



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE TELECOMUNICACIONES

Tema:

**SISTEMA TELEMÁTICO PARA EXTRACCIÓN DE APITOXINA EN
ABEJAS PARA LA ASOCIACIÓN DE PRODUCCIÓN APÍCOLA
MELÍFERAS DE TUNGURAHUA**

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniero en Telecomunicaciones

ÁREA: Comunicaciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tecnologías de la información y Sistemas de control

AUTOR: Cobo Hernández Kevin Benjamín

TUTOR: Ing. Juan Pablo Pallo Noroña, Mg.

Ambato - Ecuador

febrero – 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: SISTEMA TELEMÁTICO PARA EXTRACCIÓN DE APITOXINA EN ABEJAS PARA LA ASOCIACIÓN DE PRODUCCIÓN APÍCOLA MELÍFERAS DE TUNGURAHUA, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Kevin Benjamín Cobo Hernández, estudiante de la Carrera de Telecomunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, febrero 2024.

Ing. Juan Pablo Pallo Noroña, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: SISTEMA TELEMÁTICO PARA EXTRACCIÓN DE APITOXINA EN ABEJAS PARA LA ASOCIACIÓN DE PRODUCCIÓN APÍCOLA MELÍFERAS DE TUNGURAHUA es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, febrero 2024.

Kevin Benjamín Cobo Hernández

C.C. 1805295670

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, febrero 2024.

Kevin Benjamín Cobo Hernández

C.C. 1805295670

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Kevin Benjamín Cobo Hernández, estudiante de la Carrera de Telecomunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado SISTEMA TELEMÁTICO PARA EXTRACCIÓN DE APITOXINA EN ABEJAS PARA LA ASOCIACIÓN DE PRODUCCIÓN APÍCOLA MELÍFERAS DE TUNGURAHUA, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, febrero 2024.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Mg. Julio Enrique Cuji Rodríguez
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Mg. Elizabeth Paulina Ayala Baño
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Queridos padres Hernán y Martha, a ustedes, mis pilares inquebrantables, les dedico este logro con todo mi amor y gratitud. Su apoyo incondicional ha sido la fuerza que me impulsó a superar cada desafío en este viaje académico. Gracias por creer en mí y por ser mi faro en las noches oscuras.

A mi querido hermano, tus risas resonaron como melodías a lo largo de esta travesía. Siempre has sido mi fuente de alegría y consuelo. Aprecio profundamente cada momento compartido, y esta tesis lleva consigo el eco de nuestras risas compartidas.

A mis amigos, en especial a Diana, en la travesía de la vida, encontré en ustedes no solo compañeros, sino verdaderos cómplices de la felicidad. Diana, tu presencia ha sido un bálsamo en los momentos difíciles, haciendo de la vida una experiencia más agradable y llena de significado. Gracias por estar siempre a mi lado.

A la Asociación de Apicultura Melíferas de Tungurahua, mi gratitud se extiende a ustedes, quienes, con su labor y conocimiento, inspiraron mi interés por la apicultura. Su dedicación a esta noble causa ha dejado una marca indeleble en mi corazón y en mi trabajo de investigación.

A los docentes que iluminaron mi camino, agradezco sinceramente a aquellos maestros que, con sabiduría y paciencia, guiaron mis pasos en este arduo camino académico. Sus enseñanzas han sido la brújula que me condujo hacia la culminación de esta carrera.

Este logro no solo es mío, sino de todos quienes contribuyeron a mi crecimiento y aprendizaje. A cada uno de ustedes, les dedico con profundo agradecimiento esta tesis, como testimonio de un viaje compartido y de la alegría de alcanzar la meta juntos.

Con cariño y gratitud eterna,

Kevin Benjamín Cobo Hernández

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial a la Asociación de Apicultores Melíferas de Tungurahua, en particular a Juan Martínez, cuya colaboración oportuna fue fundamental para el desarrollo exitoso de este proyecto de investigación. La generosidad de su tiempo, conocimientos y apoyo ha sido un pilar invaluable en cada etapa de esta travesía académica. Su compromiso con la causa apícola y su disposición a compartir su experiencia han dejado una marca indeleble en este trabajo, y estoy profundamente agradecido por su dedicación y contribución.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN EJECUTIVO	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	1
1.1 Tema de investigación	1
1.1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Antecedentes investigativos	3
1.3 Fundamentación teórica	4

1.3.1 Toxinología	4
1.3.2 Api toxina.....	5
1.3.3 Productos que contienen api toxina.....	6
1.3.4 Extracción de api toxina.....	9
1.3.5 Sistemas de automatización y control	11
1.3.6 Sistema telemático	12
1.3.7 Puente de Wien	13
1.3.8 Tecnologías inalámbricas.....	13
1.3.9 Clasificación por su alcance.....	15
1.3.10 Redes WLAN.....	15
1.3.11 Protocolos de comunicación para IOT	16
1.3.12 Almacenamiento en la nube	18
1.3.13 Normativas	18
1.4 Objetivos	20
1.4.1 Objetivo general.....	20
1.4.2 Objetivos específicos	20
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	21
2.1 Materiales.....	21
2.1.3 Aislación de circuitos.....	21
2.2 Métodos.....	23
2.1.1 Electrónica de control	21

2.1.2 Amplificador operacional.....	21
2.2.1 Modalidad de la investigación	23
2.2.2 Población y muestra	23
2.2.3 Recolección de información.....	24
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
3.1 Situación actual de la empresa	26
3.1.1 Ubicación de la empresa	27
3.1.2 Proceso de extracción.....	28
3.2 Desarrollo de la propuesta.....	33
3.2.1 Arquitectura del sistema.....	33
3.2.2 Diseño electrónico.....	34
3.2.3 Implementación del circuito.....	42
3.2.4 Diseño del aplicativo.....	46
3.2.6 Aplicación Móvil.....	51
3.2.7 Proceso de creación de la app.....	53
3.2.8 Estructura de una aplicación en Flutter	54
3.2.9 Procesamiento y análisis de datos	55
3.2.10 Presupuesto	57

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
4.1 Conclusiones	60
4.2 Recomendaciones.....	61
Bibliografía	63
ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa de módulos inalámbricos.....	14
Tabla 2. Materiales.....	22
Tabla 3. Ubicación de ASOAPIMET.....	28
Tabla 4. Necesidades que debe solucionar el app.....	46
Tabla 5. Comparativa de extracción.....	55
Tabla 6. Presupuesto de construcción.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Saco de veneno y aguijón de abeja	5
Figura 2. Apismoon crema facial con apitoxina	7
Figura 3. Crema facial bee venom transparent clinic.....	7
Figura 4 Bee Rx Suero Facial Antienvjecimiento - Kanuka.....	7
Figura 5. Pomapidol.....	8
Figura 6. Veneno de abeja de 500 mg (90 cápsulas)	8
Figura 7. Abeja tomada con pinzas	10
Figura 8. Colector eléctrico de api toxina con lamina de vidrio.	10
Figura 9. Sistema de automatización y control	12
Figura 10. Diagrama electrónico puente de Wien.....	13
Figura 11. Logotipo de ASOAPIMET	27
Figura 12. Ubicación de ASOAPIMET	27
Figura 13. Partes de la colmena Langstroth	29
Figura 14. Extracción de apitoxina en ASOAPIMET.....	29
Figura 15. Raspado del vidrio con apitoxina	30
Figura 16. Flujograma método de extracción actual en ASOAPIMET	31
Figura 17. Máquina extractora de ASOAPIMET	32
Figura 18. Mediciones del equipo usado en ASOAPIMET.....	32
Figura 19. Arquitectura del sistema	33
Figura 20. Generador de pulso cuadrado de 12 V y descarga de capacitor	35

