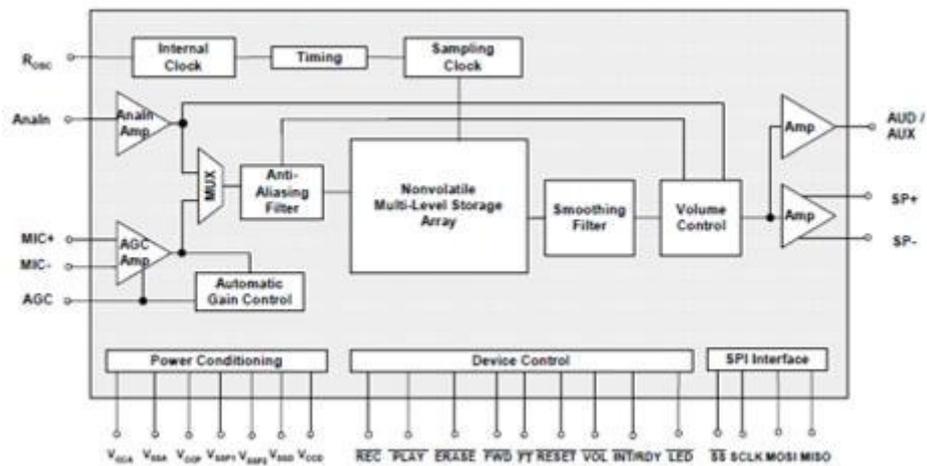


Figura 3. Diagrama de bloques del ISD1760

Fuente: Winbond, 2017

En esta figura se aprecia el diagrama de bloque de cómo está estructurado el integrado del ISD1760.

2.2.8. Tecnología 2G

La tecnología 2G representó un salto tecnológico hacia la telefonía digital desde la tecnología móvil analógica. Esta tecnología es conocida comúnmente como GSM, y que aún persiste hasta el día de hoy. Mediante la red GSM nos permitió enviar mensajes de texto y poder transmitir datos. (La-Cueva-GSM, 2014)

Esta tecnología móvil es la más utilizada en la actualidad, pero al tener un ancho de banda lento muchas veces puede provocar interferencias electrónicas. (Blasco, 2016)

En el Perú se puede notar la presencia de las 4 operadoras más grandes y principales de telefonía, las cuales lideran el mercado, quienes son las que se encargan de desplegar las tecnologías móviles alrededor de todo el país. Para más detalles se muestra la siguiente imagen en la cual se puede visualizar en que banda funciona para cada tecnología.

Que Bandas usan actualmente las Operadoras en el Perú

OPERADOR	2G GPRS, EDGE	3G HSDPA, H, H+, 3G+, 3.5G	4G 4G+, 4.5G, LTE, LTE-A LTE ADVANCED	5G New Radio NSA
	1900 (B2)	850 (B5)	1900 (B2) 700 (B28) 2600 (B7) OLO	Proyectado 3500
	850 (B5)	1900 (B2)	AWS.1 (B4) 700 (B28)	Proyectado 3500
	1900 (B2)	1900 (B2)	AWS.1 (B4) 700 (B28) Internet Hogar 2300 (B40)	Proyectado 3500
	=====	1900 (B2) 900 (B8)	900 (B8) 2600 (B7)	=====

Figura 4. Operadoras actuales en el Perú.

Fuente: Karlos Perú, 2019

En la Figura 4 se pueden apreciar las tecnologías móviles desplegadas para cada operador junto con sus bandas respectivamente.

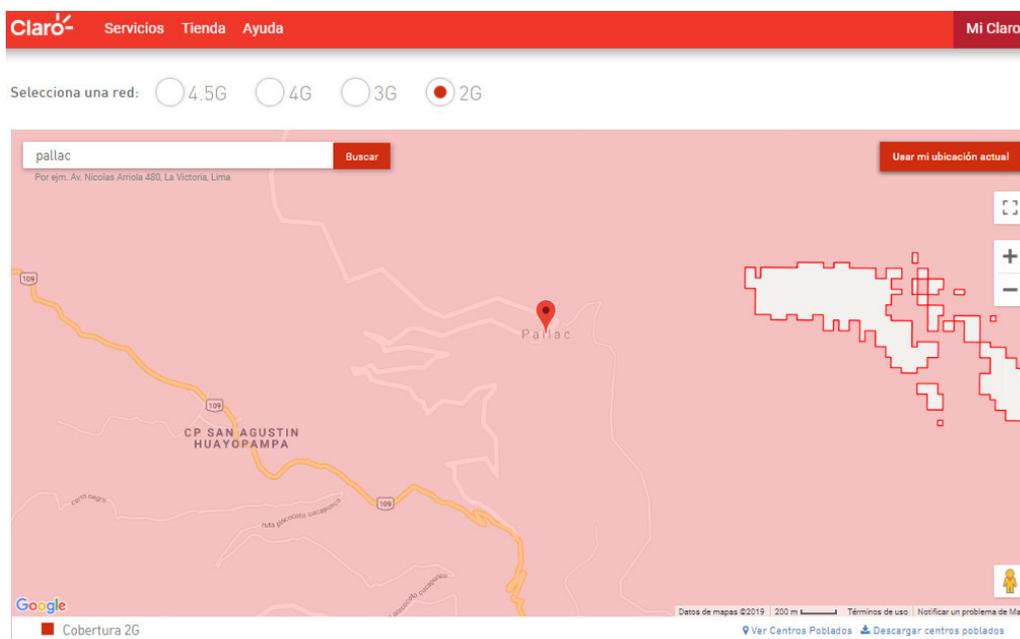


Figura 5. Cobertura móvil 2G en San Pedro de Pallac – CLARO

Fuente: Claro, 2019

En la figura 5 podemos apreciar que Claro tiene desplegado la tecnología 2G en el centro poblado San Pedro de Pallac, el cual será útil para el proyecto.

2.2.9. Sim808

El módulo SIM808 es un módulo GSM/GPRS de cuatro bandas que combina esta tecnología con el GPS para poder obtener una mejor navegación por satélite.

El diseño compacto que integró GPRS y GPS en un paquete SMT ahorrará significativamente tiempo y costos para que los usuarios desarrollen aplicaciones habilitadas para GPS. Con una interfaz estándar de la industria y función GPS, permite que los activos variables sean rastreados sin problemas en cualquier lugar y en cualquier momento con cobertura de señal. (SIMCOM, 2015)



Figura 6. Elementos del módulo Sim808

Fuente: PROMETEC, 2017

En la Figura 6 se puede apreciar el módulo SIM 808 completo con su antena y GPS, listos para poder conectarse entre ellos.

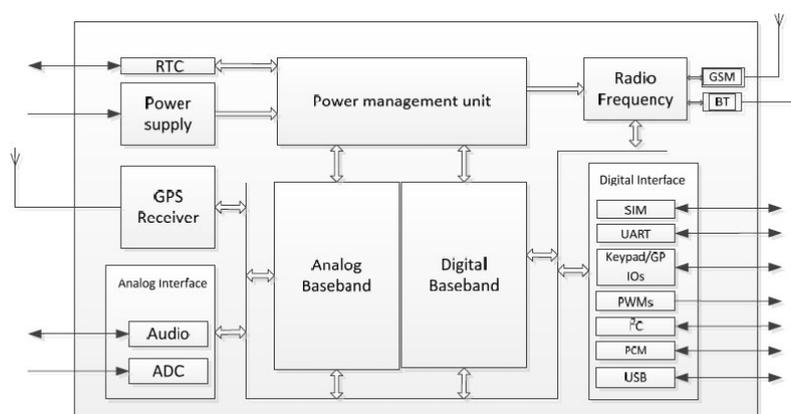


Figura 7. Diagrama funcional del Sim808

Fuente: SIMCOM, 2015

En la Figura 7 podemos apreciar más detalladamente las interfaces que componen al sim808, como el motor de banda base GSM, el motor GPS, la interface de la antena, entre otros.

2.3. MARCO METODOLÓGICO

2.3.1. Tipo de Investigación

La presente investigación que se viene desarrollando se considera aplicada tecnológica, debido a que se aplica la tecnología para poder resolver un problema en la sociedad.

2.3.2. Metodología de Investigación

Se recolectó información de los pobladores de la zona junto con las inspecciones que se realizaron en campo de cultivos de melocotón, pudiendo evidenciar la problemática referida. Asimismo, se hizo la revisión de trabajos similares, tanto de manera local e internacional, observando soluciones similares que se hayan podido obtener. Se ejecutaron prototipos de solución a la problemática planteada en función a las prestaciones que el microcontrolador brindaba y a la compatibilidad de los dispositivos electrónicos utilizados en el diseño. Finalmente se aplicó el método histórico, identificando las tecnologías anteriores y los resultados que se pudo obtener de éstas.

2.3.3. Técnicas de investigación

Se obtuvo información de fuentes como libros. Artículos, páginas web, blogs, revistas, periódicos, entrevistas con los pobladores de la zona y de la continua retroalimentación de las pruebas realizadas en campo.

2.4. MARCO LEGAL

Basándonos en el Título X de la Ley 24656 – Ley General de las Comunidades Campesinas, en las Disposiciones Finales y Transitorias indica que las comunidades campesinas estarán a cargo de su propio funcionamiento y organización, considerando la presente Ley y su Reglamento correspondiente. Por ende, cualquier coordinación sobre trabajos a realizar dentro de sus tierras se realizará con los comuneros calificados, que son aquellos que tienen una residencia estable de no menor de 5 años en la comunidad.

CAPITULO III: DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

3.1. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Identificar la situación actual de las plantaciones de melocotón, desde su plantación hasta su cosecha.

Como ya se ha mencionado el producto del melocotón se ve afectado por las aves, esto se traduce en pérdidas para el agricultor del distrito de Atavillos Bajo, a los cuales pertenecen 4 comunidades campesinas las cuales son:

- San Agustín de Huayopampa
- Pallac.
- La Perla Chaupis.
- La Florida.

Veamos en detalle que cuidados tienen las plantas de melocotón hasta que brinde su fruto y sea cosechado, también como afectan las aves en dicho

3.1.1. Producción del melocotón

La producción del melocotón depende mucho del clima y del lugar específico de la zona pues desde su preparación hasta su cosecha se demora de 5 a 6 meses según las características mencionadas, sin embargo, los agricultores generalmente pueden calcular el tiempo exacto que demora ya que un error de algunas semanas puede significar un gran conflicto.

Cada momento desde su preparación la planta de melocotón requiere mucha atención y cuidado tales como:

- Eliminar plantas silvestres que se encuentren en su alrededor.
- Riego periódico según su programación.
- Abonado para el desarrollo del fruto.
- Fumigación según su programación para prevenir enfermedades conocidas o nuevas que atacan al melocotón.

3.1.2. Épocas de cosecha

Las épocas de cosecha dura aproximadamente un mes y puede ser cualquier mes del año, pero la mejor temporada y al cual la mayoría prepara sus productos es de mayo hasta octubre. De noviembre hasta diciembre no es muy común es muy riesgoso, y de enero hasta abril es más crítico todavía debido a las intensas lluvias.

Es en este mes donde las aves asedian y disminuyen la cantidad de frutos, pues hay que estar espantándoles y estar pendiente de la cosecha.

La cosecha es una pelea contra el tiempo, pues el día que los camiones traen los frutos a los mercados mayoristas son dos días a la semana y muchas veces los agricultores no terminan de tener listo su producto, por eso el día que el camión trae sus productos los agricultores ya han sacado los frutos de sus matas un día antes, y si se les quedo algunas plantas sin cosechar para la siguiente fecha que el camión vuelve a llevar sus productos, el melocotón se madura demasiado y tiene menor valor e incluso se puede podrir.

Es entonces que nuestro sistema tiene que entrar en acción en ese mes que sea la cosecha, como se menciona el agricultor está muy ocupado en la cosecha, por ello el sistema de ahuyentamiento de aves debe solucionar el asedio de las aves y permitir que el agricultor se dedique a su producto sin preocupación de las aves.

3.1.3. El asedio de las aves

Existen muchas aves a los cuales les gustan las frutas, los cuales son conocidos como pájaros fruteros.

Los pájaros fruteros que afectan la zona de Atavillos bajo tenemos:

- El zorzal común
- Los papagayos

3.1.4. Pérdidas por las aves

Las pérdidas son en un promedio de 4.68 cajones de 100 cosechados pero estos cajones son de las selecciones más grandes. Estos datos se explicarán más a detalle en la encuesta realizada a la comunidad San Pedro de Pallac, que es la comunidad más afectada por el asedio de las aves a sus plantaciones de melocotones.

3.1.5. Encuesta a la comunidad San Pedro de Pallac

Tenemos un total de 28 comuneros activos los cuales son los que trabajan sus terrenos en la comunidad San Pedro de Pallac, a quienes el asedio de las aves diezma su cosecha del melocotón.

Por lo general un comunero es la cabeza de una familia, pero también puede ser cualquiera que hereda o compre un terreno, este comunero puede optar por trabajar activamente sus terrenos o dejarlo libre y sin productividad, pero debe pagar una cuota anual a dicha comunidad si no quiere perder sus terrenos y de esta forma se convertirá en comunero pasivo.

Para la encuesta no se ha tomado en cuenta los comuneros pasivos, y a los comuneros activos se les hizo 2 preguntas:

Primera pregunta.

¿De 100 cajas de melocotones que cosechan cuantas cajas pierde a causa del asedio de las aves?

Segunda pregunta.

¿Qué calidad de selección del melocotón son los más diezmos por las aves?

Ahora de la primera pregunta queremos saber cuál es el promedio de cajones perdidos por las aves.

Para ello necesitamos la fórmula de la media aritmética.

$$M(x) = \frac{\sum m_i \cdot f_i}{n}$$

Siendo n el número total de comuneros activos en la Comunidad de San Pedro de Pallac.

Tabla 1. Cálculo del promedio de cajones perdidos.

Cajones perdidos (xi)	fi	fp	xi.fi
2	2	7%	4
3	6	21%	18
4	3	11%	12
5	8	29%	40
6	6	21%	36
7	3	11%	21
TOTAL	28	100%	$\sum m_i \cdot x_i = 131$

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 1 se muestra la tabulación de los resultados de la primera pregunta de la encuesta, de esta forma poder calcular el promedio de cajones perdidos por las aves.

Cajones perdidos por el asedio de las aves

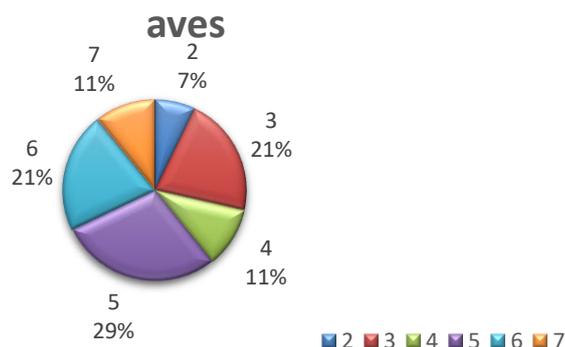


Figura 8. Gráfico de la Tabla 3

Fuente: Elaboración propia

En esta figura vemos un gráfico tipo pastel de la frecuencia porcentual de los cajones perdidos por el asedio de las aves.

Ahora usamos la formula y tenemos:

$$M(x) = \frac{\sum m_i \cdot f_i}{n} = \frac{131}{28} = 4.68$$

Esto quiere decir que el promedio de cajones perdido por causa del asedio de las aves es de 4.68.

Ahora con respecto a la segunda pregunta también es importante saber que selección de melocotón son diezmados por las aves, debido a que no todos tienen el mismo precio en el mercado. La selección de mayor costo y el más grande es el extra, seguido de la selección primera y luego según disminuye el tamaño se le asigna un menor número hasta llegar a la selección sexta, de allí continua la selección cero y en adelante son las selecciones más pequeñas los cuales pueden ser doble cero o triple cero en ocasiones cuando son demasiado pequeños.

Tabla 2. Selección de los melocotones de mayor a menor tamaño.

Extra
Primera
Segunda
Tercera
Cuarta
Quinta
Sexta
Cero
Doble cero
Triple cero

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2 se muestra la selección de los melocotones según su tamaño, comenzando por la selección extra que es la más grande hasta Triple cero que normalmente es el más pequeño.

Sabiendo eso ahora vamos a obtener los resultados de la segunda pregunta de la encuesta.

Tabla 3. Cálculo de las selecciones más diezmadas

Calidad del melocotón (xi)	f.i	xi.fi	f.p
1	8	8	29%
2	9	18	32%
3	8	24	29%
4	3	12	11%
total	28	$\sum mi.xi = 62$	100%

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se muestra la tabulación de los resultados de la pregunta N° 2 de la encuesta, para así poder calcular el promedio de la selección más diezmada por las aves.