Figura 21. Onda generada	35
Figura 22. Sumador inversor con señales de entrada ideales.....	37
Figura 23. Señal generada.....	38
Figura 24. Fase de alimentación con divisor de voltaje.....	39
Figura 25. Transistores como switch en saturacion y corte	39
Figura 26. Puente de Wien.....	40
Figura 27. Botonera externa.....	40
Figura 28. Sumador inversor.....	41
Figura 29. Salida y aislamiento de señales.....	41
Figura 30. Placa de circuito impreso.....	43
Figura 31. Simulación 3D de la placa de circuito impreso	43
Figura 32. Placa PCB física.	44
Figura 33. Prototipo ensamblado en contenedor de acrílico	44
Figura 34. Vista posterior del prototipo	45
Figura 35. Simulacion en tinkercad	46
Figura 36. Pantalla de inicio de sección y registro	47
Figura 37. Pantalla de registro	48
Figura 38. Pantalla de control remoto	49
Figura 39. Pantalla de registros.....	50
Figura 40. Pantalla de selección de rango de tiempo	51
Figura 41. Estructura de carpetas código Flutter	52

Figura 42. Ejemplo de acciones en botones	53
Figura 43. Configuración del botón de botón de guardado.....	54
Figura 44. Estructura de aplicacion de flutte.....	55
Figura 45. Mg de apitoxina por colmena	56
Figura 46. Mortalidad de abejas por colmena durante la extracción	57

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Certificado de validacion.....	71
Anexo B. Diagrama de pienes ESP 8266.....	72
Anexo C. Prueba de funcionamiento	73
Anexo D. Miembros de la asociación apicola meliferas de Tungurahua.....	73
Anexo E. Manual de usuario.....	74
Anexo F. Algoritmo de ejecución local	78
Anexo G.Código para el servidor.....	82

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto presenta una propuesta innovadora: un sistema telemático para la Extracción de Api Toxina en Abejas, diseñado exclusivamente para la Asociación de Producción Apícola Melíferas de Tungurahua. Su enfoque está centrado en la eficiencia económica, con el claro propósito de beneficiar tanto a la asociación como a sus miembros. La herramienta propuesta tiene la capacidad de extraer el api toxina de las colmenas de manera precisa, sin ocasionar daños a la población de abejas, abriendo así un nuevo horizonte de sostenibilidad para la apicultura.

Además de su funcionalidad práctica, el proyecto aspira a cubrir la creciente demanda nacional de medicina alternativa. El api toxina, conocida por sus propiedades medicinales, se encuentra en la mira de la investigación científica, y este sistema telemático pretende facilitar la extracción de manera segura y eficaz para contribuir al desarrollo de este campo.

La gestión del proceso se realizará en estrecha colaboración con la Asociación, aprovechando las colmenas de sus miembros como plataforma para la extracción del api toxina. El objetivo específico es desarrollar un colector de api toxina, inspirándose en un modelo comercial, y mejorarlo mediante la integración de características telemáticas. Estas mejoras no solo buscan eficiencia, sino también brindar mayor seguridad al usuario durante el proceso de extracción.

Este proyecto representa un avance significativo en la apicultura al abordar la extracción de api toxina de manera innovadora, sostenible y segura.

Palabras clave: Api toxina, extracción, electrónico, telemático.

ABSTRACT

The project presents an innovative proposal: a telematic system for the Extraction of Api Toxin in Bees, designed exclusively for the Association of Honey Beekeeping Production of Tungurahua. Its focus is on economic efficiency, with the clear purpose of benefiting both the association and its members. The proposed tool has the ability to extract the api toxin from the hives precisely, without causing damage to the bee population, thus opening a new horizon of sustainability for beekeeping.

In addition to its practical functionality, the project aims to meet the growing national demand for alternative medicine. The api toxin, known for its medicinal properties, is in the crosshairs of scientific research, and this telematics system aims to facilitate extraction in a safe and effective way to contribute to the development of this field.

The management of the process will be carried out in close collaboration with the Association, taking advantage of the hives of its members as a platform for the extraction of the api toxin. The specific objective is to develop a toxin api collector, inspired by a business model, and improve it by integrating telematics features. These improvements are not only aimed at efficiency, but also for greater safety for the user during the extraction process.

This project represents a significant breakthrough in beekeeping by addressing api toxin extraction in an innovative, sustainable and safe manner.

Keywords: API toxin, extraction, electronic, telematics.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

SISTEMA TELEMÁTICO PARA EXTRACCIÓN DE APITOXINA EN ABEJAS PARA LA ASOCIACIÓN DE PRODUCCIÓN APÍCOLA MELÍFERAS DE TUNGURAHUA

1.1.1 Planteamiento del problema

A nivel mundial pocos son los países que extraen api toxina, aunque posea un gran valor comercial en el mercado internacional, siempre y cuando cumpla con las normativas establecidas de los países que lo regulan principalmente se encuentran Canadá, Estados Unidos y Reino Unido. Estos países cuentan con laboratorios para certificar la calidad del api toxina para investigación en farmacéuticas y uso en pomadas cremas o ungüentos de uso humano.

Otra muestra del gran valor de este producto viene del país número 14 a nivel mundial en el ranking de producción apícola. Corea del Sur en su informe desarrollado por la embajada de Argentina en Seúl, en su mejor año de producción 2012, la totalidad de la producción, alcanzó un valor de 67.3 millones de dólares. [1]. Teniendo en cuenta que las estaciones en este país se encuentran muy bien marcadas, significa que no todo el año son capaces de producir, debido a las condiciones climáticas, mientras que en Ecuador es prácticamente verano todo el año, recibe mayor número de horas de luz solar, condiciones favorables para la apicultura. Ecuador y los países de la región en sus informes de producción relacionados a la apicultura mencionan sobre la estadística de producción de api toxinas “. Sobre api toxina y jalea real, se considera que existe producción, pero difícil de cuantificar”.

Menciona el informe de Producción Apícola de Chile y Región de la Araucanía [2]. Esto debido a la pequeña cantidad que se extrae y las pocas personas que conocen del tema. Según el banco de ideas desarrollado por el gobierno del Ecuador menciona que la producción de api toxina es una oportunidad de negocio importante con un mercado

de alrededor de 800 000 personas en Ecuador, un mercado al cual no se ha cubierto su demanda. [3]

La apicultura en nuestro país se remonta a 1870 con las primeras colmenas traídas desde Francia [4], desarrollándose paulatinamente. Sin embargo, no se están aprovechando de sus beneficios a cabalidad. Solamente un pequeño grupo de apicultores extrae api toxina. Así es como se denomina al veneno de las abejas. A este se le atribuyen propiedades curativas que aún deben ser investigadas, pues aún no existen juicios de valor. Por esta razón es necesario generar mayor producción y verificar dichas propiedades.

En el artículo La Apicultura en el Ecuador: Antecedentes Históricos, escrito por José Cabrera, menciona que el 90% de los apicultores lo hace por hobby mientras que un 10% vive de ello. No todos los apicultores obtienen todos los beneficios que las colmenas pueden ofrecer. Cuantificando la producción nacional menciona que se distribuye según los siguientes porcentajes: Miel de abeja 85%, cera de abejas 5%, polen 3%, propóleo 6 %,Jalea real 1%, api toxina 0.1% [4]

La pobre producción de api toxina se debe a la falta de educación en el país, siendo este el principal causante del problema, desencadenando la poca o nula demanda en equipos para su extracción.

Por otro lado, el hecho que esta clase de equipos sea difícil de conseguir en el país genera que las pocas personas que conocen de la extracción de api toxina no puedan acceder a la tecnología requerida en esta labor. Estos equipos solamente se pueden conseguir importándolos a un precio elevado. Y aunque cumplen su función no están pensados para una producción rápida que permita extracción simultánea de varias colmenas.

Estas causas provocan pérdidas económicas no consideradas a quienes hacen de la apicultura una forma de sustento. No cuentan con los conocimientos necesarios para operar los equipos, el difícil acceso a esta tecnología en el país y su elevado costo de importación hacen que no sea viable para los apicultores.

1.2 Antecedentes investigativos

Se tomaron en cuenta estudios realizados previamente relacionados a la investigación realizada. Estos aportan información relevante que fundamentan el propósito del proyecto de investigación.

La Universidad de Antioquia Colombia en 2003 el Profesor Titular de Laboratorio de Entomología Médica Valderrama Hernández Rafael publicó la revisión del tema “Aspectos toxinológicos y biomédicos del veneno de las abejas *Apis mellifera*” en el cual se describen compuestos químicos presentes en el veneno de abejas como apamina la cual tiene aplicaciones científicas y de investigación, en el campo de la neurobiología. Melitina Aunque es tóxica, también se ha investigado por sus posibles aplicaciones terapéuticas. Estudios han demostrado que la melitina tiene propiedades antimicrobianas, antitumorales y antiinflamatorias. Fosfolipasa A2 puede estar asociado con diversas enfermedades y trastornos, como la inflamación crónica, las enfermedades cardiovasculares, los trastornos neurológicos y los trastornos metabólicos. Por lo tanto, esta enzima es objeto de investigación para comprender mejor su función y desarrollar terapias dirigidas en el tratamiento de estas condiciones. [5]

La Corporación Universitaria Minuto de Dios Colombia en 2012 el alumno Sánchez Jiménez, Juan Sebastián realizó la siguiente investigación: “Dispositivo extractor de Api toxina” En el cual muestra el desarrollo de un sistema electrónico digital regulable para la extracción de api toxina mejorando la calidad y cantidad de veneno extraído. Controlando diferentes variables: tiempo, eléctricas y físicas. La variable de tiempo, destaca su importancia debido a su influencia en la duración del estímulo eléctrico aplicado a las abejas, con una limitada variabilidad en minutos. Las pulsaciones desempeñan un papel crucial para lograr una estimulación eléctrica mínima pero efectiva en intervalos de milésimas y segundos, ajustables según estudios de impedancia en abejas vivas. Esto permite determinar la cantidad de energía a aplicar y el tiempo máximo necesario.

La regulación de tensión representa una variación ajustable de energía, que puede oscilar entre 1.5V y 11.5V, según las necesidades del apicultor. [6]

La Universidad Central del Ecuador en 2013 los estudiantes Mina Mero, Wagner David y Sánchez Orellana, Galo Antonio, realizaron la siguiente investigación: “Estudio de factibilidad para la implementación de una granja apícola extractora de Api toxina en la finca Dos Ríos sector Nanegalito, provincia de Pichincha” El estudio concluye basándose en encuestas “la existencia de un mercado con demanda potencial en base al interés que existe hacia el veneno de abejas por parte de la población de Pichincha,” concluyendo que “permitirá generar importantes beneficios tanto a nivel micro económico: aumento de ingresos, trabajo, desarrollo tecnológico y a nivel macroeconómico ayudando a la sustitución de importaciones.” [7]

La Universidad San Francisco de Quito en 2017 el estudiante Granda Ojeda, Rodrigo Esteban realizó la siguiente investigación: “Análisis del potencial de la actividad apícola como desarrollado socioeconómico en sectores rurales” en el cual demuestra el potencial apícola del país debido a sus particulares condiciones climáticas estimándolo inicialmente en 223198 colmenas. Sin embargo, el MIPRO Ministerio de Industrias y Productividad no cuenta con áreas para promover su industrialización. Además, muestra la reducción de colmenas de 1993 a 2016 en alrededor del 60% 12188 colmenas administradas por 902 apicultores. [8]

1.3 Fundamentación teórica

Los aspectos más relevantes para la investigación son: la Toxinología, el api toxina, extracción de api toxina, la telemática, los sistemas de control y automatización y los sistemas telemáticos.

1.3.1 Toxinología

Es la rama de la ciencia que se encarga del estudio de las toxinas, sus efectos en los organismos vivos y las estrategias para su detección, prevención y tratamiento. Las toxinas son sustancias químicas producidas por organismos vivos, como bacterias, hongos, plantas y animales, que pueden causar daño o enfermedad cuando entran en contacto con otros organismos. Abarca diversas áreas, como la bioquímica, la microbiología, la farmacología y la inmunología. Los toxicólogos estudian las propiedades de los tóxicos, cómo se producen, cómo se transportan en el organismo y

cómo se desarrollan a los diferentes sistemas biológicos. También investigan los mecanismos de acción de los tóxicos, es decir, cómo interactúan con las células y los tejidos para producir sus efectos tóxicos. Busca comprender los mecanismos de acción de los tóxicos, desarrollar métodos de detección y diagnóstico, así como estrategias para prevenir y tratar los efectos tóxicos. [9]

1.3.2 Api toxina

Es el veneno producido por las abejas melíferas, también conocido como veneno de abeja. Es una mezcla compleja de componentes bioactivos, incluyendo péptidos, enzimas y moléculas pequeñas. El api toxina es utilizada por las abejas como un mecanismo de defensa, y cuando una abeja pica a un ser humano, inyecta este veneno a través de su aguijón como se muestra en la Figura 1.

El principal componente activo del api toxina es la melitina, un péptido que representa aproximadamente el 50% del veneno de abeja. La melitina es conocida por sus propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y analgésicas. También puede tener efectos citotóxicos, lo que significa que puede dañar las células al interactuar con sus membranas. [5]

El veneno de abeja también contiene otras sustancias bioactivas, como la fosfolipasa A2, la apamina, la adolapina y la mastoparana. Cada una de estas sustancias tiene diferentes efectos y propiedades farmacológicas.



Figura 1. Saco de veneno y aguijón de abeja [10]

1.3.3 Productos que contienen api toxina

Los productos artesanales que se encuentran en locales naturistas y que contienen veneno de abeja han ganado popularidad en Ecuador y en diversos países. Este fenómeno se ha incrementado en respuesta a la creciente demanda de productos naturales y alternativos para el bienestar y la salud. Es esencial comprender la naturaleza de estos productos y explorar sus posibles beneficios y riesgos.

El veneno de abeja, también conocido como api toxina, es una sustancia producida por las abejas como mecanismo de defensa. Se ha utilizado históricamente en la medicina tradicional en algunas culturas, y recientemente ha despertado interés en el ámbito de la medicina alternativa. Los locales naturistas suelen ofrecer productos que contienen api toxina, como cremas, ungüentos y suplementos, promocionando sus propiedades antiinflamatorias, analgésicas y rejuvenecedoras como los ejemplos que se muestran a continuación. Los cuales mayoritariamente se publicitan de la siguiente forma:

Esta crema de apitoxina, elaborada con veneno de abejas, está formulada para adaptarse a todo tipo de pieles. Sus beneficios abarcan desde la prevención de arrugas hasta funciones limpiadoras y nutritivas, todo en un solo producto. Diseñada para proporcionar una experiencia completa de cuidado de la piel, esta crema se enorgullece de mantener la piel en un estado perpetuamente hermoso y juvenil gracias a la inclusión de los mejores ingredientes. [11]

Al utilizar apitoxina, la crema busca prevenir la formación de arrugas, aprovechando las propiedades rejuvenecedoras que se le atribuyen a este componente natural. Este enfoque va más allá de la simple apariencia superficial, ya que también se centra en la limpieza profunda de la piel, eliminando impurezas y contribuyendo a una tez más radiante. [11] ejemplos de las cremas mencionadas se aprecia en la Figura 2 , Figura 3 y Figura 4



Figura 2. Apismoon crema facial con apitoxina [11]



Figura 3. Crema facial bee venom transparent clinic [12]



Figura 4 Bee Rx Suero Facial Antienvejecimiento - Kanuka [13]

También se encuentran las pomadas como pomapídol anunciada como: Esta crema, enriquecida con apitoxina (veneno de abeja), aceite de mostaza y cera de abejas, está

diseñada para adaptarse a todos los tipos de piel. El pomapídol, al incorporar apitoxina, busca proporcionar propiedades emolientes y refrescantes para el cuerpo, focalizando sus beneficios especialmente en los brazos y piernas afectados por la artritis. [14] Se puede observar en la Figura 5.