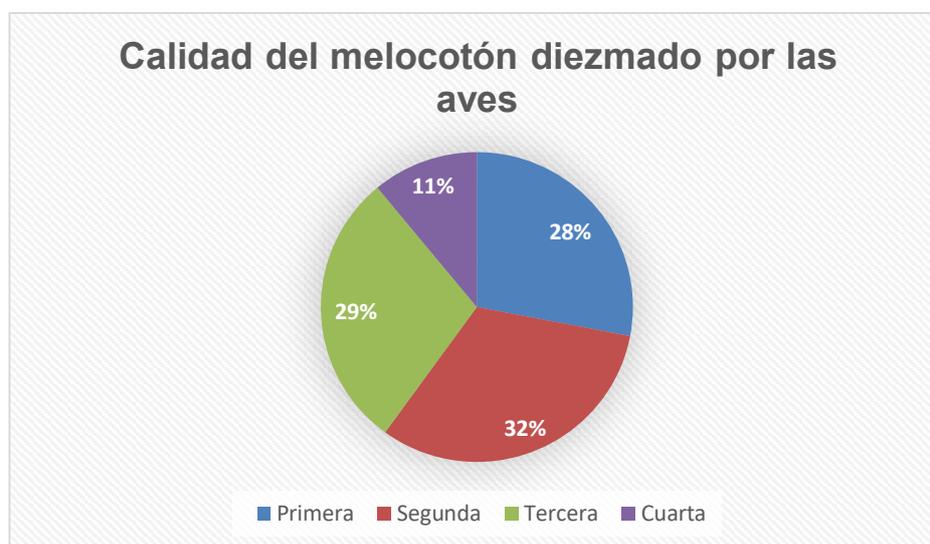


Figura 9. Gráfico de la Tabla 5

Fuente: Elaboración propia

En esta figura vemos un gráfico tipo pastel de la frecuencia porcentual de las selecciones diezmadas por el asedio de las aves.

Ahora usamos la formula y tenemos:

$$M(x) = \frac{\sum m_i \cdot f_i}{n} = \frac{62}{28} = 2.21$$

Entonces en promedio la calidad que más es diezmada por las aves es la selección segunda, que en tamaño es una de las más grandes, y por ello también son más costosas. Los precios varían mucho dependiendo del clima, época del año, sabor, escases y duración del melocotón. Debido a la variación de precios del melocotón es muy difícil saber en qué fecha tiene mayor o menor costo.

Tabla 4. Precio del cajón del melocotón al por mayor.

CANTIDAD POR CAJÓN	SELECCIÓN	PRECIO EN SOLES
1	Primera	55
	Segunda	40
	Tercera	35
	Cuarta	30
	Quinta	25
	Sexta	20
	Cero	16

Fuente: Elaboración propia

Se muestra en la Tabla 4 los precios de los melocotones según su selección y venta en cajones al por mayor en el mercado mayorista de frutas, dicho precio llegó a fluctuar entre febrero y marzo del 2019.

Claro que estos precios varían también entre comerciantes, entonces si tomamos los 5 cajones diezmados por las aves que dijeron la mayor cantidad de comuneros (29%) según la figura 8 y lo multiplicamos por el precio de selección segunda tendríamos:

$$5 \times 40 = 200 \rightarrow \text{Esto es el precio en soles que se perdería.}$$

No importa que sean pocas cajas las diezmadadas, si son de una selección grande las perdidas serán considerables, además en una cosecha las selecciones más grandes son más escasas.



Figura 10. Seleccionando y almacenando los melocotones

Fuente: Elaboración propia

En esta figura vemos como los agricultores de la Comunidad Campesina de Pallac están seleccionando por tamaños a los melocotones, de esta forma podrán enviarlos al mercado que mejor les convenga.

3.2. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Determinar las características de las aves que afectan a los melocotones y que método de ahuyentamiento son efectivos contra ellos.

Como tenemos identificado al zorzal y a los papagayos, quienes son los principales asediadores de los melocotones, vamos a estudiar sus características para saber cómo ahuyentarlos.

3.2.1. El zorzal común (Turdusphilomelos)



Figura 11: El zorzal común

Fuente: Jaime, Ch., 2009

En la Figura 11 se presenta al zorzal común en su estado natural.

Tabla 5. Ficha técnica del zorzal común.

Orden	Passeriformes
Familia	Turdidae.
Especie	Turdusphilomelos.
Estatus	Especie catalogada de interés especial.
Longevidad	Pueden vivir hasta cinco años.
Peso	75 grs., aproximadamente.
Envergadura	Con las alas abiertas pueden medir alrededor de 35 cms.
Longitud	22 cms. Aproximadamente.

Fuente: Noguerras, E., 2010

En la tabla 5 se muestran los datos más relevantes del zorzal común.

El zorzal es un ave pequeña, pero se puede apreciar una característica muy peculiar, el cual su pelaje de color amarillo en el pecho y vientre. (Nogueras, E., 2010)

Lo más probable es que no exista diferencia entre ambos sexos debido a que las diferencias no son apreciables.

El zorzal prefiere arboles como hábitat debido a que le gusta posarse en sus ramas.

Suelen comunicarse por sus cantos los cuales son agradables para el común de las personas, cantos como los que realiza en la época de apareamiento.

Sus principales alimentos son babosas, caracoles y frutas. Se desplaza con saltos cortos. (Nogueras, 2010)

3.2.2. Los papagayos (Psittacidae)



Figura 12. Los papagayos

Fuente: D'Alessandro, M., 2016

En la Figura 12 se muestra al papagayo (comúnmente llamados loros), estos animales se caracterizan por andar en manada, debido que de esta manera tienen una mayor protección ante el ataque de un depredador.

Los papagayos tienen una gran variedad de especies como los periquitos, los papagayos son también conocidos por muchos con el nombre de “loros”.

Si bien hay muchas especies todas ellas conservan una característica distintiva de la familia Psittacidae el cual es su pico curvado, 4 dedos en sus patas y una gran inteligencia.

Estas aves tienen un excelente vuelo sin embargo ya algunas variedades ya no poseen esta característica.

Su hábitat son normalmente la selva y/o lugares tropicales, pero también se le puede encontrar en otros lugares.

Según el lugar donde habitan su alimentación puede variar, pero generalmente se alimentan de fruta y diferentes variedades de semillas e inclusive llegan a comer insectos pequeños. (D'Alessandro, 2016)

3.2.3. Ahuyentadores que se usarán

Ahora bien, teniendo en cuenta las características del zorzal y de los papagayos se determinó usar uno de los métodos ya mencionados en el marco teórico los cuales son los repelentes Audibles, dentro de los cuales están una serie de diferentes sonidos los cuales serán los ahuyentadores del sistema.

3.2.4. Repelentes audibles

Hay un predador natural para el zorzal y el papagayo que son las águilas, podemos colocar sonidos de halcones los cuales también son depredadores de estas aves sobre todo del zorzal. (Nogueras, 2010)

Entonces tendríamos:

- Sonidos de águilas
- Sonidos de halcones
- Sonidos fuertes

A. Sonidos de águilas

Debemos difundir estos sonidos cuando se detecte la presencia de estas aves, hay que tener en cuenta la inteligencia de las aves, sobre todo con los papagayos los cuales están consideradas entre las aves más inteligentes. (López, 2015)

Características del sonido de águila:

- Deben ser varios sonidos diferentes

- Los sonidos no deben reproducirse siempre en el mismo orden, hay que poner una aleatoriedad el cual no sea fácil de poder ser reconocido por estas aves.

B. Sonidos de halcones

También difundiremos sonidos de halcones, el cual también se activará con la presencia de las aves.

Características:

- Debes ser varios sonidos diferentes
- También debe tener una aleatoriedad al reproducirse.

C. Sonidos fuertes

También se colocarán sonidos muy fuertes que asusten a las aves. Este sonido tendrá que ser de los más estridentes posible.

Características:

- Será un sonido que se escuchará por un tiempo corto, al detectar las aves.
- Serán varios sonidos que también deben tener una aleatoriedad, junto con los demás sonidos debe entrar en una secuencia difícil de reconocer por las aves.

3.3. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Acoplar el sistema de ahuyentamiento de aves utilizando el integrado ISD1760.

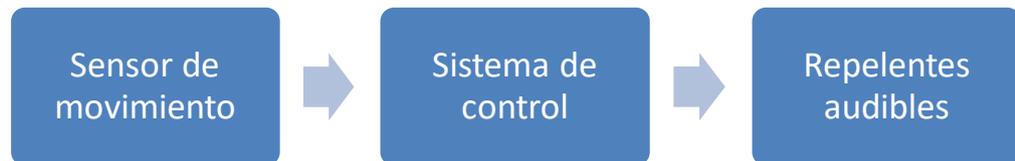


Figura 13. Sistema de ahuyentamiento de aves

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 13 se muestran los subsistemas que integrarán al sistema de ahuyentamiento de aves. En el sistema de control estará el Arduino, en el cual se incluirá un programa que recepcionará la señal de entrada del sensor de movimiento para que controle los repelentes audibles.

3.3.1. Sensor de movimientos

El sensor de movimiento será usado para poder identificar la presencia de las aves y de esta manera activar un ahuyentador de aves instalado en nuestro sistema y siguiendo una secuencia comandada por el sistema de control.

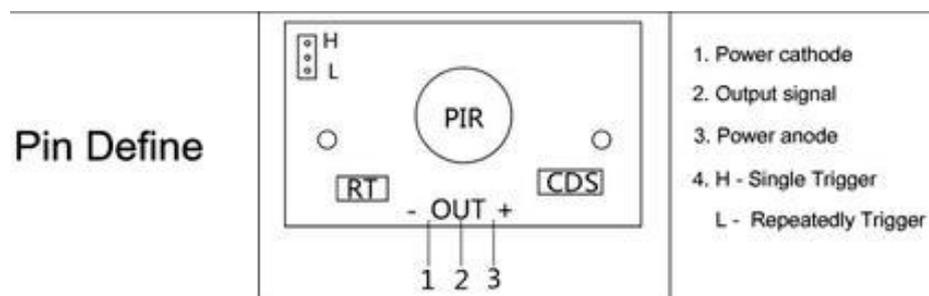


Figura 14. Conexión del PIR al Arduino.

Fuente: Punto Flotante, 2017

En esta figura vemos la configuración de los pines del sensor PIR, los cuales se conectarán con el Arduino.

Los pines 1,2 y 3 serán los que se usarán, el pin 2 se conectará a una de los pines digitales del Arduino, el cual mandará un voltaje de 3V cuando detecte una variación infrarroja. Los pines 1 y 3 de alimentación 5V pueden alimentarse del mismo Arduino o de una fuente aparte.

3.3.2. Repelentes audibles

En los repelentes audibles tenemos 3 tipos de diferentes sonidos, estos sonidos serán grabados en un circuito integrado ISD1760.

El Arduino mandará la señal para que el ISD1760 reproduzca la secuencia de sonidos grabados; el ISD1760 por sí solo graba, reproduce, borra sus grabaciones y adelanta; pero también puede comunicarse con el Arduino a través de la interfaz SPI y recibir las mismas ordenes de reproducir, adentrar etc.



Figura 15. Sonidos grabados en el ISD1760.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 15 se aprecia un diagrama de los sonidos que serán emitidos por el ISD1760 cuando el sistema de control así lo ordene. La cantidad de sonidos grabados son los siguientes: 2 sonidos diferentes de águilas, 3 sonidos diferentes de halcones y 3 sonidos fuertes.

Para grabar los 8 sonidos necesitamos armar el circuito del ISD1760 según lo indica su datasheet.

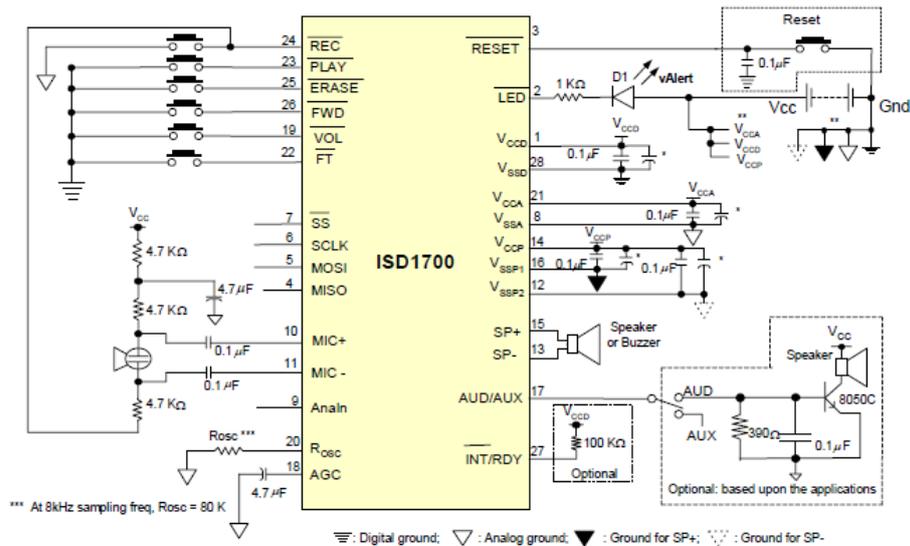


Figura 16. Circuito para grabar con los botones de control.

Fuente: Winbond, 2007

En esta figura se aprecia el circuito necesario para el correcto funcionamiento del ISD1760 comandados por los botones de control.

La resistencia de oscilación (R_{osc}) es la que nos indica la frecuencia de muestreo que tendrá el ISD1760 al grabar los sonidos, además cuanto tiempo máximo se puede grabar.

Tabla 6. Duración Vs. Frecuencia de muestreo

Frecuencia de Muestreo	ISD1730	ISD1740	ISD1750	ISD1760	ISD1790
12 kHz	20 sec	26 sec	33 sec	40 sec	60 sec
8 kHz	30 sec	40 sec	50 sec	60 sec	90 sec
6.4 kHz	37 sec	50 sec	62 sec	75 sec	112 sec
5.3 kHz	45 sec	60 sec	75 sec	90 sec	135 sec
4 kHz	60 sec	80 sec	100 sec	120 sec	180 sec

Fuente: Winbond, 2007

Para este diseño se escogió una frecuencia de muestreo de 8 kHz que nos da un tiempo máximo de 60 segundos y le corresponde una resistencia R_{osc} de 80 KΩ. (Winbond, 2007).

Para el circuito se necesita una resistencia R_{osc} de 80 KΩ, pero ese valor no es comercial de modo que usaremos una resistencia de 82 KΩ

que es el valor más cercano; sin embargo, no sabemos cuánto afectará al tiempo máximo de grabación, para eso se tuvo que armar el circuito y probar.

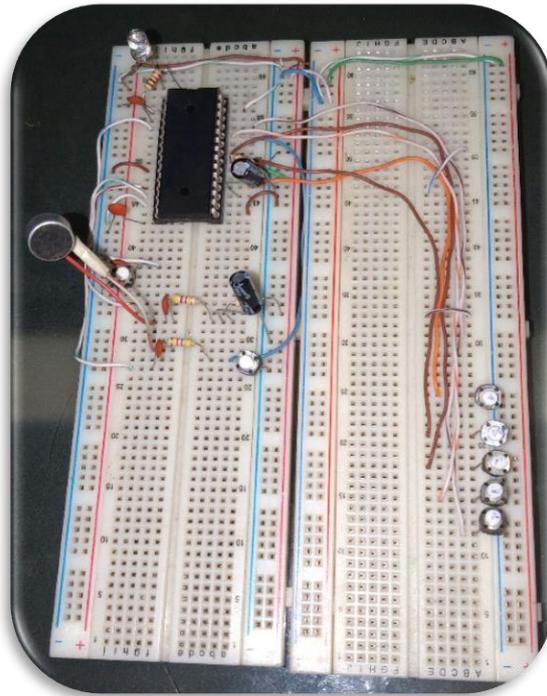


Figura 17. Circuito del ISD1760 en protoboard

Fuente: Elaboración propia.

En esta figura se aprecia el ISD1760 armado con su circuito correspondiente en base a la Figura 16.

En el circuito armado en el protoboard se probó cuanto tiempo máximo de grabación nos permite una resistencia R_{osc} de $82\text{ K}\Omega$, teniendo como resultado 62 segundos; solo variando en 2 segundos con respecto a la resistencia de $80\text{ K}\Omega$. Ahora se sabe que no varía mucho y que podemos utilizar la resistencia de $82\text{ K}\Omega$.

Ahora hay que darle los tiempos adecuados a los sonidos para ocupar los 62 segundos que nos permite grabar el circuito el ISD1760.

Tabla 7. Los sonidos de los repelentes audibles

	SONIDOS	NOMBRE	CARACTERÍSTICAS
	A	Sonido de águila 1	duración: 07 s
	B	Sonido de águila 2	duración: 07 s
	C	Sonidos de halcón 1	duración: 07 s
	D	Sonidos de halcón 2	duración: 07 s
	E	Sonidos de halcón 3	duración: 07 s
	F	Sonido fuerte 1	duración: 07 s
	G	Sonido fuerte 2	duración: 07 s
	H	Sonido fuerte 3	duración: 07 s
TOTAL	8		56 s

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se puede apreciar los 8 sonidos ordenados por letras cada uno con un tiempo determinado y que sumados no pasen los 62 segundos.

Los 8 sonidos se grabarán en el circuito ISD1760 para que cuando se comunique con el Arduino por la interfaz SPI pueda ordenar su reproducción y en una forma aleatoria, dicha secuencia lo mandará el Arduino.

Los pines SPI del ISD1760 se indican en la figura 16.

En dicha figura se aprecia que para escuchar los sonidos hay una salida para un pequeño parlante de 8Ω que en el circuito es de 0.5W.

Para poder obtener un sonido mucho más fuerte necesitamos un amplificador de audio.



Figura 18. Sonidos emitidos con un amplificador.

Fuente: Elaboración propia

En esta figura se aprecia el diagrama de la inclusión de un amplificador de audio para la emisión de los sonidos aleatoriamente. Esto nos permitirá obtener un sonido mucho más fuerte.

El amplificador de audio que se usara será un amplificador STK4181 II para que los sonidos sean percibidos de manera correcta y cumpla su función.

Este amplificador es muy fácil de conseguir ya que la tarjeta está a la venta con todos sus componentes, este amplificador estará conectado a la salida del audio AUD/AUX del ISD1760 y tendrá una salida de 70 w para lo cual se necesita alimentar con $\pm 24v$ el sistema y colocarlo un parlante de 8 ohmios. (SANYO, STK4101 II SERIES DATASHEET, s.f.) Sanyo recomienda para la mayoría de los STK un circuito aparte de fuente de alimentación, que funciona bien en frecuencias altas los cuales están los sonidos agudos que se grabaran, dichos sonidos oscilan entre 2000 y los 4000 Hz. (SANYO, STK4181V DATASHEET, s.f.).

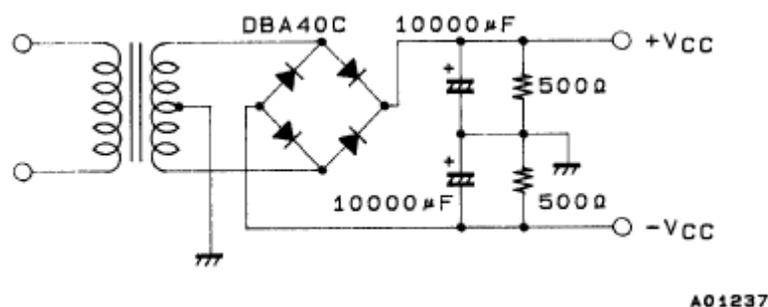


Figura 19. Especificaciones de la fuente.

Fuente: SANYO, STK4181V DATASHEET, s.f.

En esta figura se aprecia el circuito de la fuente de alimentación que Sanyo recomienda para la mayoría de los STK incluido el STK4181 II.

3.3.3. Sistema de control

El Arduino será quien controle los sistemas de los dispositivos, su secuencia de activación y reciba la señal del sensor.

Los diferentes pines del Arduino pueden ser configurados tanto como entrada o como salida, también pueden cumplir algunas funciones especiales para ello debe configurarse debidamente. (IngenieríaMCI, s.f.)

Se realizará el bucle del programa según las entradas y salidas que tendrá el Arduino, cuando el sensor se active mandará la señal al Arduino este a su vez debe hacer que el ISD1760 reproduzca un sonido grabado.

Para comunicar el Arduino Uno con el ISD1760 usaremos la interfaz SPI (Serial Peripheral Interface), los cuales son el MISO, MOSI, SCK y SS; y en el Arduino uno los pines que soportan son: 10(SS), 11(MOSI), 12(MISO) y 13(SCK). (IngenieríaMCI, s.f.)

Ahora con el sensor como entrada y el SPI podemos crear el programa para el Arduino.

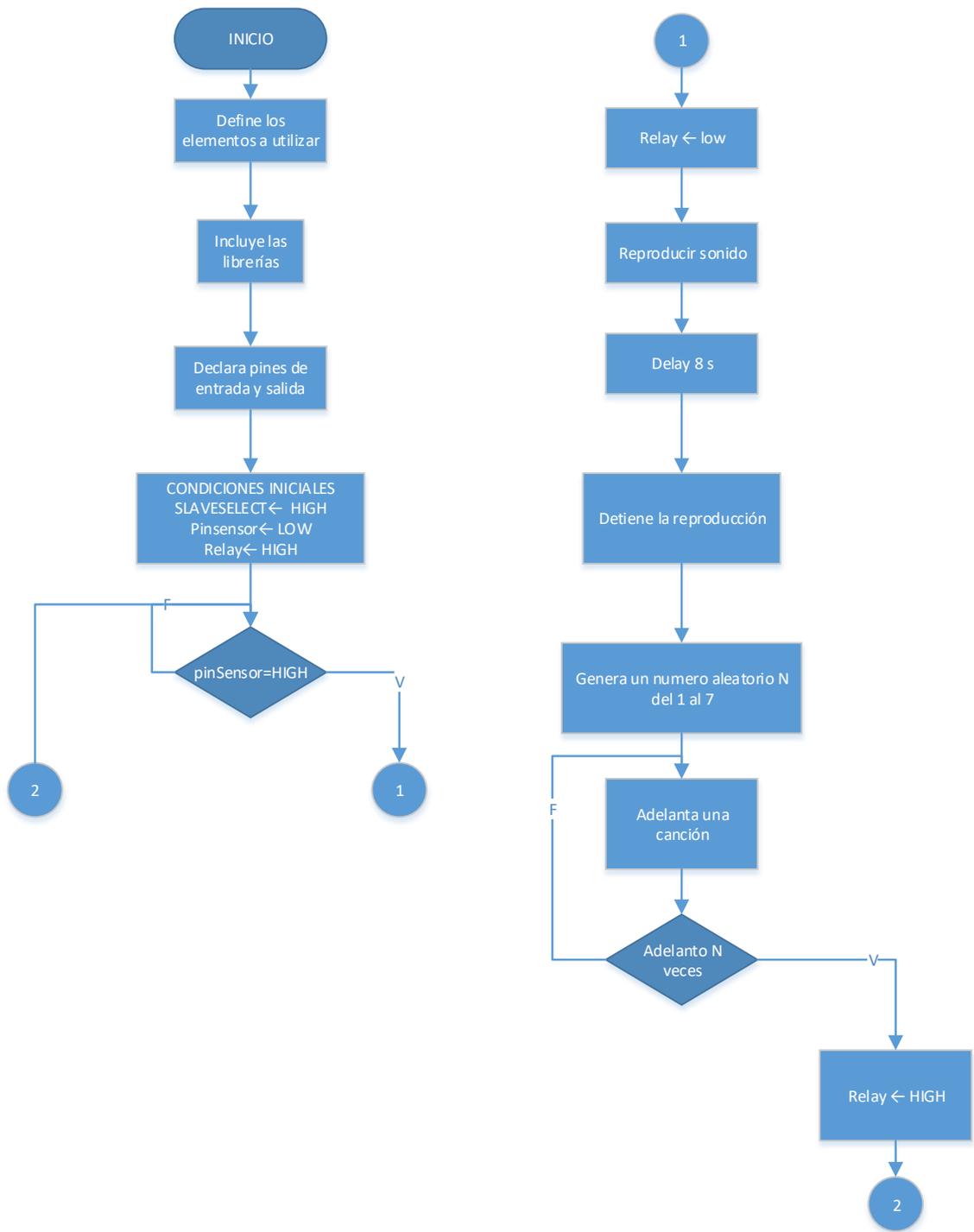


Figura 20. Diagrama de flujo del programa

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 20 se aprecia el diagrama de flujo del programa del sistema de control que se implementará al Arduino.

3.4. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 4: Implementar el sistema de ahuyentamiento para las aves que asedian las plantaciones de melocotón en épocas de cosecha.

Para implementar el sistema primero se tiene que armar los circuitos de cada sub-sistema y montarlos en una caja plástica de paso para su mayor protección.

3.4.1. Armar el ISD1760

Para implementar el ISD1760 primero se debe colocar el circuito en una placa electrónica. Para lograr este objetivo, tenemos que diseñar las pistas del PCB:

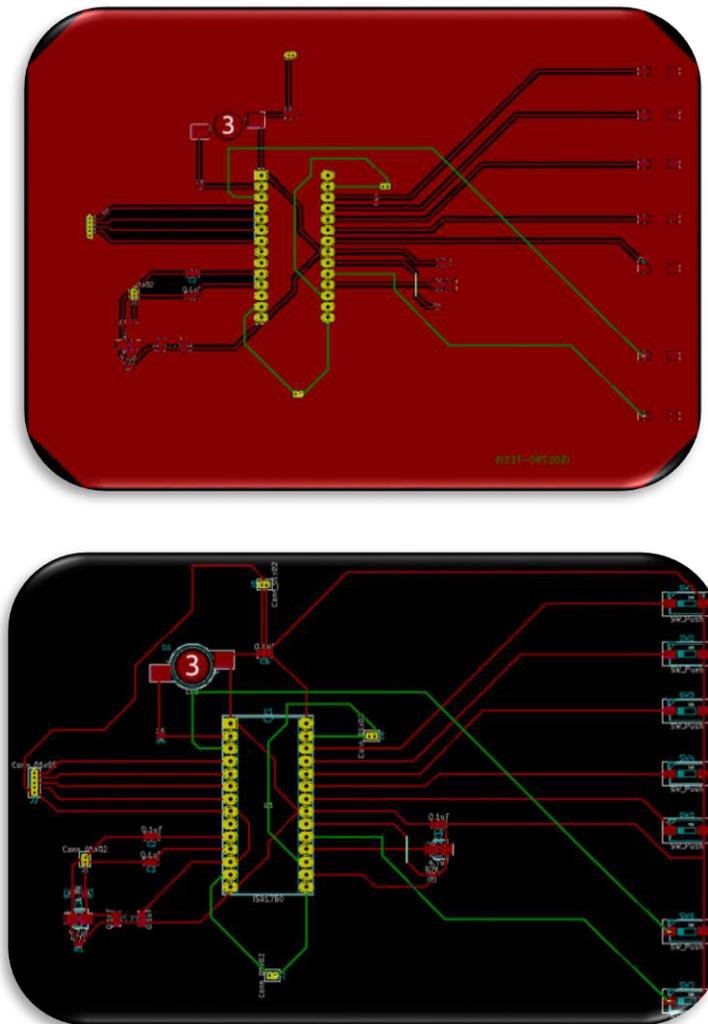


Figura 21: Diseño del PCB en el programa KiCad del ISD1760.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 21 se aprecia el diseño del PCB previo a la impresión final.

Luego pasamos a imprimir la tarjeta en una placa de baquelita.

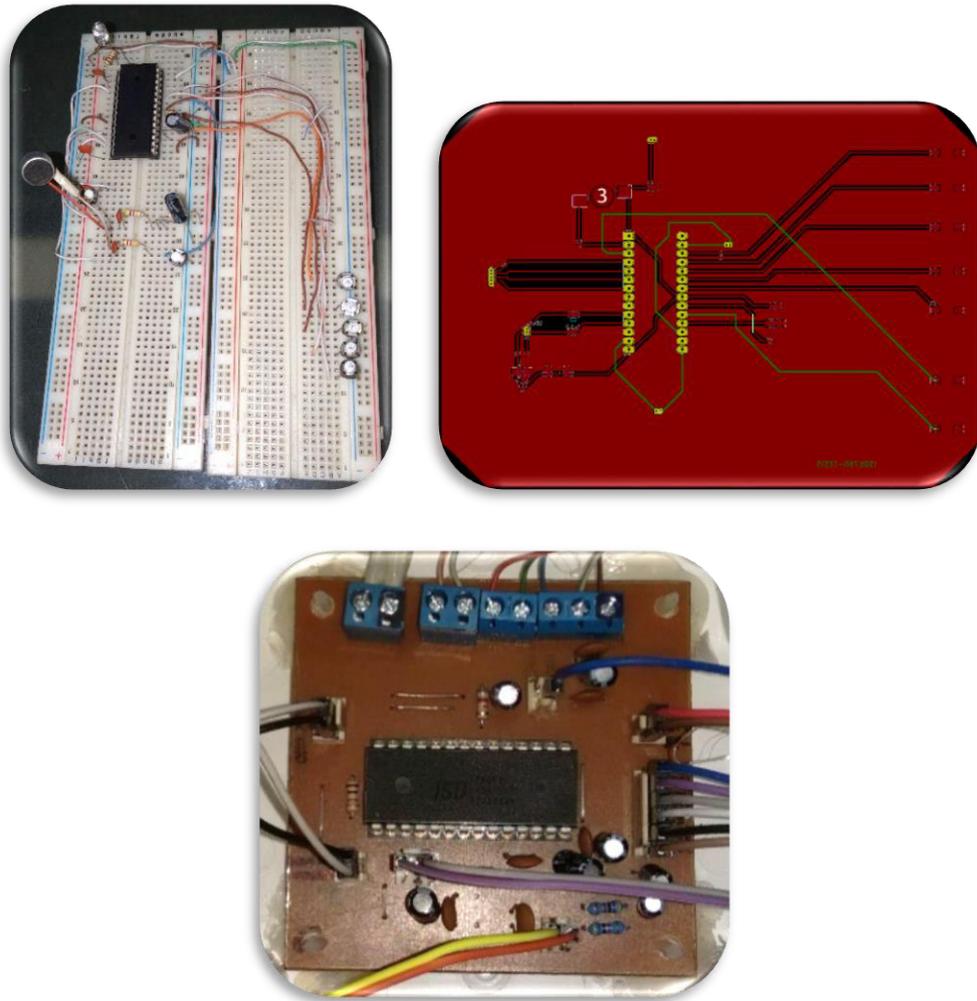


Figura 22. Pasar el circuito a una tarjeta electrónica.

Fuente: Elaboración propia

En esta figura se procede a imprimir la circuitería en una tarjeta electrónica para su mejor manipulación.

Para alimentar el ISD1760 se utiliza una fuente de 5V/0,7A los cuales son suficiente para el funcionamiento del circuito, debido a que el ISD1760 solo necesita 20mA para la reproducción y en espera consume 10 μ A (Winbond, 2007)

Ahora el circuito lo montaremos en una caja plástica de paso de 100x100x70 mm, para que se pueda manipular de una mejor manera y además tenga una mayor protección.

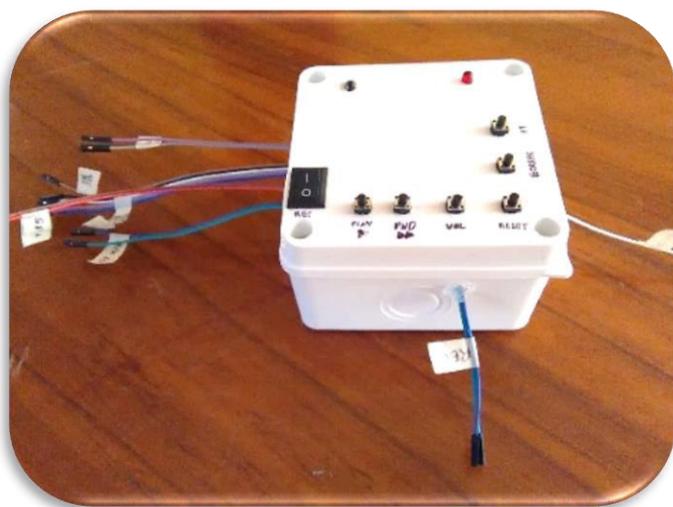
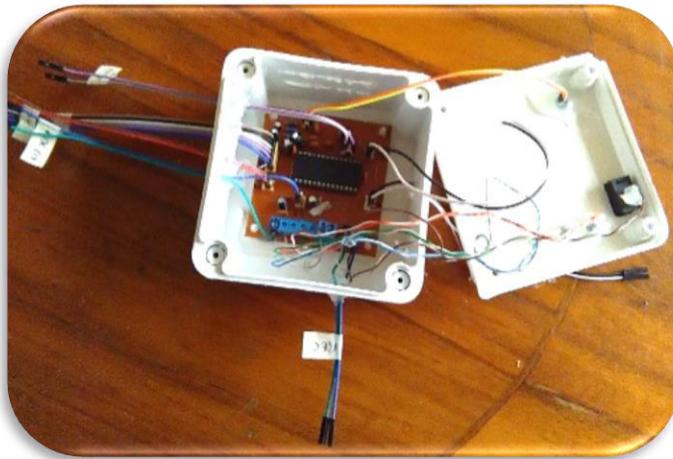


Figura 23. Montaje de la tarjeta ISD1760

Fuente: Elaboración propia

En esta figura se aprecia el prototipo final del montaje del ISD1760 resaltando sus pulsadores de control que nos servirán para la grabación de sonidos.

Ahora que ya tenemos el prototipo final del ISD1760 grabaremos los 8 sonidos de la Tabla 7, no es conveniente que reproduzcan sonidos de un mismo tipo al adelantar, por ello al grabar no se seguirá el orden tal cual la tabla antes mencionada, sino que escogeremos al azar cualquier sonido hasta terminar de grabarlos todos.

Tabla 8. Orden de grabación de los sonidos aleatoriamente

	ORDEN DE GRABACIÓN	SONIDOS	CARACTERISTICAS
	1	A	Duración: 07s
	2	F	Duración: 07s
	3	B	Duración: 07s
	4	H	Duración: 07s
	5	C	Duración: 07s
	6	G	Duración: 07s
	7	D	Duración: 07s
	8	E	Duración: 07s
TOTAL		08 sonidos	56 segundos

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 8 se aprecia el orden en que se han grabado los sonidos en el ISD1760.

Ya se tiene los sonidos grabados en el ISD1760, antes de conectar al Arduino debemos probar la emisión de todos los sonidos. Se tiene que verificar que hayan sido grabados con el tiempo que dura cada sonido, de lo contrario uno de ellos se cortará al llegar al máximo del tiempo de grabación.

3.4.2. Conectar el ISD1760 con el Arduino

Para poder probar el funcionamiento del ISD1760 con el Arduino primero debemos hacer todas las conexiones del sistema, se debe conectar todas las entradas y salidas al Arduino.