Figura 5. Pomapídol

Por otro lado se encuentra Deep Blue Health anunciado como: cada cápsula contiene una cantidad de 25 microgramos de veneno de abeja, 500 miligramos de sulfato de glucosamina y materiales encapsulantes, sin la adición de sabores, colorantes ni conservantes artificiales. Esta fórmula está diseñada para respaldar la función de movilidad articular. El veneno de abeja utilizado proviene de las colmenas situadas en las llanuras de Canterbury, en Nueva Zelanda, donde las abejas se encuentran libres de enfermedades, y los apicultores de Deep Blue Health cuentan con respaldo a nivel nacional. Es importante destacar que, en el proceso de recolección, ninguna abeja resulta dañada. [15] Se observa en la Figura 6.



Figura 6. Veneno de abeja de 500 mg (90 cápsulas) [15]

a. Apiterapia

El portal de información del telégrafo habla al respecto sobre los tratamientos con apitoxina mencionando lo siguiente:

La apiterapia se define como el empleo terapéutico de la apitoxina (veneno de abeja) y otros productos de la colmena, tales como miel, polen, jalea real, cera, pan de abeja y propóleo, con propósitos medicinales y preventivos para evitar enfermedades. El tratamiento implica la aplicación del veneno de abeja, reconocido por sus propiedades analgésicas y antiinflamatorias. [16]

Andrés Castillo, presidente de la Asociación Ecuatoriana y de la Federación Internacional de Apiterapia, menciona que esta práctica llegó al país hace 11 años. Durante este periodo, el médico ambateño ha tratado a aproximadamente 4.000 pacientes, ninguno de los cuales ha presentado alergias al veneno. "Poseo mis colmenas para llevar a cabo tratamientos médicos controlados", explica al diario. Realiza pinchazos con api toxina para tratar diversas patologías como artritis, artrosis, tendinitis, infertilidad, disfunción eréctil y celulitis. [16]

María Elena Díaz inyecta el veneno en puntos de acupuntura, ofreciendo sesiones en la Cruz Roja, el Club de Leones y la Fundación de Esclerosis Múltiple. "La apiterapia no es una moda, tiene una base científica", afirma. El costo de una sesión varía entre \$10 y \$30. [16]

1.3.4 Extracción de api toxina

El api toxina se puede extraer de varias formas, siendo las más comunes las siguientes:

a. Extracción manual

Esta es la forma más tradicional de obtener api toxina. Consiste en sujetar la abeja con pinzas o una herramienta especializada y aplicar una leve presión en su abdomen para que libere el veneno a través de su aguijón. El veneno es recolectado en una placa de vidrio o en un recipiente adecuado como se muestra en la Figura 7.



Figura 7. Abeja tomada con pinzas [17]

b. Colectores de vidrio

Estos dispositivos consisten en placas de vidrio en las que se colocan abejas y se aplica una pequeña descarga eléctrica que estimula la liberación de api toxina. Las abejas pican el vidrio y el veneno se queda adherido a él, permitiendo su posterior recolección. [18]

c. Colectores eléctricos

Estos dispositivos utilizan una corriente eléctrica para estimular a las abejas y provocar que piquen una superficie específica, generalmente una lámina de plástico o vidrio, donde el veneno queda depositado. La corriente se aplica a través de electrodos y se controla para evitar dañar a las abejas. [18]. La Figura 8 muestra un colector electrónico comercial de piquera para una colmena.



Figura 8. Colector eléctrico de api toxina con lamina de vidrio. [19]

Es importante destacar que el proceso de extracción, es fundamental seguir buenas prácticas y asegurarse de no causar daño a las abejas. Muchos apicultores optan por utilizar métodos que no implican la muerte de las abejas, como el uso de colectores de vidrio o eléctricos, que minimizan el estrés y el impacto en las colonias de abejas. [18]

1.3.5 Sistemas de automatización y control

Un sistema de control y automatización es un conjunto de dispositivos, software y procesos que se utilizan para controlar y supervisar de manera automática diferentes aspectos de una operación o proceso. Estos sistemas están diseñados para tomar decisiones y ejecutar acciones de forma autónoma, estableciendo reglas predefinidas o en la reacción recibida de sensores y dispositivos de medición y control. [20]

El objetivo principal de un sistema de control y automatización es mejorar la eficiencia, la precisión y la seguridad de los procesos, al tiempo que reduce la necesidad de intervención humana. Estos sistemas se aplican en una amplia variedad de áreas, como la industria manufacturera, la automatización de edificios, la energía, la agricultura, la robótica, entre otros. [21]

Sus principales componentes son:

Sensores: Dispositivos que capturan información sobre el estado de variables físicas como temperatura, presión, nivel, flujo, entre otras. [22]

Actuadores: Elementos que generan acciones en base a la información de los sensores. La Figura 9 muestra un sistema de automatización y control de forma remota mediante una tableta electrónica, capaz de mostrar información actual del proceso y modificarlo. [22]



Figura 9. Sistema de automatización y control [23]

1.3.6 Sistema telemático

Son sistemas que integra las tecnologías de las telecomunicaciones y la informática para permitir la transmisión, recepción y procesamiento de información a través de redes de comunicación. El término "telemática" combina las palabras "telecomunicación" e "informática". [24]

Un sistema telemático se compone de varios elementos interconectados, como redes de comunicación, dispositivos electrónicos, software y sistemas de gestión de información. Estos componentes trabajan en conjunto para facilitar la transferencia de datos, voz y video, así como para realizar operaciones y control remoto de dispositivos. [24]

Los sistemas telemáticos se utilizan en diversas aplicaciones, como el seguimiento y localización de vehículos, la gestión de flotas, el monitoreo remoto de infraestructuras, la telemedicina, la domótica, entre otros. Estos sistemas permiten la comunicación y la interacción en tiempo real, facilitando la toma de decisiones y mejorando la eficiencia y la productividad. [24]

Caracterizado por la transmisión de datos a través de redes de comunicación (como internet o redes móviles), el uso de protocolos y estándares de comunicación, el procesamiento de datos en tiempo real, el almacenamiento y análisis de información, y la capacidad de control y supervisión remota. [24]

1.3.7 Puente de Wien

Es un circuito amplificador operacional que usa resistencias y capacitores, que permite transformar la corriente directa en corriente alterna, con frecuencias inferiores a 1MHz. La Figura 10 muestra su circuito [25]