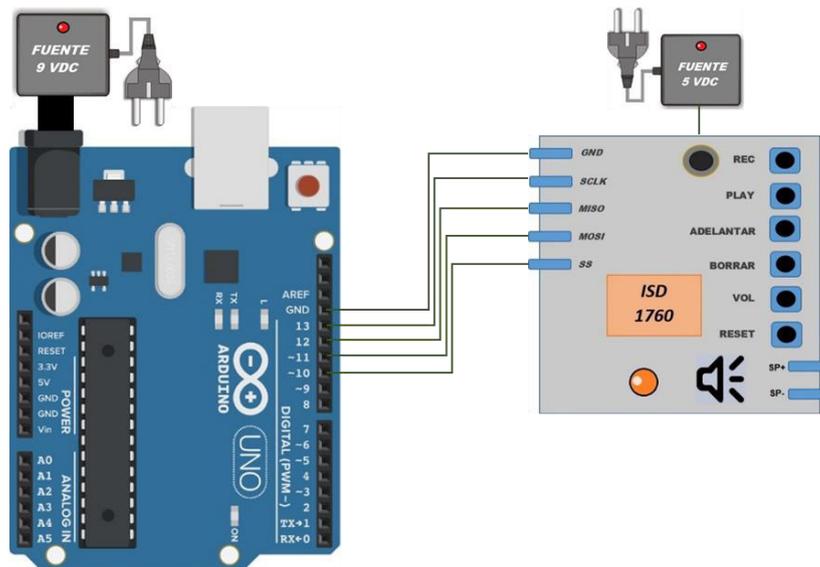


Figura 24. Conexiones de las entradas y salidas del Arduino

Fuente: Elaboración propia

En esta figura se aprecian las conexiones necesarias para probar el funcionamiento del sistema de ahuyentamiento de aves.

Se debe tener mucho cuidado al conectar los pines del SPI tanto del Arduino como la del ISD1760 debido a que el SS, MISO, MOSI y SCK están en diferente orden para cada módulo.

Después de hacer las conexiones siguiendo la Figura 23 se probará el funcionamiento del programa, se debe activar un sonido al hacer que el sensor se active, algo importante es que debe estar conectado la tierra del Arduino con la de los demás dispositivos; para el sensor no hay problema debido a que se alimenta del mismo Arduino, el problema es el ISD1760 que tiene su propia fuente y debe conectarse su tierra con la del Arduino.

3.4.3. Probar el funcionamiento

Después de tener todas las conexiones listas, cargaremos el programa del sistema de control al Arduino, y se realizará las pruebas para verificar el correcto funcionamiento, no debemos desconectar el Arduino de la PC hasta acabar las pruebas ya que de haber algún problema con el bucle del programa se corregirá con la PC.

Ahora se desconectará la PC del Arduino y se alimentará con una fuente de 9V, y se probará nuevamente el funcionamiento.

3.4.4. Acoplar el amplificador al sistema

Después que el circuito funciona correctamente; es decir, el Arduino ordena la reproducción del ISD1760 con la activación del sensor, debemos conectar el amplificador a la salida del audio del ISD1760 con un parlante de 8Ω para que cuando el sistema emita un sonido este pueda ser percibido de manera eficiente por las aves.

Además, hay que mencionar que el amplificador en la práctica consume 3.2 A en el secundario del transformador de su fuente, y 0.3 A en el primario que esta al 220V. Para ahorrar energía solo se prenderá el amplificador cuando el sistema reproduzca un sonido y para ello usaremos un módulo relee para Arduino.

Para una menor interferencia en el relee se usará una fuente de 5v/1A que a su vez se aprovechará para alimentar al sensor PIR.

También se usó un Selector 3 posiciones con 2 contactos abiertos (NA) que se necesitará para poder prender el amplificador sin que el relee interfiera, eso facilitará hacer mejor las pruebas de funcionamiento.

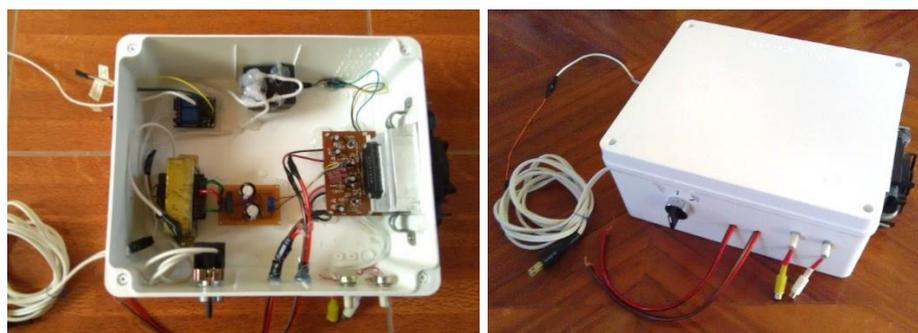


Figura 25. Prototipo final del amplificador

Fuente: Elaboración propia

En esta figura se aprecia el amplificador de audio montado en una caja plástica de paso cuyas medidas son: 300x250x10 mm.

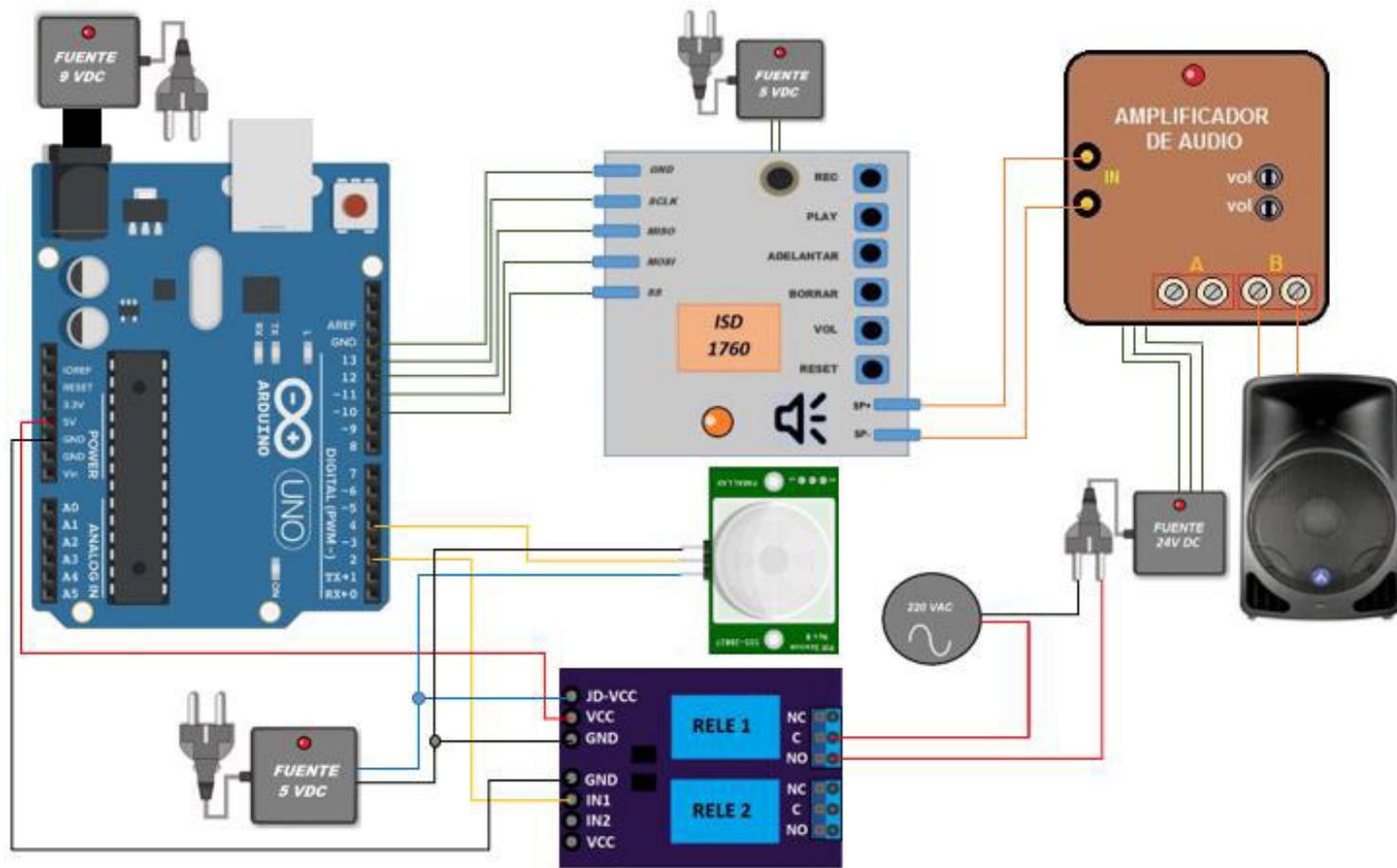


Figura 26. Circuito del sistema de ahuyentamiento de aves

Fuente: Elaboración propia

En esta figura se aprecia el circuito final del sistema, con todos los sub-procesos incluidos.

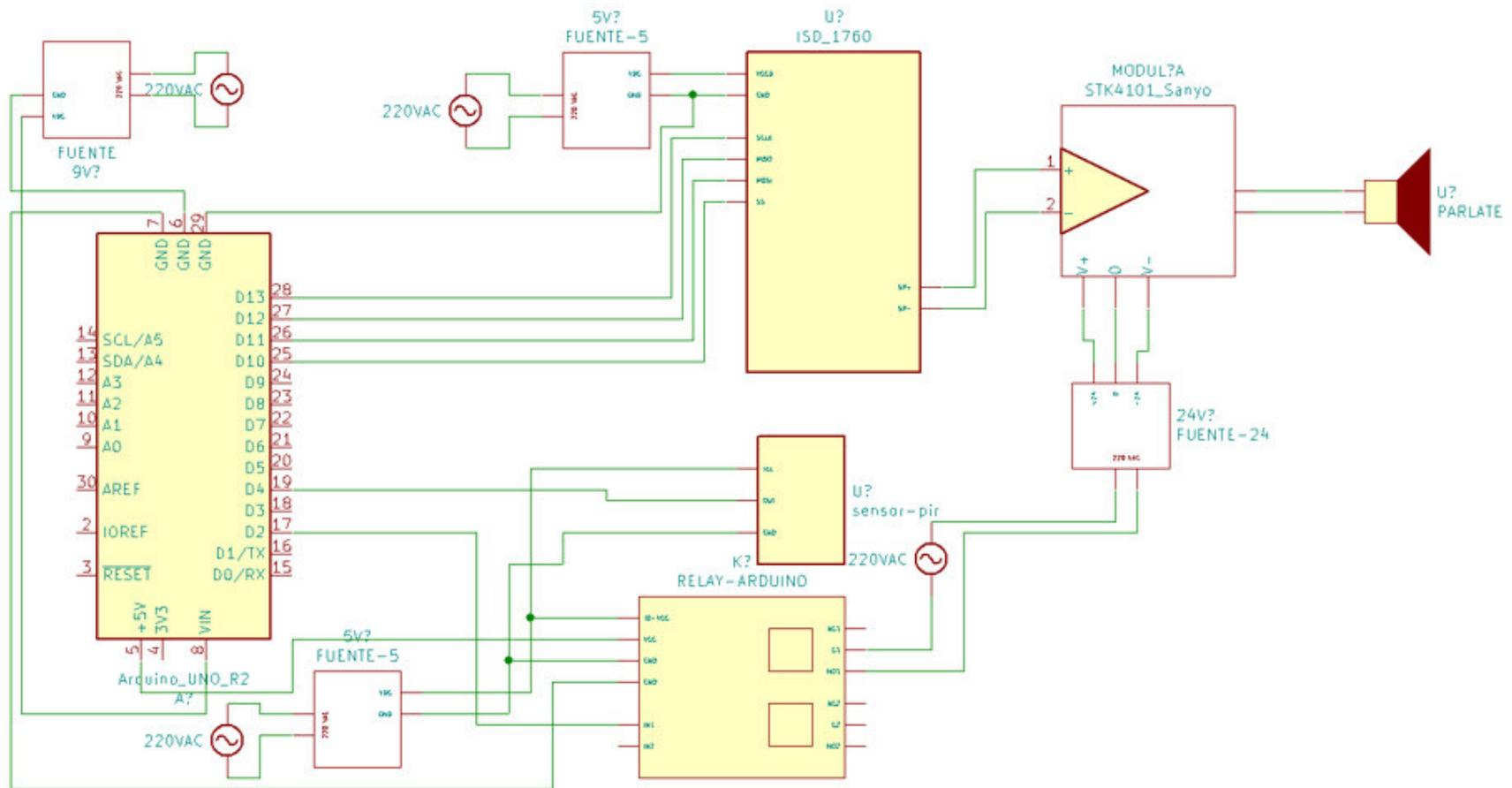


Figura 27. Simulación del sistema de ahuyentamiento de aves.

Fuente: Elaboración propia

En esta figura se aprecia la simulación del sistema elaborado con el programa KiCad, con todos los sub-procesos incluidos hasta el momento.

Después de probar y verificar el correcto funcionamiento según la Figura 25, ya se puede colocar en una caja de paso plástica al Arduino y al sensor PIR.

3.4.5. Armar el Arduino y el sensor PIR

El Arduino se colocará en una caja pastica de paso de 100x100x70 mm, colocándole dos agujeros protegidos con un plástico transparente en la dirección de los leds del Arduino, esto para ver cuando se encienda el Arduino.



Figura 28. Montaje del Arduino

Fuente: Elaboración propia

En esta Figura se puede apreciar el montaje del Arduino en una caja plástica de paso de 100x100x70 mm.

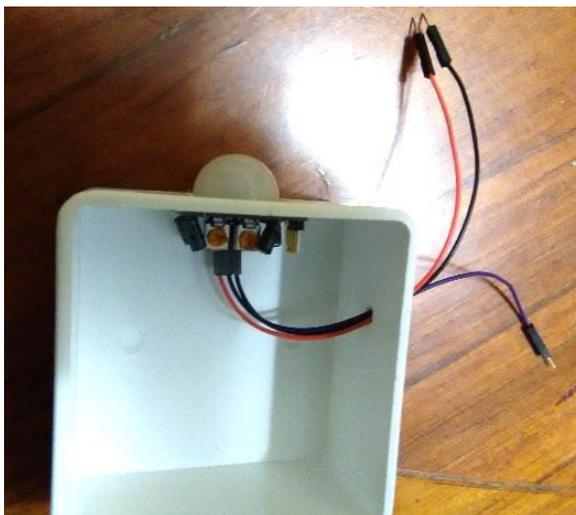


Figura 29. Montaje del sensor PIR

Fuente: Elaboración propia

En esta Figura se puede apreciar el montaje del sensor en una caja plástica de paso de 80x80x40 mm.

Para montar el sensor PIR se utilizará una caja más pequeña debido a que el dicho sensor tiene un circuito de menor tamaño en comparación a los demás circuitos del sistema.

3.5. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 5: Acoplar un proceso de monitoreo a distancia al sistema de ahuyentamiento de aves.

Si bien el sistema cumple con el objetivo de ahuyentar las aves, se va a necesitar una etapa de monitoreo de este, debido a que los agricultores tienen sus terrenos en diferentes lugares de la comunidad y tiene que trabajarlos según sea el proceso de preparación para la cosecha.

La etapa de monitoreo consistirá en saber si efectivamente se ha activado la reproducción de algún sonido en el momento real. Se debe tener presente que dicho control estará a cargo del agricultor, los cuales no tienen mucha afinidad con la tecnología, motivo por el cual el monitoreo debe de ser de fácil comprensión.

Mencionado estos puntos se optó por implementar un control por medio de un mensaje de texto, el cual debe de ser enviado al celular de la persona encargada del monitoreo en el momento que uno de los sonidos grabados en el ISD1760 sea reproducido.

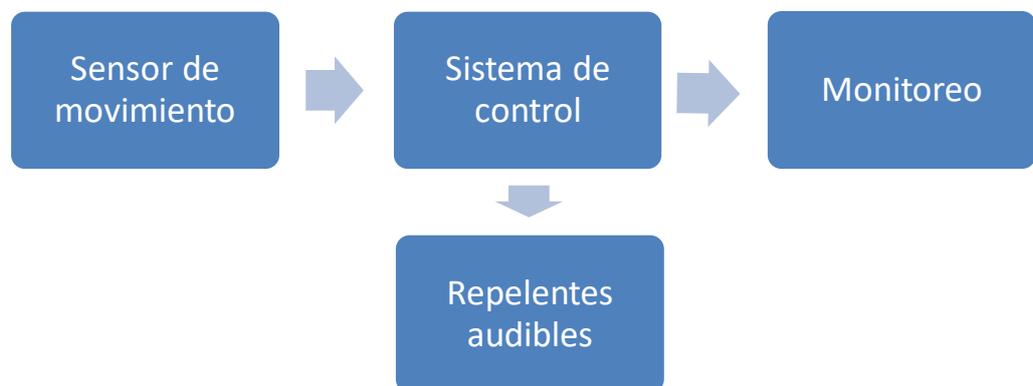


Figura 30. Sistema final del ahuyentamiento de aves

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 28 se puede apreciar que ahora el sistema cuenta con una etapa adicional (el del monitoreo), el cual estará comandado por el sistema de control y de esta manera poder enviar un mensaje de texto.

Ahora bien, para implementar el monitoreo según la figura anterior se optó por utilizar el módulo Sim808, el cual nos permite insertar una tarjeta SIM de diferentes operadores de telefonía móvil del Perú.

Se utiliza una tarjeta SIM Claro, debido a que tiene cobertura 2G en todas las zonas que comprende las comunidades de: San Agustín de Huayopampa, San Pedro de Pallac y La Perla de Chaupis. También hay cobertura 2G de Movistar, pero no en todas las zonas; sin embargo, eso no sería ningún inconveniente ya que tranquilamente se puede colocar una tarjeta SIM Movistar, siempre y cuando exista cobertura en el área donde se implementará el sistema de ahuyentamiento.

El Sim808 funciona como si fuera un celular, con la diferencia de que puede ser controlado por medio de su interfaz de comunicación serial para que según la necesidad que se tenga, se le ordene llamar o mandar un mensaje de texto.