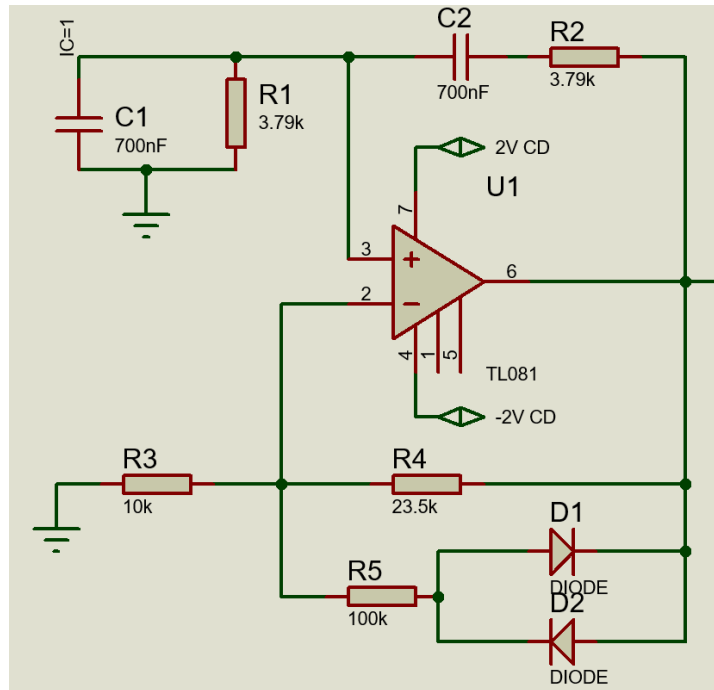


Figura 10. Diagrama electrónico puente de Wien

1.3.8 Tecnologías inalámbricas

Son los sistemas de comunicación que permiten la transmisión de datos sin la necesidad de cables físicos. Estas tecnologías han experimentado un rápido desarrollo y se han vuelto omnipresentes en la vida cotidiana.

a. *Bluetooth:*

Es una tecnología de comunicación inalámbrica de corto alcance diseñada para la interconexión de dispositivos electrónicos. Su nombre proviene de un rey danés, Harald "Bluetooth" Gormsson, que unificó tribus escandinavas, reflejando la intención de la tecnología de unificar diferentes tipos de dispositivos y servicios.

b. *GSM:*

Descripción: GSM es un estándar de comunicación móvil que proporciona servicios de voz y datos a través de redes celulares. Fue desarrollado como un estándar global para asegurar la interoperabilidad entre diferentes redes y dispositivos.

c. GPRS:

Descripción: GPRS es una extensión de GSM que introduce la transmisión de datos por paquetes, permitiendo la conexión a Internet y la transferencia de datos de manera más eficiente que GSM.

La Tabla 1 muestra la comparación de 3 dispositivos inalámbricos con sus respectivos parámetros técnicos.

Tabla 1. Comparativa de módulos inalámbricos

Característica	HC-05	ESP8266	SIM800L
Tipo de Módulo	Bluetooth	Wi-Fi	GSM/GPRS
Protocolos de Comunicación	Bluetooth	TCP/IP	GSM, GPRS
Alcance (HC-05)	Hasta 10 metros	N/A (Wi-Fi)	N/A (GSM)
Frecuencia	2.4 GHz	2.4 GHz	2G (varias frecuencias)
Velocidad de Datos	Hasta 3 Mbps	Hasta 72.2 Mbps (Wi-Fi)	Hasta 85.6 kbps (GPRS)
Modos de Operación	Maestro y Esclavo	Estación y Punto de Acceso	N/A (GSM siempre activo)
Antena (ESP8266)	Integrada	Integrada	Integrada
Alimentación	3.3V (HC-05)	3.3V	3.4V - 4.4V
Interfaz (HC-05)	UART (Serial)	UART (Serial)	UART (Serial)
Programable (ESP8266)	Sí, con firmware personalizable	Sí, con firmware personalizable	No
Aplicaciones Comunes	Comunicación inalámbrica entre dispositivos, control remoto	IoT, automatización del hogar, proyectos Wi-Fi	Comunicación GSM, seguimiento remoto, SMS

1.3.9 Clasificación por su alcance

a. *Wireless Personal Area Network (WPAN) - 802.15:*

Redes diseñadas para un alcance muy corto, típicamente dentro de un espacio personal, como el alcance de Bluetooth.

b. *Wireless Local Area Network (WLAN) – IEEE 802.11:*

Redes destinadas a cubrir áreas locales, como hogares, oficinas o campus. El estándar IEEE 802.11 es ampliamente utilizado, especialmente en entornos cotidianos, proporcionando conectividad inalámbrica a través de tecnologías como Wi-Fi.

c. *Wireless Metropolitan Network (WMAN) - IEEE 802.16:*

Redes diseñadas para abarcar áreas metropolitanas más extensas, ofreciendo una cobertura mayor que las WLAN. El estándar IEEE 802.16 es comúnmente conocido como WiMAX.

d. *Wireless Wide Area Network (WWAN) – IEEE 802.20:*

Redes diseñadas para cubrir áreas geográficas más amplias, como regiones extensas o incluso a nivel nacional. [26]

1.3.10 Redes WLAN

Se define como un conjunto de dispositivos que se comunican mediante señales de radio, propagándose a través del aire sin necesidad de cables. Las tecnologías inalámbricas varían según el alcance de la red, y la WLAN se caracteriza por su cobertura en entornos locales, como oficinas, empresas, universidades u hoteles. [26]

Las redes inalámbricas de área local representan un sistema de comunicación de datos altamente flexible, ampliamente adoptado como una alternativa eficaz a las redes LAN con cable. Esto se debe a varias ventajas, entre las cuales se incluyen: Movilidad y mayor productividad. Flexibilidad: Permite llegar a lugares inaccesibles para las conexiones con cable. Escalabilidad: La adaptación de la topología de red es sencilla,

facilitando la expansión o mejora de una red existente. Reducción de costes. El rápido desarrollo y la incorporación de las redes WLAN en el mercado se atribuyen a la familia de estándares IEEE 802.11, que ha desempeñado un papel fundamental en su evolución. [26]

1.3.11 Protocolos de comunicación para IOT

Un protocolo de comunicación se compone de reglas establecidas que permiten la interacción y comprensión mutua entre dos o más dispositivos. En el ámbito de proyectos que demandan una comunicación constante con el servidor o entre dispositivos, los protocolos de comunicación desempeñan un papel crucial. Por esta razón, se han creado protocolos diseñados con el propósito específico de agilizar y optimizar la transmisión de información de forma eficiente.

a. MQTT

MQTT, un protocolo de mensajería de estándares abiertos, se define como un conjunto de reglas que facilitan la comunicación entre equipos. Este protocolo destaca por su fácil implementación y su naturaleza sencilla y liviana, convirtiéndolo en una opción ideal para abordar las exigencias del Internet de las cosas (IoT). Su capacidad para ocupar un mínimo espacio en el ancho de banda lo hace particularmente adecuado para entornos de redes inalámbricas. Ampliamente utilizado en diversos dispositivos, tanto industriales como domésticos [27]

Las características principales de MQTT incluyen su bajo consumo energético, rapidez y ligereza en la transmisión y recepción de información, así como la demanda de pocos recursos para su funcionamiento óptimo. Este protocolo sigue una estructura suscriptor/publicador, donde el servidor, conocido como bróker, recibe datos de los publicadores y, si es necesario, envía datos a los publicadores solo cuando lo solicita el bróker. Cabe destacar que ningún mensaje puede superar los 256 Mb [27]

MQTT se ha establecido como un estándar en la transmisión de datos en el ámbito del IoT, gracias a sus beneficios, que incluyen mensajes pequeños para optimizar el ancho de banda, una implementación que requiere una cantidad mínima de código, la

capacidad de comunicarse con numerosos dispositivos IoT y tres niveles de calidad de servicio para garantizar la confiabilidad [27]

b. CoAP

El protocolo CoAP (Protocolo de Aplicación Constrained) es un protocolo de comunicación a nivel de aplicación especialmente diseñado para facilitar la comunicación M2M (máquina a máquina) en dispositivos que cuentan con recursos limitados, como sensores o redes de sensores de baja potencia. [28]

CoAP adopta el modelo "REST" originario de HTTP, incorporando las primitivas GET, POST, PUT y DELETE. Se caracteriza por el uso de cabeceras reducidas y la restricción en el intercambio de mensajes, además de brindar soporte para UDP y otras adaptaciones, como mecanismos de seguridad específicos. [28]