3.5.1. Pruebas de Funcionamiento

El Arduino será quien controle al Sim808, para ello se necesita colocar los comandos necesarios para que pueda comandar el envío de un SMS. Sin embargo, no es necesario que el Arduino esté conectado para poder probar si una tarjeta Sim está conectada a una red GSM, basta con colocarla en el Sim808 y verificar que las luces indicadoras se enciendan parpadeando cada 4 segundos aproximadamente.



Figura 31. Sim808 energizada

Fuente: Elaboración propia

En esta figura se aprecia el Sim808 con una luz led roja encendida, lo cual nos indica que el módulo está energizado.

En la figura anterior se ha colocado una tarjeta Sim Claro para probar su funcionamiento, sólo que no se ha presionado el pulsador que sirve para que el módulo empiece a buscar una red en donde conectarse.



Figura 32. Sim808 conectado a una red.

Fuente: Elaboración propia

En esta figura se aprecia el Sim808 con más luces leds encendidas que en la Figura 29, debido a que una de ellas indica la correcta conexión a una red.

En la figura anterior se ha presionado el pulsador para que el módulo Sim808 busque una red en donde conectarse; por lo tanto, aparecerán dos luces más que en la figura 29. Las nuevas luces que han aparecido son quienes indicarán si la tarjeta Sim Claro está lista para el sistema, debido a que una de ellas empezará a parpadear y seguirá así hasta que se conecte a alguna red, en donde dejará de parpadear rápidamente para hacerlo cada 4 segundos aproximadamente.

Ahora que se sabe que el Sim808 está listo para recibir órdenes de enviar SMS o hacer una llamada, se procederá a conectarlo con el Arduino, se creará el programa para enviar un SMS y se harán las pruebas.

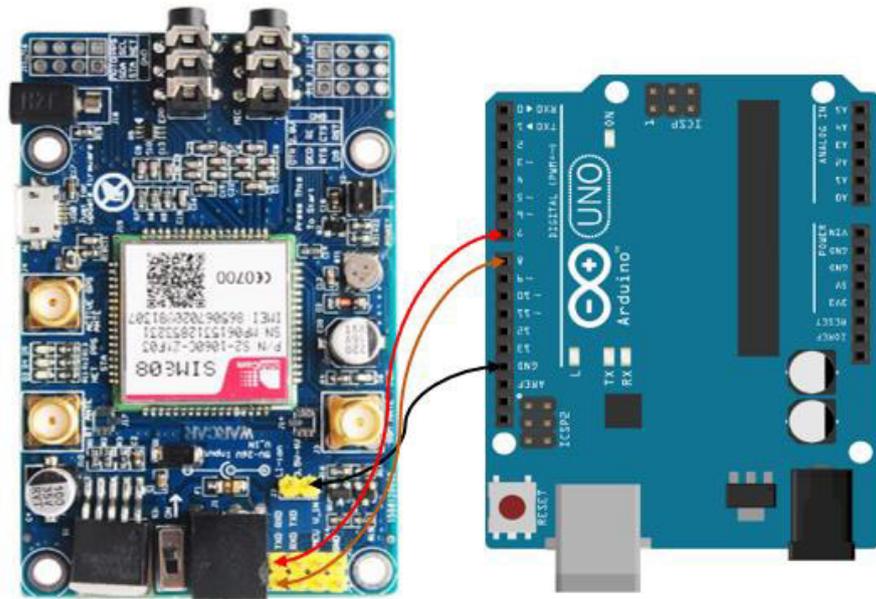


Figura 33. Conexión del Sim808 y el Arduino.

Fuente: Elaboración propia

En esta figura se puede apreciar las conexiones necesarias que se deben hacer para que el Arduino pueda brindarle instrucciones al Sim808.

Las conexiones que se hacen en la figura 33 son las siguientes:

- Pin 7 del Arduino como TX, conectada hacia "RXD" del Sim808 (cable rojo).
- Pin 8 del Arduino como RX, conectada hacia "TXD" del Sim808 (cable marrón).
- GND del Arduino al GND del Sim808.
- El Sim808 debe estar energizado.
- Para el Arduino es recomendable usar el puerto USB y conectarlo a una PC, de esta manera poder usar el monitor serial, aunque también se puede energizar directamente, pero para las pruebas no es muy demostrativo.

```

#include <DFRobot_sim808.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#define MESSAGE_LENGTH 160
char message[MESSAGE_LENGTH];
int messageIndex = 0;
char MESSAGE[300];
char phone[16]="991299010";
char datetime[24];
int pinSensor = 4;
#define PIN_TX 7 //trasmision del arduino(cable rojo) hacia "RXD" del sim 808
#define PIN_RX 8 //recepcion del arduino(cable marron) hacia "TXD" del sim 808
SoftwareSerial mySerial(PIN_TX, PIN_RX);
DFRobot_SIM808 sim808(&mySerial); //Connect RX, TX, PWR,
void sendSMS();
void mensaje();
void setup()
{
  mySerial.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(pinSensor, INPUT);
  digitalWrite(pinSensor, LOW);

  //***** Inicializando el modulo sim808 *****
  while(!sim808.init())
  {
    Serial.print("Sim808 fallo en iniciar\r\n");
    delay(1000);
  }

  delay(3000);
  Serial.println("SIM: Modulo funcionando correctamente");
  Serial.println("esperando señal entrada");
}
void mensaje()
{
  sprintf(MESSAGE, "AHUYENTADOR ACTIVADO");
}
void sendSMS()
{
  Serial.println("enviando mensaje ...");
  Serial.println(MESSAGE);
  Serial.println(phone);
  sim808.sendSMS(phone, MESSAGE);
}
void loop()
{
  if(digitalRead(pinSensor) == HIGH)
  {
    messageIndex=2;
  }
  if(messageIndex > 0)
  {
    mensaje();
    sendSMS();
    messageIndex=0;
  }
}

```

Figura 34. Programa del Arduino para mandar SMS.

Fuente: Elaboración propia

En esta figura se aprecia los códigos del programa que tiene el Arduino el cual nos servirá para mandar un SMS a cualquier celular, tener en cuenta que se debe descargar una librería llamada "DFRobot_sim808" e incluirlo en los códigos para que funcione el programa.

La prueba de mandar un SMS se realizó en la Comunidad Campesina San Pedro de Pallac, con ambas tarjetas Sim (Claro y Movistar), siendo exitoso en ambos casos y no presentando ningún problema.

Como se mencionó, actualmente en la comunidad hay una mejor cobertura con la red móvil de Claro, pero sí de presentarse el caso de que la otra operadora móvil llegue a mejorar o superar su cobertura, esto no implicaría ninguna modificación en el programa, ya que dicho programa funciona para cualquier tarjeta Sim que se enlace a una red móvil en el Sim808.

3.5.2. Armado del Sim808

Para poder proteger el módulo sim 808 se colocó en una caja plástica, al igual que los demás módulos, de esta manera se podrá probar el acoplamiento en el sistema con una mejor protección física.



Figura 35. Montaje del Sim808

Fuente: Elaboración propia

En esta figura se puede apreciar el montaje del Sim808 en una caja plástica de paso de 80x80x40 mm.

3.5.3. Acoplamiento de la etapa de monitoreo al sistema

Con todo esto se logró enviar un SMS al número celular que se desee, pero para hacer un monitoreo del sistema de ahuyentamiento, es necesario modificar el programa del sistema e incluir una rutina en el que se envíe un mensaje de texto.

En el nuevo programa del sistema se incluirá un mensaje de: “ahuyentador activado”, que será el contenido del mensaje de texto enviado.

También hay que hacer las conexiones de la Figura 33 e incluirlo en el circuito de la figura 27, teniendo cuidado de no olvidarse de unir las GND de todos los módulos con la del Arduino.

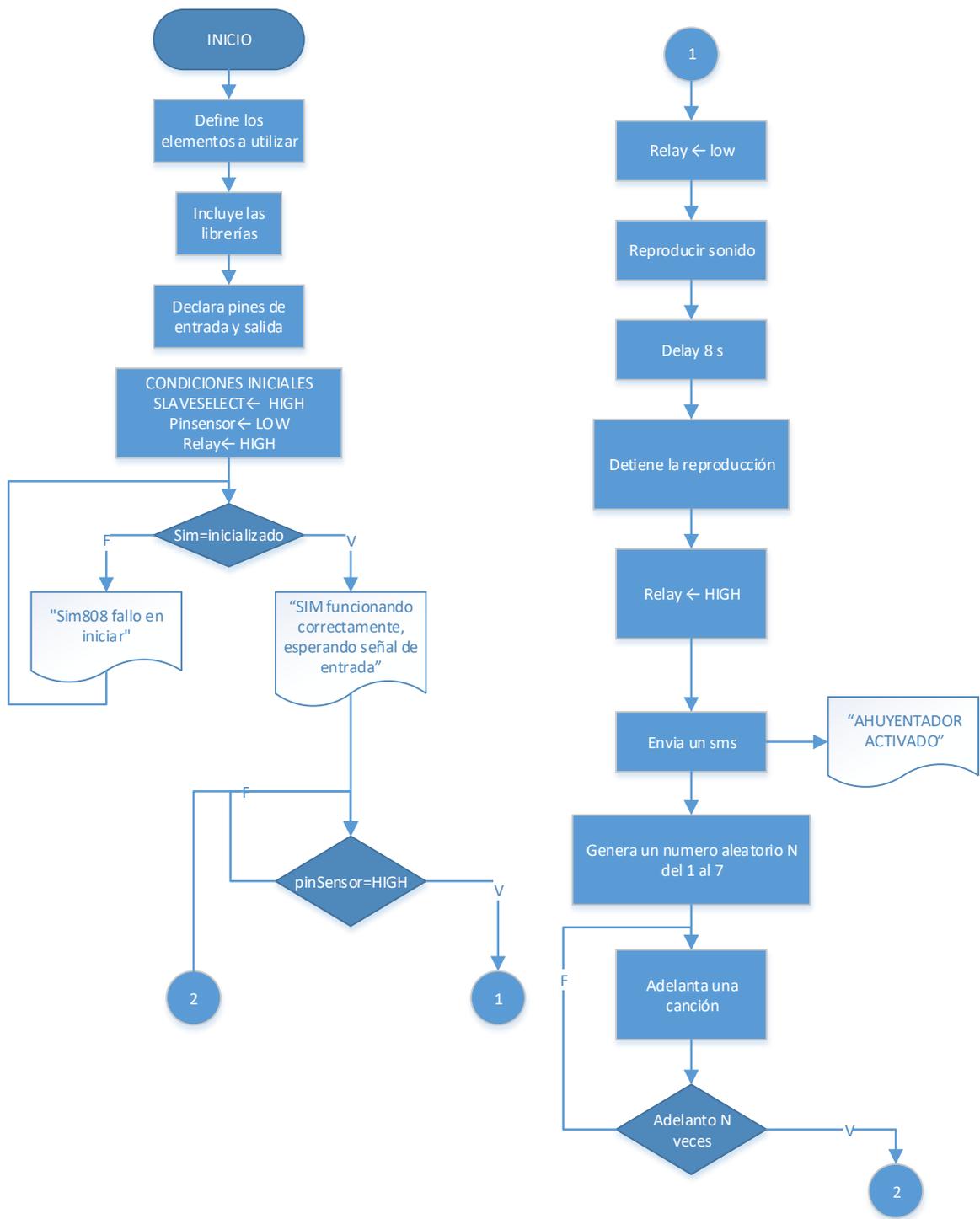


Figura 36. Diagrama de flujo del programa final

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 36 se aprecia el diagrama de flujo del programa final del sistema de control, incluyendo la etapa de monitoreo.

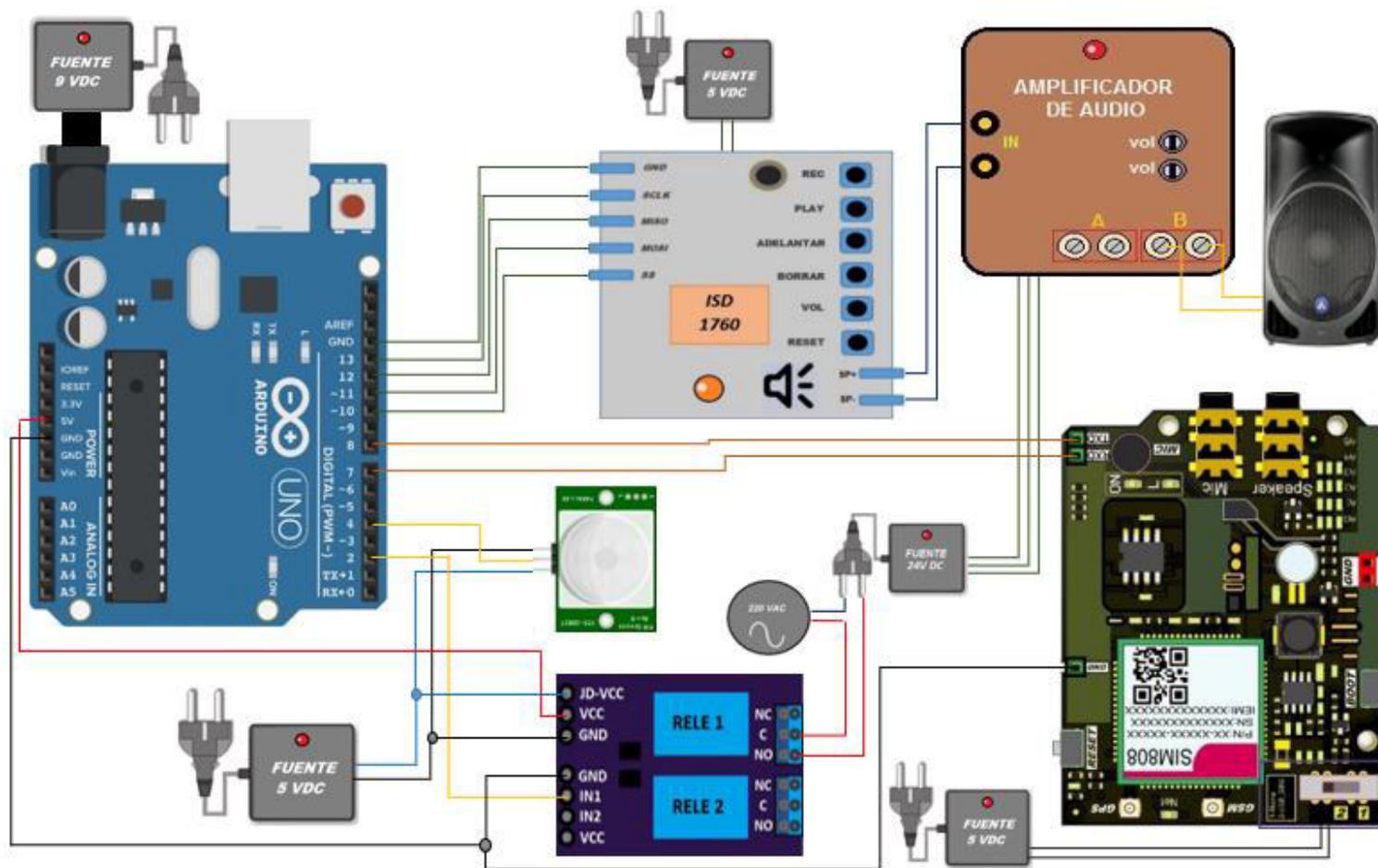


Figura 37. Circuito final del sistema de ahuyentamiento de aves.

Fuente: Elaboración propia

En esta imagen se aprecia el circuito final del sistema implementado, incluyendo la etapa de monitoreo con el Sim808.

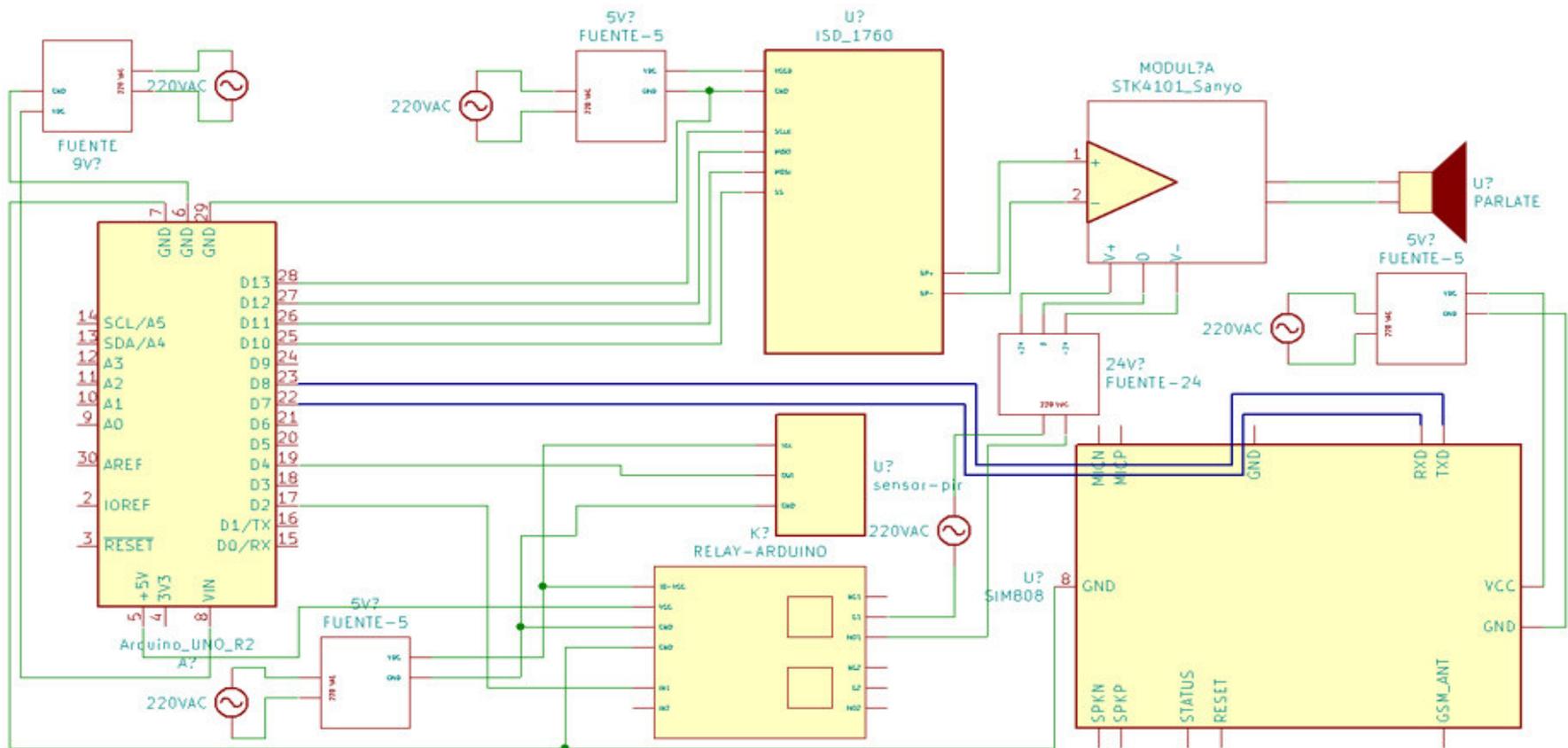


Figura 38. Simulación final del sistema de ahuyentamiento de aves.

Fuente: Elaboración propia.

En esta figura se aprecia la simulación final del sistema elaborado con el programa KiCad, con todos los sub-procesos incluidos.

CAPITULO IV: ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO

4.1. ANÁLISIS DE COSTOS

Consideraciones de interés

- a. Símbolo de monedas a utilizar

S/: Nuevos Soles

€: Euro

- b. Valor del Dólar considerado

\$1 = S/. 3.39

- c. Valor del Euro considerado

€1= S/ 3.80

4.1.1. Recursos humanos

Tabla 9. Recursos humanos necesarios para el sistema

Actividad	Personal	Costo/ días	Costo/ horas	Total horas	Total días	Monto (S/.)
Encuestador	1	30	-	-	1	30.00
Visita técnica a la zona, para realizar las pruebas	2	120	-	-	2	240.00
Programador de Arduino	1	-	50	3	-	150.00
TOTAL						420.00

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 9 se puede apreciar los gastos a los cuales se recurrió para poder diseñar e implementar el sistema.

4.1.2. Recursos materiales

En los recursos materiales se va a tener que contemplar los tipos de costos de materiales y también de implementación para poder obtener el costo total.

A: Costo de materiales

Tabla 10. Costo de materiales para el grabador/reproductor de sonidos

Componentes /Materiales	Cantidad	P. Unitario	Precio Total
Resistencia de carbón de 4.7KΩ 1/4 W	3	0.10	S/ 0.30
Resistencia de carbón de 82KΩ 1/4 W	1	0.10	S/ 0.10
Resistencia de carbón de 1KΩ 1/4 W	1	0.10	S/ 0.10
Pin pulsador Mini tact micro interruptor	7	0.3	S/ 2.10
Diodo led	1	0.20	S/ 0.20
Capacitor cerámico de 0.1μF 50V	7	0.10	S/ 0.70
Condensador electrolítico de 4.7μF 50V	2	0.20	S/ 0.40
Condensador electrolítico de 10μF, 50V	4	0.300	S/ 1.20
Fuente 5V 0.7A	1	7.00	S/ 7.00
Conector Molex 2 pines	5	0.30	S/ 1.50
Conector Molex 3 pines	1	0.30	S/ 0.30
Conector Molex 6 pines	1	0.50	S/ 0.50
Micrófono electret	1	1.00	S/ 1.00
Switch negro miniatura 2pines	1	0.50	S/ 0.50
ISD1760 Circuito grabador y play	1	21.00	S/ 21.00
Base DIP de 28 pines circulares	1	2.500	S/ 2.50
Caja plástica de paso 100x100x70 mm	1	7.00	S/ 7.00
Cable dupont hembra-hembra	20	0.20	S/ 4.00
Circuito impreso del ISD1760	1	25.00	S/ 25.00
TOTAL			S/ 75.40

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se muestran los precios de los componentes electrónicos, así como los materiales necesarios para armar el módulo del ISD1760.

Tabla 11. Costos de materiales y equipos para el sistema de control

Materiales/Equipos	Cantidad	P. Unitario	Precio Total
Módulo Arduino uno	1	85.00	S/ 85.00
Cable USB tipo-B para Arduino	1	7.00	S/ 7.00
Fuente de 9v	1	12.00	S/ 12.00
Cable dupont macho-macho	20	0.20	S/ 4.00
Módulo relee para Arduino	1	10.00	S/ 10.00
Fuente de 5V 1A	1	7.00	S/ 7.00
Sensor Pir	1	10.00	S/ 10.00
Caja plástica de paso 80x80x40 mm	1	4.00	S/ 4.00
TOTAL			S/ 139.00

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla se muestran los precios de los materiales y equipos para armar el sistema de control y el sensor PIR.

Tabla 12. Costo de materiales para el amplificador

Materiales	Cantidad	P. Unitario	Precio Total
Amplificador 70w	1	45.0	S/ 45.00
Fuente para amplificador \pm 24v 6A	1	30.0	S/ 30.00
Disipador de calor	1	8.0	S/ 8.00
Silicona térmica	1	3.0	S/ 3.00
Fuente de 12 V 0.6A	1	10.0	S/ 10.00
Parlante de 8 Ω 70W	1	25.0	S/ 25.00
Caja para el parlante de melanina 450x300x180 mm	1	10.0	S/ 10.00
Caja de plástica de paso 300x250x130 mm	1	28.0	S/ 28.00
Selector 3 posiciones con retorno 2 contactos abiertos (NA)	1	15.0	S/ 15.00
Cable dupont macho-hembra	20	0.2	S/ 4.00
Conectores RCA macho	2	2.0	S/ 4.00
Conectores RCA hembra	2	2.0	S/ 4.00
Cabe para parlante	7 metros	1.2 x metro	S/ 8.40
Cable para audio estéreo	3 metros	1.5 x metro	S/ 4.50
Cable mellizo 2x16 AWG	4 metros	1.5x metro	S/ 6.00
TOTAL			S/ 204.90

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla se muestran los precios de los materiales necesarios para armar el amplificador.

Tabla 13. Costo de los materiales para el sistema de monitoreo

Materiales/Equipos	Cantidad	P. Unitario	Precio Total
Módulo Sim 808	1	129.00	S/ 129.00
Fuente de 5v	1	7.00	S/ 7.00
Caja plástica de paso 80x80x40 mm	1	4.00	S/ 4.00
TOTAL			S/ 140.00

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla antes mencionada se puede apreciar el costo que implica poder implementar la etapa de monitoreo.

Tabla 14. Costo de la fuente autónoma

Equipos	Cantidad	Precio
Batería Yuasa 12V 7AH	1	S/ 80.00
Cargador de batería 7A 12VDC	1	S/ 60.00
Convertor 12VDC 220VAC	1	S/ 110.00
TOTAL		S/ 250.00

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se muestran los precios necesarios para una fuente autónoma que pueda cargarse y de esta manera pueda alimentar a nuestro sistema.

Tabla 15. Costo total de los materiales y equipos del sistema

Materiales/Equipos	Precio
Grabador reproductor de sonidos.	S/ 75.40
Sistema de control	S/ 139.00
Amplificador	S/ 204.90
Sistema de monitoreo	S/ 140.00
Fuente autónoma	S/ 250.00
Materiales consumibles	S/ 5.00
TOTAL	S/ 814.30

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla se muestra el resumen de todos los costos, obteniendo el costo total necesario para el proyecto.

B: Costos de implementación

Tabla 16. Costo de fabricación del sistema

Actividad	Costo unitario
Amar el módulo del sistema de control y cargarle el programa al Arduino.	S/ 50.00
Mano de obra: Amar el módulo ISD1760 Amar el módulo del sistema control Amar el módulo del amplificador Realizar pruebas	S/. 50.00
TOTAL	S/ 100.00

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla se muestra el costo de mano de obra para armar todo el sistema.

Tabla 17. Costo total para la implementación

Descripción	Costos
Costo de los materiales del sistema	S/ 814.30
Costo de fabricación	S/ 100.00
Precio total (S/.)	S/ 914.30

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se muestra el costo total que se tendrá que tener en cuenta para poder implementar un modelo de este sistema de ahuyentamiento.

Tabla 18. Costo de inversión inicial

Descripción	Costos
Costo de los materiales del sistema	S/ 814.30
Costo de fabricación	S/ 100.00
Costo recursos humanos	S/ 420.00
Costo total (S/.)	S/ 1334.30

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se muestra el costo de la inversión inicial para poder implementar este sistema de ahuyentamiento.

4.2. ANÁLISIS DE BENEFICIOS

4.2.1. Beneficios tangibles

Este proyecto está enfocado en ayudar a los agricultores, debido a eso se cobrará una utilidad de 20% del costo total de implementación.

Tabla 19. Ingresos por venta del equipo

Descripción	Costos
Precio total (S/.)	S/ 914.30
Utilidad 20%	S/ 182.86
Precio de venta total (sin IGV) (S/.)	S/ 1097.16
Precio de venta total (sin IGV) (US\$)	\$ 323.65
Precio de venta total (sin IGV) (€)	288.73 €

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se muestra el precio de venta del sistema con una utilidad del 20%.

Como se observa en la Tabla 17 el costo para producir un modelo de este sistema sería: S/ 914.30 (novecientos catorce y 30/100 soles), si se vende a S/ 1005.73 (mil y cinco y 75/100 soles), se tendría una ganancia neta de S/ 91.43 (noventa y uno y 43/100 soles).

4.2.2. Beneficios intangibles

Como ya se ha mencionado la zona a implementar, el sistema es netamente agrícola y depende de una buena cosecha para cubrir todas sus necesidades, al implementarlo se logrará:

- Ayudar a los agricultores a obtener una cosecha con menores pérdidas.
- Recopilar información del comportamiento de las aves de la zona.
- Concientizar a los agricultores para que opten por técnicas mejor adaptadas a la época en la preparación de sus productos.

4.2.3. Análisis de Costo/Beneficio

Si se compara con otros equipos que ofrecen ahuyentar algunas aves, el sistema a implementar es más económico. También cabe mencionar que dichos equipos solo están orientados a un tipo de ave, hay equipos un poco más completos pero el precio se eleva enormemente.



AHUYENTADOR PALOMAS SONORO

Modelo WK0033-35

393.25 €



AHUYENTADOR SONICO ANTI AVES EN GRANDES ESPACIOS

1 203.95 €



AHUYENTADOR SONICO PAJAROS PEQUENOS

Modelo WK0033-22

393.25 €

Figura 39. Modelos de equipos ahuyentadores de aves

Fuente: Extertronic, 2019

En esta Figura se puede apreciar 3 distintos modelos de ahuyentadores de aves, cada uno con diferentes precios. Además su venta es generalmente por páginas web y se tiene que coordinar su envío hacia el Perú, lo cual implica un costo adicional.

Ahora se va a evaluar el costo – beneficio con respecto al Ahuyentador Sónico de Pájaros Pequeños, el cual es el más parecido al sistema que se está implementando:

$$\frac{\text{beneficio}}{\text{costo}} = \frac{393.25 \text{ €}}{288.73 \text{ €}} = 1.36$$

Se tiene un resultado de 1.36, eso quiere decir que el proyecto que se está implementado es viable debido a que es más económico que los equipos que se muestran en la Figura 35.

4.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

4.3.1. Desarrollo del flujo de caja

Vamos a ver el flujo de caja si se quiere implementar el proyecto, con un estimado de 10 meses.

Tabla 20. Flujo de caja

Mes	N° clientes	Ingreso	Egreso	Flujo de efectivo neto
		A	B	A - B
1	1	1097.16	914.3	182.86
2	2	2194.32	1828.6	365.72
3	3	3291.48	2742.9	548.58
4	4	4388.64	3657.2	731.44
5	6	6582.96	5485.8	1097.16
6	8	8777.28	7314.4	1462.88
7	10	10971.6	9143	1828.6
8	12	13165.92	10971.6	2194.32
9	14	15360.24	12800.2	2560.04
10	16	17554.56	14628.8	2925.76
TOTAL		83384.16	69486.8	

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se muestra el flujo de caja del sistema en 10 meses.

4.3.2. Análisis del VAN

Vamos a calcular el VAN (Valor Actual Neto) para este proyecto. Para ello se utilizará los datos del flujo de efectivo neto.

Datos:

Taza de interés (i) = 10%

t = 10 meses

Inversión inicial (I_0)= s/ 1334.30

La fórmula del VAN es:

$$VAN = I_0 \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^n}$$

$$VAN = s/ 5677.92$$

4.3.3. Análisis del TIR

Para calcular el TIR (Tasa Interna de Retorno) se utilizará los datos del VAN.

Formula del VAN:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - I = 0$$

Como vemos lo que tenemos que buscar es la tasa de interés que hace que el VAN sea cero.

Formula del TIR:

$$TIR = \frac{-I + \sum_{i=1}^n F_i}{\sum_{i=1}^n i * F_i}$$

Resultado $TIR = 0.46$

$TIR = 46 \%$

Conclusiones

Se puede concluir que en los campos de cultivos, las épocas de cosecha son muy importantes debido a que es ahí donde se ve reflejado todo el esfuerzo que los agricultores han puesto durante meses de tratamiento del fruto. Es por eso, que tener un buen ahuyentador de aves durante este periodo es primordial para poder reducir las pérdidas a las que ellos ya están acostumbrados.

Es importante considerar que la producción del melocotón Huayco en el distrito de Atavillos Bajo demora entre 5 y 6 meses, haciendo posible que se coseche este fruto solo 2 veces al año, en este tiempo los agricultores le dedican tiempo y cierto cuidado para que tengan una correcta preparación. Al momento de realizarse la época de cosecha, la cual tiene una duración de 1 mes, es donde más se puede apreciar el asedio de las aves, debido a que ellas prefieren picar los frutos cuando éstos están más blandos.

En las entrevistas hechas a los comuneros nos indican que el mayor problema que ellos presentan en las épocas de cosecha son las aves que asedian los cultivos, y que las medidas que utilizan para ahuyentarlas son momentáneas.

Asimismo entre los 2 tipos de aves más frecuentes que se puede apreciar por los cultivos del distrito de Atavillos Bajo destacan el zorzal común y los papagayos, siendo los más destructivos el último de ellos debido a que se acostumbran a estar en una bandada y de esta manera poder atacar mayor área en las épocas de cosechas. Según datos recogidos de los pobladores de la Comunidad Campesina San Pedro de Pallac, los métodos de ahuyentamiento más efectivos que ellos han podido notar son los repelentes audibles.

Es así que al momento de poder diseñar el sistema de ahuyentamiento de aves, se tuvo que analizar el armado del circuito del ISD1760 para poder encontrar el correcto valor de la Rosc, la cual nos brindará el rango de tiempo que se tendrá para poder realizar las grabaciones de los sonidos. Antes de poder pasar a la

etapa de implementación, se tiene que tener todo bien diseñado para evitar cualquier problema posterior.

Al momento de realizar la implementación, se optó por colocar independientemente cada etapa en una caja de paso, esto para poder facilitar la explicación y la manipulación al momento de realizar las conexiones. En esta etapa también se tomó la decisión de colocar relés, los cuales permitirán generar un ahorro de energía cuando el sistema este inactivo.

Al incluir la etapa de monitoreo al sistema, se logra crear una comunicación inalámbrica entre el agricultor y éste; debido a que, los cultivos de los campesinos no se encuentran en muchos casos cerca a sus casas, de este modo podrán saber cuántas veces al día se está activando el ahuyentador de aves y si en verdad está siendo efectivo la solución que se les está brindando.

En las pruebas finales que se realizaron en el campo con el dispositivo final se pudo notar los siguientes resultados: En la primera prueba, el sistema de ahuyentamiento se activó a los 15 minutos que se dejó solo, emitiendo un sonido fuerte con el cual las aves salieron volando alejándose de las plantaciones. En la segunda prueba, el sistema se activó a los 6 minutos de reiniciarlo emitiendo un sonido de aves de caza con el cual las aves no salieron volando a la intemperie, sino que se ocultaron entre los arbustos de igual manera alejándose poco a poco de las plantaciones. En la tercera prueba, el sistema se activó a los 30 minutos que se le dejó solo emitiendo nuevamente un sonido de ave de caza, ya con este sonido se ahuyentaron completamente las aves que se encontraban asechando los frutos de las plantaciones.

Recomendaciones

El sistema de ahuyentamiento de aves es necesario sólo en épocas de cultivos, debido a que en las épocas de tratamiento de las plantas los frutos están duros, y las aves prefieren esperar a que estos estén más suaves.

En el distrito de Atavillos Bajo se nota la presencia de la cobertura de red de Claro y Movistar, con el único detalle que cuentan con la tecnología 2G. Es por eso que se limita a usar el Sim808 únicamente por medio de SMS.

Se opta por utilizar el Sim808 debido a que sus variantes, el Sim800 y el Sim900, presentaron en campo un nivel de recepción de señal muy débil, haciendo de este modo al dispositivo inestable.

Para poder obtener la Resistencia de Oscilación (Rosco), la cual se encarga de brindarnos el tiempo de grabación en el ISD1760, se tuvo que analizar con valores comerciales en el mercado peruano.