Las características fundamentales de este protocolo incluyen la capacidad para el intercambio de mensajes asíncronos, una baja sobrecarga de datos, la posibilidad de utilizarse como puente con HTTP, compartiendo capacidades de proxy y caché, siendo especialmente adecuado para dispositivos con recursos limitados. Además, presenta compatibilidad con URI. [28]

c. HTTP

HTTP, conocido como "Hypertext Transfer Protocol" en inglés, es el protocolo fundamental para el intercambio de datos en la World Wide Web. Este protocolo sigue una estructura cliente-servidor, donde la solicitud de datos es iniciada por el componente que recibirá la información, típicamente un navegador web. [26]

Las características esenciales de HTTP incluyen su simplicidad, diseñada para ser legible y fácilmente interpretada por las personas. Además, es un protocolo extensible gracias a sus cabeceras y opera en un estado sin memoria, lo que significa que no retiene información entre peticiones en la misma sesión. [26]

La interacción entre clientes y servidores se lleva a cabo mediante el intercambio de mensajes individuales. Las solicitudes, enviadas por el cliente (generalmente un

navegador web), y las respuestas, emitidas por el servidor, son los dos tipos fundamentales de mensajes. [26]

Una solicitud HTTP está compuesta por varios campos, entre los cuales se incluyen el método (GET, POST o DELETE), la dirección URL del recurso solicitado, la versión del protocolo HTTP y cabeceras HTTP opcionales. [26]

Las respuestas, por otro lado, constan de la versión del protocolo HTTP utilizada, un código de estado que indica el éxito o fracaso de la solicitud, un mensaje de estado proporcionando una breve descripción del código, cabeceras HTTP (similares a las de las solicitudes) y opcionalmente, el recurso solicitado. [26]

1.3.12 Almacenamiento en la nube

El almacenamiento en la nube representa un modelo de computación en la nube que posibilita el resguardo de datos y archivos a través de un proveedor de servicios en la nube. Este proveedor, al cual se puede acceder mediante la red pública de Internet o una conexión de red privada dedicada, asume la responsabilidad de almacenar, gestionar y mantener de forma segura los servidores de almacenamiento, la infraestructura y la red. Esto asegura un acceso a los datos de manera eficiente y segura, independientemente de la escala y con capacidad elástica. La ventaja fundamental del almacenamiento en la nube radica en la eliminación de la necesidad de adquirir y administrar una infraestructura de almacenamiento propia, proporcionando agilidad, escalabilidad y durabilidad, junto con la accesibilidad a los datos en cualquier momento y lugar. [29]

1.3.13 Normativas

a. IEEE 802.11:

Definen las especificaciones para implementar tecnologías de comunicación inalámbrica en el rango de frecuencia de 2.4 GHz y 5 GHz. Estos estándares han sido fundamentales para el desarrollo y la proliferación de tecnologías Wi-Fi. [30]

b. 802.11b:

Proporciona una velocidad máxima de hasta 11 Mbps en la banda de frecuencia de 2.4 GHz. Es compatible con la mayoría de los enrutadores y puntos de acceso Wi-Fi. [30]

c. 802.11g:

Ofrece velocidades de datos de hasta 54 Mbps en la banda de frecuencia de 2.4 GHz. Es compatible hacia atrás con el estándar 802.11b. [30]

d. 802.11n:

Permite velocidades de datos más altas, con capacidades de hasta 600 Mbps, utilizando técnicas como MIMO (Multiple Input Multiple Output). Puede operar tanto en las bandas de 2.4 GHz como en las de 5 GHz. [30]

e. IEEE 754

Establece cómo deben realizarse las operaciones aritméticas básicas, como la suma, resta, multiplicación y división, en números de punto flotante. Además, se detallan las reglas para manejar situaciones especiales, como desbordamientos, operaciones con números infinitos y operaciones con números NaN (Not a Number). [31]

f. ANSI X3.159-1989

Este estándar se propuso para unificar y formalizar el lenguaje C con el objetivo de mejorar la portabilidad de los programas escritos en C entre diferentes sistemas informáticos. Comentarios ANSI: Se introdujeron comentarios del tipo /* ... */, que son más flexibles que los comentarios de una sola línea // utilizados en versiones anteriores de C. [32]

g. ANSI/IEEE Std 830-1998

Define un conjunto de requisitos para la especificación de requisitos de software. Específicamente, se centra en la documentación de los requisitos del sistema y del software en proyectos de desarrollo de software. La norma proporciona pautas detalladas para la redacción de documentos de requisitos que sean claros [33]

h. IPC-2221

Es un estándar publicado por la Association Connecting Electronics Industries (IPC) que se utiliza en la industria de la electrónica para el diseño de circuitos impresos (PCB). Este estándar, titulado "IPC-2221 Generic Standard on Printed Board Design," proporciona pautas y reglas para el diseño de PCBs con el objetivo de mejorar la confiabilidad y la manufacturabilidad de estos dispositivos. abordando aspectos como el tamaño y la forma de las placas, la ubicación de los componentes, el enrutamiento de pistas, las distancias entre pistas, y otros parámetros críticos. [34]

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema telemático para la extracción de api toxina para la Asociación de Producción Apícola Melíferas de Tungurahua.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar los métodos de extracción de api toxina en la asociación Melíferas de Tungurahua.
- Examinar sistema electrónico comercial para extracción de api toxina.
- Diseñar un sistema electrónico para la extracción de api toxina de abejas.
- Emplear placa de desarrollo con características inalámbricas para el procesamiento y control del sistema electrónico.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

La investigación se basó en la construcción de un circuito capaz de simular la señal que usa un extractor de api toxina comercial. De forma que la señal sea inofensiva para las abejas y logre estimularlas a picar sobre el vidrio y depositar su veneno. Para ello se emplearon los materiales descritos en la Tabla 2.

2.1.1 Electrónica de control

Su principal característica sobre otras placas de desarrollo son sus capacidades inalámbricas WiFi. Cuenta con una cantidad suficiente de puertos GPIO que cumplen las necesidades de control para el propósito, soporta comunicación I2C para minimizar la cantidad de pines usados. Bajo consumo de energía indispensable para prolongar el tiempo de uso del dispositivo con menor cantidad de cargas.

2.1.2 Amplificador operacional

Componente fundamental para la construcción de estructura de circuito más complejas el puente de Wien que actúa como oscilador de baja frecuencia y sumador inversor que concatena 2 señales en tensión invirtiendo la fase.

2.1.3 Aislación de circuitos

En el ámbito de la electrónica y la ingeniería de sistemas, la aislación de circuitos es un aspecto crucial para garantizar el correcto funcionamiento y la integridad de las señales en un sistema. La utilización de relés es una estrategia efectiva para lograr esta aislación, ya que permite la creación de circuitos independientes entre sí.