En la Comunidad Campesina de San Pedro de Pallac también se pudo apreciar plantas de paltas y chirimoyas; pero el proyecto se enfocó en las plantaciones de melocotón Huayco, siendo éstos la fuente de ingresos principal para los pobladores de dicha comunidad.

El sistema ha sido alimentado de corriente eléctrica, pensando en cultivos que se encuentren cerca al centro poblado; en todo caso, si se desea colocarlo en plantaciones alejadas de la comunidad se requerirá la implementación de una fuente autónoma.

Este proyecto ha sido implementado pensando en las limitaciones en cuestión de tecnología de la zona presentada. En otras zonas se podrá implementar también la opción de poder subir los datos a la nube y de esta manera poder tener un control virtual del sistema.

El Sim808 nos da la oportunidad de que el sistema se pueda adaptar a cualquier operador en el Perú; en todo caso, si llega un operador nuevo a la comunidad solo sería cuestión de cambiar la tarjeta Sim dentro del dispositivo.

Este proyecto deja las puertas abiertas para que se pueda utilizar en cualquier tipo de plantaciones, debido a que en el sistema de control se le podría acoplar otros tipos de repelentes (audibles, ultrasónicos, visuales, etc.).

Referencias

- Ayala, J. F. (2009). *Diseño y construcción de un sistema electrónico de ahuyentamiento de aves por medio de recursos sonoros y visuales para la protección de campos de cultivo* (tesis de grado). Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/274>
- BirdGard Iberia. (s.f.). *Manual de instrucciones del UltrasonX*. Recuperado de https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/788808/Manual-de-Instrucciones---UltrasonX.pdf.
- Blasco, L. (5 de setiembre de 2016). *Cuáles son las diferencias entre E, GPRS, 3G, 4G, 5G y esas otras redes a las que se conecta tu celular (y cómo te afectan tu conexión a internet)*. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-37247130>.
- Botix, G. (2019). *Sin Aves, control de aves*. Recuperado de <http://www.sinaves.com.ar/productos>
- Castillo, B., Flores, D., Llanos, A., Paredes, G. y Toledo, L. (2009). *Cultivo de Melocotonero: manual práctico para productores*. Recuperado de https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/MANUAL_MELOCOTON.pdf
- Canavelli, S. (2009). *Recomendaciones de manejo para disminuir los daños por palomas en cultivos agrícolas*. Recuperado de <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-manejo-palomas-medianas-en-cultivos-agricolas.pdf>.
- Canavelli, S. B. (2007). Consideraciones de manejo para disminuir los daños por aves en girasol. *Revista Técnica Especial de Girasol en Siembra Directa*, (118), 69-74. Recuperado de <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-manejo-para-disminuir-daos-por-aves-en-girasol.pdf>
- Claro (2019). *Cobertura claro*. Recuperado de <http://cobertura.claro.com.pe/cobertura-movil-2g.php>.

- D'Alessandro, M. (2016). *Principales características del papagayo*. Recuperado de <https://www.animales.website/el-papagayo>
- ElecFreaks (2011). *PIR Motion Sensor Module:DYP-ME003 SEN005*. Recuperado de <https://www.electfreaks.com/estore/pir-motion-sensor-module-dyp-me003-sen005.html>
- Extertronic. (2019). *Ahuyentadores*. Recuperado de www.extertronic.com/ahuyentadores
- Gonzalez, O. (15 de noviembre de 2018). *Antipalomas y control de aves*. Recuperado <http://www.controldeaves.com/blog>.
- Guerrero, F. T. y Ramirez, J. A. (2016). *Sistema emisor de audio controlado orientado a espantar aves intrusas* (tesis de grado). Recuperado de <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/usmp/2750>
- Higa, J. D. (2011). *Diseño de sistema de audio para un espantapájaro electrónico* (tesis de grado). Recueprado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/698>
- Ingeniería MCI. (s.f.). *¿Qué es Arduino?* Recuperado de <http://www.arduino.cl/que-es-arduino>
- Jaime, Ch. (2009). *Los Zorzales: unos plantabosques con alas*. Recuperado de http://arablogs.catedu.es/blog.php?id_blog=447&id_articulo=33901.
- KarlosPeru. (2019). *Cuales son las bandas 2G, 3G y 4G que se usan en Perú*. Recuperado de <https://www.karlosperu.com/cuales-son-las-bandas-2g-3g-y-4g-que-se-usan-en-peru/>.
- LaCuevaGSM. (2014). *Diferencia entre 2G, 3G y 4G*. Recuperado de <http://www.compragsm.com/blog/diferencia-entre-2g-3g-y-4g/>
- Lopez, J. S. (2005). *Estudio analítico y experimental de los circuitos integrados de voz ISD* (tesis de grado). Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfci1864e/doc/bmfci1864e.pdf>

- López, S. (2015). *Inteligencia en aves: teoría de la mente en córvidos*. Recuperado de https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/1120/TFG_BIOLOGIA_LopezLinaresSergio.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Marateo, G., Grilli, P., Soave, G., Ferretti, V., Bouzas, N. y Almagro, R. (2012). Aves y aeropuertos: control no letal de chimangos (*Milvago Chimango*) en un aeródromo militar Argentina . *Revista Gestión y Ambiente*, 15(3), 89-98. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/36283>
- Nogueras, E. (2010). *Fichas de aves*. Recuperado de <http://www.sierradebaza.org/index.php/component/content/article/81-fichas-tecnicas/f-fauna/143-aves>
- Prometec. (2017). *SIM808: GSM/GPRS + GPS*. Recuperado de <https://www.prometec.net/sim808/>
- Punto Flotante. (2017). *Sensor Infrarrojo de movimiento PIR HC-SR501*. Recuperado de <https://puntoflotante.net/MANUAL-DEL-USUARIO-SENSOR-DE-MOVIMIENTO-PIR-HC-SR501.pdf>
- Rodríguez, G., Tiscornia, G. y Olivera, Lourdes. (2011). *Proyecto FPTA-236 Estrategia de disminución del daño por aves en pequeños predios de alto valor utilizando métodos no contaminantes*. Recuperado de <https://docplayer.es/36075383-Disminucion-del-dano-por-aves-en-pequenos-predios.html>
- Sánchez, J. E. (2011). *Diseño de un sistema ecológico repelente de aves – caso FIEE* (informe de proyecto de investigación). Recuperado de https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/Junio_2011/IF_SANCHEZ_HERNANDEZ_FIEE.PDF
- Sanyo. (s.f.). *STK4101 II SERIES DATASHEET*. Recuperado de <https://datasheet.octopart.com/STK4181II-Sanyo-datasheet-102906.pdf>

Sanyo. (s.f.). *STK4181V DATASHEET*. Recuperado de <http://html.alldatasheet.es/html-pdf/41597/SANYO/STK4181V/127/1/STK4181V.html>

SIMCOM. (2015). *SIM808_Hardware Design_V1.02*. Recuperado de https://www.elecrow.com/download/SIM808_Hardware%20Design_V1.02.pdf

Winbond Electronics Corp. (2007). *ISD1700 Series*. Recuperado de <https://www.es.co.th/Schematic/PDF/ISD1700-ISD.PDF>

ANEXO A: Datasheet del Arduino (Bus SPI)



Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

Bien alimentemos al arduino mediante la conexión USB o mediante una fuente externa (recomendada de 7-12V), vamos a tener unas salidas de tensión continua debido a unos reguladores de tensión y condensadores de estabilización. Estos pines son:

- VIN: se trata de la fuente tensión de entrada que contendrá la tensión a la que estamos alimentando al Arduino mediante la fuente externa.
- 5V: fuente de tensión regulada de 5V, esta tensión puede venir ya sea de pin VIN a través de un regulador interno, o se suministra a través de USB o de otra fuente de 5V regulada.
- 3.3V: fuente de 3.3 voltios generados por el regulador interno con un consumo máximo de corriente de 50mA.
- GND: pines de tierra.

Digital Inputs/Outputs

Cada uno de los 14 pines digitales se puede utilizar como una entrada o salida. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia de pull-up (desconectado por defecto) de 20 a 50 kOhm. Además, algunos pines tienen funciones especializadas como:

- Pin 0 (RX) y 1 (TX). Se utiliza para recibir (RX) y la transmisión (TX) de datos serie TTL.
- Pin 2 y 3. Interrupciones externas. Se trata de pines encargados de interrumpir el programa secuencial establecido por el usuario.
- Pin 3, 5, 6, 9, 10 y 11. PWM (modulación por ancho de pulso). Constituyen 8 bits de salida PWM con la función `analogWrite()`.
- Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Estos pines son de apoyo a la comunicación SPI.
- Pin 13. LED. Hay un LED conectado al pin digital 13. Cuando el pin es de alto valor, el LED está encendido, cuando el valor está bajo, es apagado.

Analog Inputs

El Arduino posee 6 entradas analógicas, etiquetadas desde la A0 a A5, cada una de las cuales ofrecen 10 bits de resolución (es decir, 1024 estados). Por defecto, tenemos una tensión de 5V, pero podemos cambiar este rango utilizando el pin de AREF y utilizando la función `analogReference()`, donde le introducimos una señal externa de continua que la utilizara como referencia.

Una breve introducción a la interfaz periférica en serie (SPI)

La interfaz periférica en serie (SPI) es un protocolo de datos en serie síncrono utilizado por micro controladores para comunicarse rápidamente con uno o más dispositivos periféricos en distancias cortas. También se puede utilizar para la comunicación entre dos micro controladores.

Con una conexión SPI, siempre hay un dispositivo maestro (generalmente un micro controlador) que controla los dispositivos periféricos. Por lo general, hay tres líneas comunes a todos los dispositivos:

MISO (Master In Slave Out): la línea para enviar datos del esclavo al maestro.

MOSI (Master Out Slave In): la línea para enviar datos del maestro al esclavo.

SCK (Serial Clock): pulsos de reloj que sincronizan la transmisión de datos generada por el maestro y una línea específica para cada dispositivo:

SS (Slave Select): el pin en cada dispositivo que el maestro puede usar para habilitar y deshabilitar dispositivos específicos.

Cuando el pin Slave Select de un dispositivo está bajo, se comunica con el maestro. Cuando es alto, ignora al maestro. Esto le permite tener múltiples dispositivos SPI que comparten las mismas líneas MISO, MOSI y CLK.

Conexiones

La siguiente tabla muestra en qué pines se dividen las líneas SPI en las diferentes placas Arduino:

Arduino / Genuino Board	MOSI	MISO	SCK	SS (slave)	SS (master)	Level
Uno or Duemilanove	11 or ICSP-4	12 or ICSP-1	13 or ICSP-3	10	-	5V
Mega1280 or Mega2560	51 or ICSP-4	50 or ICSP-1	52 or ICSP-3	53	-	5V
Leonardo	ICSP-4	ICSP-1	ICSP-3	-	-	5V
Due	ICSP-4	ICSP-1	ICSP-3	-	4, 10, 52	3,3V
Zero	ICSP-4	ICSP-1	ICSP-3	-	-	3,3V
101	11 or ICSP-4	12 or ICSP-1	13 or ICSP-3	10	10	3,3V
MKR1000	8	10	9	-	-	3,3V

Tenga en cuenta que MISO, MOSI y SCK están disponibles en una ubicación física consistente en el encabezado ICSP; Esto es útil, por ejemplo, para diseñar un escudo que funcione en cada placa.

ANEXO B: Datasheet del ISD1760

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (DIE)

CONDITIONS	VALUES
Junction temperature	150°C
Storage temperature range	-65°C to +150°C
Voltage Applied to any pads	(V _{SS} - 0.3V) to (V _{CC} + 0.3V)
Power supply voltage to ground potential	-0.3V to +7.0V

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (PACKAGED PARTS)

CONDITIONS	VALUES
Junction temperature	150°C
Storage temperature range	-65°C to +150°C
Voltage Applied to any pins	(V _{SS} - 0.3V) to (V _{CC} + 0.3V)
Voltage applied to any pin (Input current limited to +/-20 mA)	(V _{SS} - 1.0V) to (V _{CC} + 1.0V)
Power supply voltage to ground potential	-0.3V to +7.0V

⁽¹⁾ Stresses above those listed may cause permanent damage to the device. Exposure to the absolute maximum ratings may affect device reliability. Functional operation is not implied at these conditions.

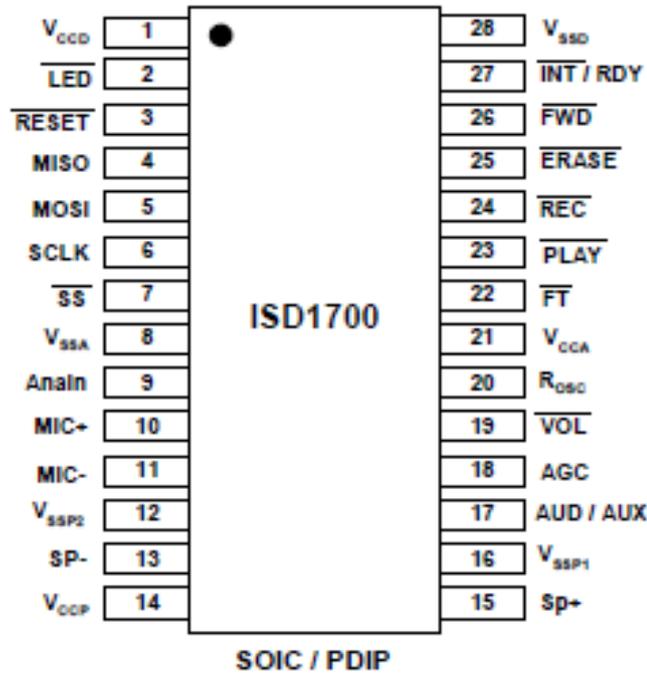
OPERATING CONDITIONS

OPERATING CONDITIONS (DIE)

CONDITIONS	VALUES
Operating temperature range	0°C to +50°C
Supply voltage (V _{CC}) ⁽¹⁾	+2.4 V to +5.5 V
Ground voltage (V _{SS}) ⁽²⁾	0 V
Input voltage (V _{CC}) ⁽¹⁾	0 V to 5.5 V
Voltage applied to any pins	(V _{SS} - 0.3 V) to (V _{CC} + 0.3 V)

OPERATING CONDITIONS (PACKAGED PARTS)

CONDITIONS	VALUES
Operating temperature range (Case temperature)	-40°C to +85°C
Supply voltage (V _{DD}) ⁽¹⁾	+2.4V to +5.5V
Ground voltage (V _{SS}) ⁽²⁾	0V
Input voltage (V _{DD}) ⁽¹⁾	0V to 5.5V
Voltage applied to any pins	(V _{SS} - 0.3V) to (V _{DD} + 0.3V)

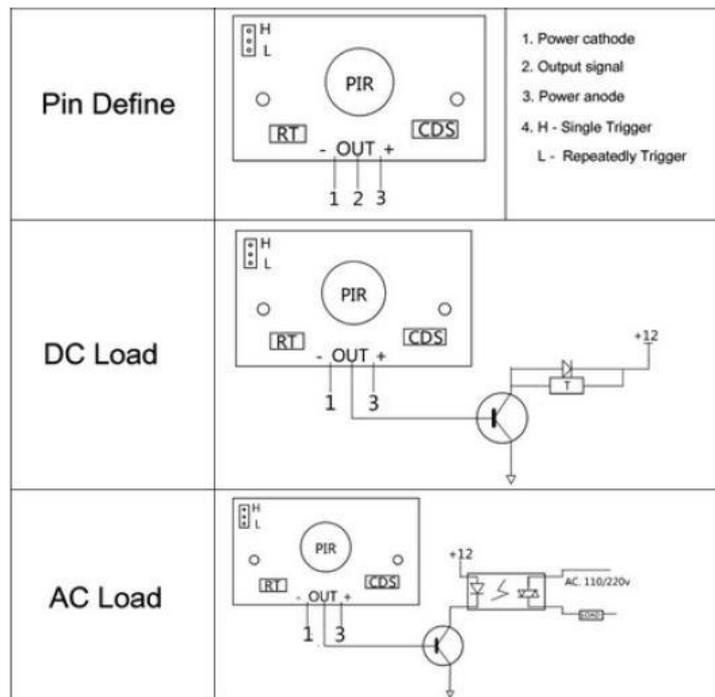


Instructions ^[1]	Command Byte ^[2]	Data Byte1	Data Byte2 or Start Address Byte1 ^[3]	Data Byte3 or Start Address Byte2 ^[3]	End Address Bytes 1/2/3 ^[3]	Description
PU	0x01	0x00				
STOP	0x02	0x00				Stop the current operation
RESET	0x03	0x00				Reset the device
CLR_INT	0x04	0x00				Clear interrupt and EOM bit
RD_STATUS	0x05	0x00	0x00			Returns status bits & current row counter in first 1 st 2 bytes and operating status in 3 rd byte
RD_PLAY_PTR	0x06	0x00	0x00	0x00		Returns status bits & current row counter in 1 st 2 bytes and playback pointer in 3 rd & 4 th bytes
PD	0x07	0x00				Power down the device
RD_REC_PTR	0x08	0x00	0x00	0x00		Returns status bits & current row counter in 1 st 2 bytes and Record pointer in 3 rd & 4 th bytes
DEVID	0x09	0x00	0x00			Read the device ID register.
PLAY	0x40	0x00				Play from current location without LED action until EOM or STOP command received
REC	0x41	0x00				Record from current location without LED action until end of memory or STOP command received
ERASE	0x42	0x00				Erase current message to EOM location
G_ERASE	0x43	0x00				Erase all messages (not include Sound Effects)