Tabla 2. Materiales

Material	Características	Descripcion de uso
TL 081	Utilizado ampliamente en aplicaciones de amplificación de señales en electrónica analógica.	Es un amplificador operacional cuyo rango de operación se encuentra entre los $\pm 5V$ a $\pm 18V$ ideal para aplicaciones de baja potencia, alta impedancia de entrada, baja distorsión armónica, opera en un rango de temperatura industrial, adecuado para trabajar en entornos con cambios de temperatura.
2N3904 2N3906	Los transistores 2N3904 y 2N3906 son dispositivos bipolares de unión (BJT, por sus siglas en inglés) ampliamente utilizados en aplicaciones electrónicas. Ambos son parte de la familia de transistores NPN y PNP, respectivamente, y se utilizan comúnmente para amplificación de señales, conmutación y otras aplicaciones en electrónica	El 2N3904 es un transistor NPN, lo que significa que tiene una región de material tipo P (agujero) situada entre dos regiones de material tipo N (electrones). Corriente máxima de colector (I_c): 200 mA. Tensión máxima de colector a emisor (V_{ce}): 40 V. El 2N3906 es un transistor PNP, lo que significa que tiene una región de material tipo N (electrones) situada entre dos regiones de material tipo P (agujeros). Ambos usados en circuitos de conmutación de baja potencia.
NODEMCU ESP8266	Integra un módulo Wi-Fi que permite la conectividad a redes inalámbricas, facilitando la comunicación con otros dispositivos y servicios a través de la red. Proporciona pines GPIO para la conexión de sensores, actuadores y otros dispositivos. Admite interfaces de comunicación estándar como I2C, SPI y UART, lo que facilita la conexión con otros dispositivos y sensores.	Es una plataforma de desarrollo de código abierto basada en el módulo ESP8266, que es un chip inalámbrico altamente integrado y diseñado para aplicaciones de Internet de las cosas (IoT). Se utiliza para monitoreo y control remoto de dispositivos y sensores a través de la conexión Wi-Fi. Ideal para proyectos de Internet de las cosas que requieren conectividad inalámbrica y capacidad de procesamiento.
SRD -05V DC-SL-C	Funcionando con una tensión de control de 5V CC, este relé es apto para aplicaciones que involucran la conmutación de cargas de corriente alterna (CA) mediante señales de control de corriente continua (CC). En entornos donde se requiere una conmutación libre de chispas y desgaste mecánico, el SRD-05VDC-SL-C se convierte en una elección valiosa para aplicaciones de control industrial y automatización.	Este módulo es un relé de estado sólido, lo que significa que no tiene partes móviles mecánicas. En lugar de utilizar un interruptor mecánico, se basa en componentes semiconductores para realizar la conmutación. "05VDC" indica que funciona con una tensión de control de 5 voltios de corriente continua (CC). Son comúnmente utilizados en aplicaciones donde se necesita una conmutación rápida y sin desgaste mecánico, como en sistemas de control industrial, automatización, control de iluminación, y otras aplicaciones de electrónica de potencia.
Regulador de voltaje Step up	También conocido como convertidor elevador o booster es un dispositivo electrónico diseñado para aumentar el nivel de voltaje de una fuente de alimentación a un nivel superior.	Se utilizan cuando se dispone de una fuente de alimentación con un voltaje más bajo del necesario para un dispositivo o componente específico.
Regulador de voltaje Step down	También conocido como convertidor reductor, reductor de voltaje o Buck converter es un dispositivo electrónico diseñado para reducir el nivel de voltaje de una fuente de alimentación a un nivel inferior.	Se utilizan cuando se requiere alimentar componentes que funcionan con un voltaje menor que el proporcionado por la fuente de alimentación principal.
Baterías de ion de litio 18650	Son una popular elección en el mundo de la electrónica y la energía portátil debido a su tamaño estándar y a su alta densidad de energía.	Basadas en tecnología de ion de litio, lo que las hace livianas y proporciona una alta densidad de energía. El voltaje nominal de una celda de iones de litio es generalmente de 3.7 voltios. Algunas aplicaciones pueden requerir múltiples celdas en

		serie o en paralelo para alcanzar voltajes o capacidades deseados. Son baterías recargables. Pueden proporcionar corrientes de descarga relativamente altas, lo que las hace adecuadas para dispositivos que requieren una entrega de energía rápida
Módulo expansión de energía	Permite conectar 4 baterías 18650 y entrega salidas de 5v y 3,3v además de contar con regulación de carga y descarga. Cuenta con sistema de encendido y apagado. Y visualizador de estado de carga del dispositivo.	Este tipo de módulo es útil en proyectos de electrónica DIY, sistemas de energía portátil o cualquier aplicación que requiera una fuente de alimentación regulada y gestionada para baterías 18650.

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la investigación

Para la presente investigación se empleó las siguientes modalidades de investigación:

Bibliográfico documental, requiere de documentación e información de investigaciones previas para mejorar la tecnología existente. Además de conocimiento científico.

Aplicada, el objetivo fue desarrollar un dispositivo electrónico aplicando conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante la carrera

Investigación de campo, el prototipo desarrollado se probó y comparó con dispositivos comerciales, de forma que cumpla con su cometido satisfactoriamente.

2.2.2 Población y muestra

La investigación se desarrolló en el apiario de la Asociación de Producción Apícola Melíferas de Tungurahua que cuenta con una población de 200 colmenas, aplicando muestreo aleatorio simple, se calculó la correspondiente muestra significativa para poblaciones finitas usando una confiabilidad de 95% y un margen de error del 5% obteniendo una muestra de 14 colmenas como muestra la Ecuación (1)

$$n = \frac{(N * Z^2 * q * p)}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * q * p} \quad (1)$$

$$n = \frac{(200 * 1.95^2 * 0.01 * 0.99)}{0.05^2 * (200 - 1) + 1.95^2 * 0.01 * 0.99} = 14,06 \approx 14$$

Donde:

n = es el tamaño muestral necesario.

N = Tamaño de la población.

Z = es el valor crítico de la distribución normal estándar correspondiente al nivel de confianza deseado.

P = es la estimación de la proporción de interés en la población.

Q = es el complemento de p, es decir, $q = 1 - p$.

e = es el error máximo permitido, que indica la precisión deseada en la estimación.

Para probar el sistema se replicarán las pruebas realizadas en el estudio “Extraction of apitoxin with an electric collector in Irapuato, Guanajuato, Mexico” [35] en donde se estudia el sistema en 5 colmenas en intervalos quincenales contrastándolo con los resultados obtenidos con un extractor de api toxina comercial resultando en un estudio realizado en 28 colmenas. 14 colmenas con el dispositivo desarrollado y 14 con el equipo comercial.

2.2.3 Recolección de información

El tipo de información que se recogerá provendrá de la investigación de campo, se evaluarán los siguientes parámetros:

Tasa de mortalidad de las abejas y peso del api toxina recolectada.

Para ello se realizará el conteo de las abejas muertas tras la extracción relacionándolo con valores de voltaje y corriente aplicados en la prueba mediante una ficha de

observación, el peso del api toxina será medido usando una balanza de precisión y apuntados en una ficha de observación.

Las pruebas serán realizadas en los apiarios de la Asociación de Producción Apícola Melíferas de Tungurahua. Esta información será usada para validar el uso del prototipo, demostrando que es capaz de generar resultados similares a los obtenidos por equipos comerciales.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Situación actual de la empresa

ASOAPIMET se dedica a la apicultura, especialmente con abejas melíferas, con el propósito de obtener productos derivados de las abejas, como miel, cera, polen, jalea real, propóleo y api toxina, así como para polinizar cultivos agrícolas, el logotipo que representa a la asociación se muestra en la Figura 11. Además algunos de los socios se aprecian en el Anexo D.

ASOAPIMET se establece legalmente como asociación el 14 de octubre de 2022 el a cargo del Lic. Juan Martínez como presidente.

Algunos indicios que marcan el legado de la asociación son:

El 1 de marzo de 2023 madera incautada por el estado mediante gestión de la directiva es usada para construir colmenas y se reparte entre los socios.

El 27 de junio de 2022 El Dr. Edwin Muquinche socio de ASOAPIMET es nombrado presidente del clúster apícola de Tungurahua.

El 25 de octubre de 2023 se firmó el convenio con el Honorable Consejo Provincial de Tungurahua para la construcción de centrífugas elaboradas en acero inoxidable grado alimenticio para extraer miel.

El 21 de marzo de 2022, la asociación fue documentada en un reportaje elaborado por Teleamazonas indicando la importancia de la apicultura.

El 29 de febrero del 2022 se publicó el artículo “Ambato es pionero en la extracción de api toxina” en el diario La Hora hablando sobre el trabajo que se desarrolla en ASOAPIMET.