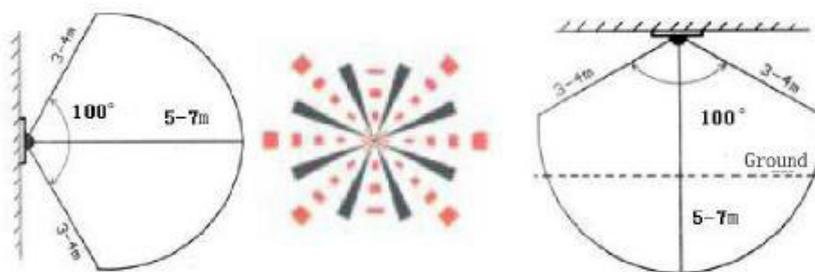
PIN NAME	FUNCTIONS
V _{CCD}	Digital Power Supply: Power supply for digital circuitry.
$\overline{\text{LED}}$	LED: An LED output.
$\overline{\text{RESET}}$	RESET: When active, the device enters into a known state.
MISO	Master In Slave Out: Data is shifted out on the falling edge of SCLK. When the SPI is inactive ($\overline{\text{SS}}$ = high), it's tri-state.
MOSI	Master Out Slave In: Data input of the SPI interface when ISD1700 is a slave. Data is latched into the device on the rising edge of SCLK.
SCLK	Serial Clock: Clock of the SPI interface.
$\overline{\text{SS}}$	Slave Select: Selects as a slave device and enables the SPI interface.
V _{SSA}	Analog Ground: Ground path for analog circuitry.
Analn	Analn: Auxiliary analog input to the device for recording or feed-through.
MIC+	MIC+: Non-inverting input of the differential microphone signal.
MIC-	MIC-: Inverting input of the differential microphone signal.
V _{SSP2}	Ground: Ground path for negative PWM speaker drive.
SP-	SP-: The negative Class D PWM speaker output.
V _{CCP}	Power Supply for PWM Speaker Driver: Power for PWM speaker drive.
SP+	SP+: The positive Class D PWM speaker output.
V _{SSP1}	Ground: Ground path for positive PWM speaker drive.
AUD/AUX	Auxiliary Output: Either an AUD (current) or AUX (voltage) output.
AGC	Automatic Gain Control (AGC): The AGC adjusts the gain of the microphone preamplifier circuitry.
$\overline{\text{VOL}}$	Volume: This control has 8 levels of volume adjustment.
R _{OSC}	Oscillator Resistor: A resistor determines the sample frequency of the device, which sets the duration.
V _{CCA}	Analog Power Supply. Power supply for analog circuitry.
$\overline{\text{FT}}$	Feed-through: Enable the feed-through path for Analn signal to the outputs.
$\overline{\text{PLAY}}$	Playback: Plays the recorded message individually, or plays messages sequential in a looping mode.
$\overline{\text{REC}}$	Record: When active, starts recording message.
$\overline{\text{ERASE}}$	Erase: When active, can erase individual message or do global erase.
$\overline{\text{FWD}}$	Forward: Advances to the next message from the current location.
RDY/ $\overline{\text{INT}}$	An open drain output. Can review ready or interrupt status.
V _{SSD}	Digital Ground: Ground path for digital circuitry

ANEXO C: Datasheet del Sensor PIR

Product Type	HC--SR501 Body Sensor Module
Operating voltage range	DC 4.5-20V
Quiescent Current	<50uA
Level output	High 3.3 V /Low 0V
Trigger	L can not be repeated trigger/H can be repeated trigger(Default repeated trigger)
Delay time	5-200S(adjustable) the range is (0.xx second to tens of second)
Block time	2.5S(default)Can be made a range(0.xx to tens of seconds)
Board Dimensions	32mm*24mm
Angle Sensor	<100 ° cone angle
Operation Temp.	-15--+70 degrees
Lens size sensor	Diameter:23mm(Default)



Induction Range:



ANEXO D: Datasheet del Sim808

General features

- Quad-band 850/900/1800/1900MHz
- GPRS multi-slot class 12/10
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
 - Class 4 (2 W @ 850/900MHz)
 - Class 1 (1 W @ 1800/1900MHz)
- Dimensions: 24*24*2.6mm
- Weight: 3.3g
- Control via AT commands (3GPP TS 27.007, 27.005 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- Supply voltage range 3.4 ~ 4.4V
- Low power consumption
- Operation temperature:-40℃ ~85℃

Specifications for GPRS Data

- GPRS class 12: max. 85.6 kbps (downlink/uplink)
- PBCCH support
- Coding schemes CS 1, 2, 3, 4
- PPP-stack
- USSD

Specifications for SMS via GSM/GPRS

- Point to point MO and MT
- SMS cell broadcast
- Text and PDU mode

Software features

- 0710 MUX protocol
- Embedded TCP/UDP protocol
- FTP/HTTP
- MMS
- POP3/SMTP
- DTMF
- Jamming Detection
- Audio Record
- SSL
- Bluetooth 3.0 (optional)
- TTS CN(optional)
- Embedded AT (optional)

Compatibility

- AT cellular command interface

Specification for GPS

- Receiver type
- 22 tracking /66 acquisition -channel
- GPS L1 C/A code
- Sensitivity
- Tracking: -165 dBm
- Cold starts : -148 dBm
- Time-To-First-Fix
- Cold starts: 32s (typ.)
- Hot starts: <1s
- Warm starts: 3s
- Accuracy
- Horizontal position : <2.5m CEP

Interfaces

- 68 SMT pads including
- Analog audio interface
- PCM interface(optional)
- SPI interface (optional)
- RTC backup
- Serial interface
- USB interface
- Interface to external SIM 3V/1.8V
- Keypad interface
- GPIO
- ADC
- GSM Antenna pad
- Bluetooth Antenna pad
- GPS Antenna pad

Certifications

- CE
- FCC

ANEXO E: Programación

```
#define PU          0x01 //Encienda el dispositivo
#define PLAY       0x40 //reproducir el audio grabado
#define STOP       0x02 //Detener la operación actual
#define FWD        0x48 //Adelantar un audio grabado
#define CLR_INT    0x04

#define DATAOUT   11 //MOSI
#define DATAIN    12 //MISO
#define SPICLOCK   13 //SCK
#define SLAVESELECT 10 //SS

#include <DFRobot_sim808.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#define MESSAGE_LENGTH 160

char message[MESSAGE_LENGTH];
int messageIndex = 0;
char MESSAGE[300];
char phone[16]="995396014";
char datetime[24];

#define PIN_TX     7 //cable rojo) que va hacia el pin "RXD" del sim 808
#define PIN_RX     8 //(cable marron) que va hacia el pin "TXD" del sim 808
SoftwareSerial mySerial(PIN_TX,PIN_RX);
DFRobot_SIM808 sim808(&mySerial);

int pinSensor = 3;
int relay = 2;
int n;
int i;
int num;
int estado;

void setup() {
pinMode(pinSensor, INPUT);
pinMode(relay, OUTPUT);
byte clr;
pinMode(DATAOUT, OUTPUT);
pinMode(DATAIN, INPUT);
pinMode(SPICLOCK,OUTPUT);
pinMode(SLAVESELECT,OUTPUT);

digitalWrite(relay,HIGH);
digitalWrite(pinSensor,LOW);
digitalWrite(SLAVESELECT,HIGH);
SPCR = B01111111;
clr=SPSR;
clr=SPDR;
delay(10);
mySerial.begin(9600);
Serial.begin(9600);
    digitalWrite(SLAVESELECT,LOW);
    spi_transfer(PU);
    spi_transfer(0x00);
    digitalWrite(SLAVESELECT,HIGH);
    delay(50);
```

```

digitalWrite(SLAVESELECT,LOW);
  spi_transfer(CLR_INT);
  spi_transfer(0x00);
digitalWrite(SLAVESELECT,HIGH);
delay(50);

//----- Inicializando el modulo Sim808 -----
while(!sim808.init())
{
  Serial.print("Sim808 fallo en iniciar\r\n");
  delay(1000);
}
delay(3000);
Serial.println("SIM: Modulo funcionando correctamente");
Serial.println("esperando señal entrada");
}

//funcion secuencia
void secuencia(){
if(digitalRead(estado) == HIGH)
{
  digitalWrite(SLAVESELECT,LOW);
  spi_transfer(PLAY); // reproduce un sonido
  spi_transfer(0x00);
  digitalWrite(SLAVESELECT,HIGH);
  delay(8000); // esperar que termine la reproduccion del sonido
  digitalWrite(SLAVESELECT,LOW);
  spi_transfer(STOP); //detiene la reproduccion
  spi_transfer(0x00);
  digitalWrite(SLAVESELECT,HIGH);
  delay(20);
}
}

//Fucion adelantar
void adelantar(){
  digitalWrite(SLAVESELECT,LOW);
  spi_transfer(FWD); // adelanta una cancion
  spi_transfer(0x00);
  digitalWrite(SLAVESELECT,HIGH);
  delay(100);
}

//funcion mandar sms
void enviosms(){
  if(digitalRead(estado) == HIGH)
  {
    messageIndex=2;
  }
  if(messageIndex > 0)
  {
    sprintf(MESSAGE,"AHUYENTADOR ACTIVADO");
    Serial.println("enviando mensaje ...");
    Serial.println(MESSAGE);
    Serial.println(phone);
  }
}

```

```

    sim808.sendSMS(phone,MESSAGE);
}
messageIndex=0;
digitalWrite(estados, LOW);
}

//funcion principal
void loop() {
randomSeed(millis());
if(digitalRead(pinSensor) == HIGH)
{
digitalWrite(estados, HIGH);
digitalWrite(relay, LOW);
delay(50);
secuencia();
digitalWrite(relay, HIGH);
enviosms();
for(int n=0;n<2;n++)
{
num=random(1,7);
for(i=1;i<=num;i++)
{
adelantar();
}
}
}
else
{
digitalWrite(estados, LOW);
digitalWrite(relay,HIGH);
delay(20);
}
}

char spi_transfer(volatile char data)
{
SPDR = data;
while (!(SPSR & (1<<SPIF)))
{
};
return SPDR;
}

```

ANEXO F: Resultados de las encuestas.

Primera pregunta de la encuesta

Comuneros activos	Cajones perdidos
1	5
2	4
3	3
4	6
5	5
6	6
7	6
8	5
9	3
10	3
11	6
12	7
13	5
14	3
15	2
16	4
17	5
18	6
19	2
20	3
21	5
22	5
23	4
24	7
25	7
26	5
27	3
28	6

Segunda pregunta de la encuesta

Comuneros activos	Calidad del melocotón
1	Segunda
2	Primera
3	Tercera
4	Primera
5	Tercera
6	Segunda
7	Primera
8	Tercera
9	Segunda
10	Primera
11	Segunda
12	Tercera
13	Tercera
14	Primera
15	Primera
16	Segunda
17	Tercera
18	Cuarta
19	Primera
20	Segunda
21	Tercera
22	Cuarta
23	Segunda
24	Segunda
25	Tercera
26	Segunda
27	Primera
28	Cuarta

ANEXO G: Características de equipos similares.

El Ahuyentador de Pájaros por Sonidos BirdGard Pro es una solución eficaz para ahuyentar pájaros hasta 0,6 hectáreas de cobertura



- El ahuyentador de pájaros BirdGard Pro ahuyenta cualquier especie de pájaros: palomas, gaviotas, tordos, estorninos, mirlos, cuervos, gorriones, urracas, golondrinas, cotorras argentinas, tórtolas, pájaros carpinteros...
- Protege viñedos, granjas, zonas industriales, puertos, cultivos, fábricas, hangares, etc... hasta una superficie de 0,6 hectáreas (6.000 m²)
- El ahuyentador de pájaros BirdGard Pro viene configurado con una tarjeta de sonido, o chip que es específico al tipo de aves que necesite repeler. Cuando haga su pedido, por favor seleccione qué tipo de pájaros debe ahuyentar entre la lista del menú desplegable "Pájaros a Ahuyentar" y luego añada el equipo a la cesta de la compra. Si tiene alguna duda sobre el chip a elegir, [consúltenos](#).
- Resistente a la intemperie. El ahuyentador de pájaros BirdGard Pro está especialmente diseñado para uso externo
- Garantía de reembolso de 30 días si no queda satisfecho con los resultados ([consulte condiciones](#))
- Garantía de 1 año del fabricante
- Fácil instalación
- Totalmente programable, con ajustes de volumen, combinaciones de sonidos, y modo de operación por el día, noche o las 24 horas. Incluye funciones diferentes que varían al azar el sonido, la duración del sonido y el intervalo de tiempo entre sonidos. Esto evita que las aves se acostumbren a los sonidos
- Consta de:
 - ♦ Unidad de control + 1 amplificador + 1 altavoz incorporado
 - ♦ Incluye: adaptador eléctrico AC, cable de 1,5 metros y abrazadera de montaje
- Opción adicional: Para lugares que se encuentren lejos de la red eléctrica, el equipo puede funcionar con una batería de coche, alimentada por una placa solar. Si nos lo solicita, podemos suministrarle los cables y pinzas para la conexión a la batería. Vea a continuación todos los accesorios opcionales de este equipo:
 - ♦ [Altavoz externo](#)
 - ♦ [Cables de conexión a la batería](#)
 - ♦ [Panel Solar de 5 Watts](#)
- Especificaciones Técnicas:
 - ♦ Dimensiones de la caja: 30.5 x 17.38 x 12.7 cm
 - ♦ Dimensiones de la unidad de control: 15.3 x 21.6 x 10.2 cm
 - ♦ Peso: 1.5 kg
 - ♦ Rango de Frecuencia: 2,000 - 10,000 Hz
 - ♦ Power Input: 12VDC (500 mA)
 - ♦ Adaptador de corriente: 220VAC
 - ♦ Salida de Sonido: 100-105dB @ 1 metro
 - ♦ Salida de Sonido: En forma de Cono
 - ♦ UL/CUL/CE Listed: EPA Establishment Number 075130-OR-001
 - ♦ Fabricado en Estados Unidos

Bird Gard Super Pro, solución eficaz para Ahuyentar Pájaros por Sonidos hasta 2,4 hectáreas



El ahuyentador de aves Bird Gard Super Pro es una solución eficaz para ahuyentar cualquier especie de pájaros: palomas, gaviotas, tordos, estorninos, mirlos, cuervos, gorriones, urracas, golondrinas, cotorras argentinas, tórtolas, pájaros carpinteros...

- El Ahuyentador de Pájaros por Sonidos Bird Gard Super Pro protege viñedos, granjas, zonas industriales y comerciales, puertos, cultivos, fábricas, hangares, etc... hasta una superficie de 2,4 hectáreas (24.000 m²)
- Se lo enviamos configurado con una tarjeta de sonido / chip específico al tipo de aves que necesite repeler. Cuando haga su pedido, por favor seleccione qué tipo de pájaros debe ahuyentar entre la lista del menú desplegable "Pájaros a Ahuyentar" y luego añada el equipo a la cesta de la compra. Si tiene alguna duda sobre el chip a elegir, [consúltanos](#)
- Tarjetas de Sonido fácilmente intercambiables. La tarjeta de sonido está en el frontal del equipo y es fácilmente reemplazable por otra tarjeta de sonido adicional, para protección contra un mayor número de especies de pájaros
- Resistente a la intemperie. El ahuyentador de aves Bird Gard Super Pro está especialmente diseñado para uso externo
- Garantía de reembolso de 30 días si no queda satisfecho con los resultados ([consulte condiciones](#))
- **Garantía de 1 año del fabricante**
- El Ahuyentador de Pájaros por Sonidos Bird Gard Super Pro consta de:
 - ◊ Unidad de control + 4 amplificadores + 4 altavoces externos
 - ◊ Incluye adaptador eléctrico AC, cable de 1,5 metros para la unidad y abrazadera de montaje
 - ◊ Incluye pinzas de batería con 3 metros de cable
 - ◊ Incluye 4 cables para los altavoces de 30 metros cada uno
- Fácil instalación
- Totalmente programable, con ajustes de volumen, combinaciones de sonidos, y modo de operación por el día, noche o las 24 horas. Incluye cuatro funciones diferentes que varían al azar el sonido, la duración del sonido, el intervalo de tiempo entre sonidos y la ubicación del sonido. Esto evita que las aves se acostumbren a los sonidos
- Opción adicional: Para lugares que se encuentren lejos de la red eléctrica, el equipo puede funcionar con una batería de coche, alimentada por una placa solar. Vea a continuación todos los accesorios opcionales de este equipo:
 - ◊ [Altavoz Adicional](#)
 - ◊ [Panel Solar de 20 Watts](#)
 - ◊ [Tarjeta de Sonido Adicional](#)
- Bird Gard Super Pro - Especificaciones Técnicas:
 - ◊ Dimensiones:
 - Altavoces: 11 x 11 x 16 cm, con 30m de cable por altavoz
 - Unidad de Control: 23 x 23 x 14 cm
 - ◊ Dimensiones de la caja: 48.26 x 33 x 17.8 cm
 - ◊ Peso: 5.1 kg
 - ◊ Rango de Frecuencia: 2,000 - 10,000 Hz
 - ◊ Power Input: 12VDC (1 AMP)
 - ◊ Adaptador de corriente: 220VAC
 - ◊ Salida de Sonido: 105-110dB @ 1 metro
 - ◊ Salida de Sonido: En forma de Círculo
 - ◊ Cobertura de sonido: Hasta 183m de diámetro o 2.4 hectáreas
 - ◊ UL/CUL/CE Listed: EPA Establishment Number 075130-OR-001
 - ◊ Fabricado en Estados Unidos