El 25 de febrero 2022 El Dr. Manuel Caizabanda, Prefecto de Tungurahua, y la Lcda. Saida Haig, Viceprefecta de la provincia y los socios de ASOAPIMET participaron en la chara técnica sobre los beneficios de la apicultura con la extracción de api toxina para el uso terapéutico en enfermedades

El 3 de agosto ASOAPIMET contó con la visita técnica de delegación japonesa para el fortalecimiento de las prácticas apícolas.



Figura 11. Logotipo de ASOAPIMET


3.1.1 Ubicación de la empresa

La asociación se encuentra ubicada en las calles Cochabamba y Rio de Janeiro, pasaje privado detrás del estadio de la parroquia La Península, ciudad de Ambato en la provincia de Tungurahua Ecuador, es el punto de reunión de los socios y punto de procesamiento de la cera de abeja, su ubicación en el mapa se encuentra en la Figura 12, sin embargo, los apiarios se encuentran distribuidos por toda la provincia. Más información sobre la ubicación de la asociación se encuentra detallada en la Tabla 3.



Figura 12. Ubicación de ASOAPIMET

Tabla 3. Ubicación de ASOAPIMET

UBICACIÓN DE ASOAPIMET		
	Provincia	Tungurahua
	Parroquia	La península
	Ciudad	Ambato
	Dirección	Cochabamba y Rio de Janeiro, pasaje privado detrás del estadio de la parroquia La Península

3.1.2 Proceso de extracción

Actualmente la forma en la que se extrae api toxina en la asociación es mediante una sola máquina de extracción de api toxina importada. Esta se coloca en la parte superior de la colmena bajo la contratapa. como muestra la Figura 13. En la Figura 14 se observa un miembro de ASOAPIMET preparando la máquina de extracción de api toxina, la malla con el vidrio se encuentra colocada sobre la colmena.

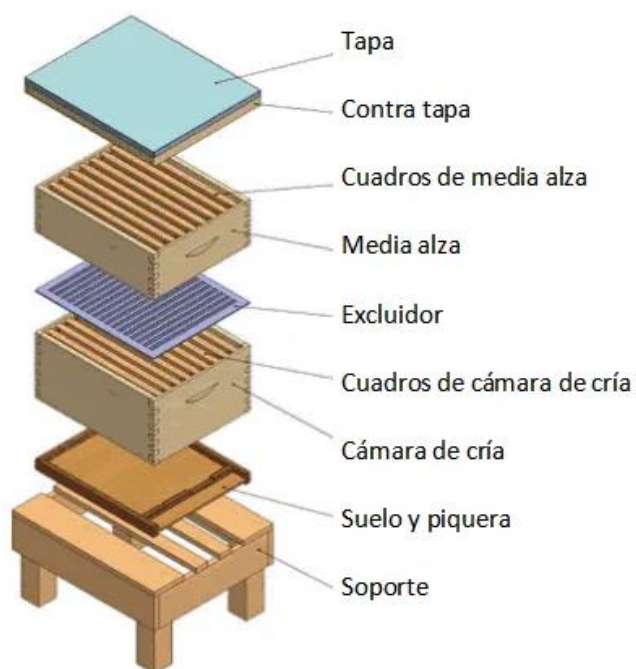


Figura 13. Partes de la colmena Langstroth [36]



Figura 14. Extracción de apitoxina en ASOAPIMET

Esta máquina se trata de un colector eléctrico, el cual se enciende durante 15 minutos en cada colmena, una vez finalizado el tiempo de ejecución, se reemplaza la lámina de vidrio por una limpia, para iniciar el mismo proceso con la siguiente colmena, mientras que la lámina de vidrio retirada se almacena en un maletín especial para transportarlos hasta la sala de extracción. El proceso se ejecuta de forma sucesiva hasta extraer el veneno de todas las colmenas del apiario.

Posteriormente en la sala de extracción se toman las láminas de vidrio con api toxina y se realiza un raspado mecánico con una cuchilla afilada sobre la superficie que se encuentra con api toxina como se observa en la Figura 15 desprendiendo pequeños cristales que al juntarse forman un polvo blanquecino. Se recolecta para posteriormente ser envasadas en recipientes de vidrio color ámbar que proveen de protección frente a los rayos ultravioleta del sol, finalmente se almacena en refrigeración como muestra el flujograma de procesos de la Figura 16. Durante las extracciones se obtuvo un promedio de 54,48 mg de api toxina por colmena.



Figura 15. Raspado del vidrio con apitoxina

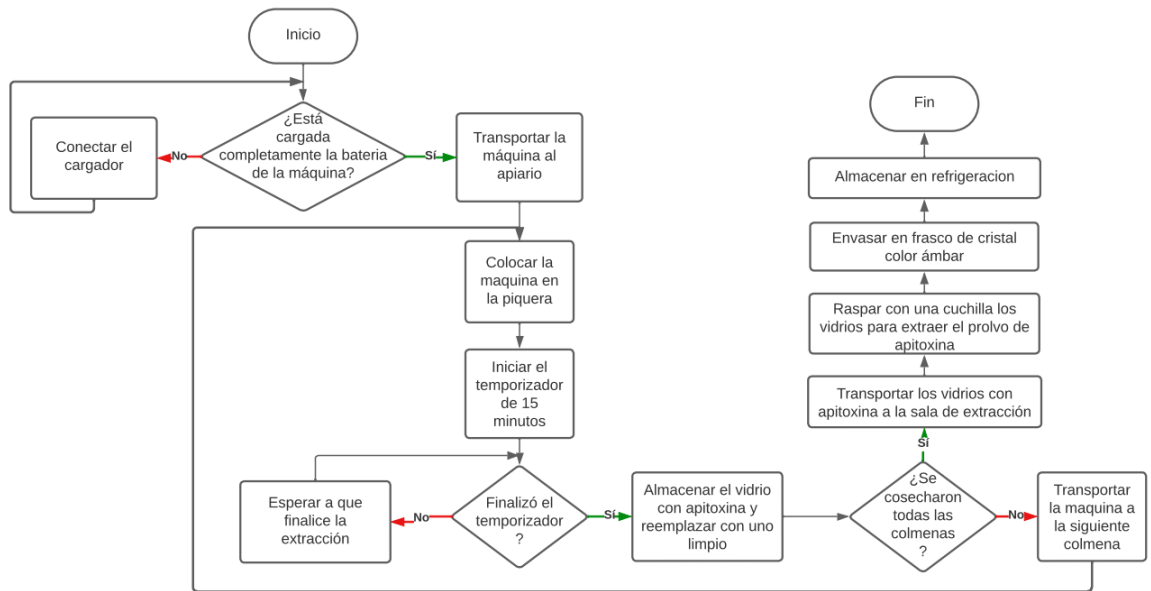


Figura 16. Flujograma método de extracción actual en ASOAPIMET

La principal razón por la cual no todos los socios se encuentran recolectando api toxina es que la asociación solamente cuenta con una máquina para todos los socios, la misma que se presenta en la Figura 17 por lo que se torna algo complicado compartirla y establecer tiempos pues no todos se dedican completamente a esta actividad y cumplen con horarios laborales adicionales, dedicando generalmente solo los fines de semana a la apicultura. Por lo que la rotación no sería la óptima ya que lo recomendable es realizar las extracciones cada 15 días.

Por otro lado, a nivel nacional muy pocas personas tienen acceso a esta tecnología debido a su elevado costo y no existen tiendas locales en las cuales se pueda adquirir, se debe importar usando portales en línea, gran parte de las personas dedicadas a la apicultura son adultos que no realizan compras en línea.



Figura 17. Máquina extractora de ASOAPIMET

Para establecer un punto de partida en la investigación se analizó mediante un osciloscopio la señal de salida del equipo usado en ASOAPIMET para la extracción de veneno de abeja determinando que se trata de una señal alterna que oscila a 120 Hz con una amplitud máxima de 12V y una corriente máxima de 30mA como se aprecia en la Figura 18 el periodo de la señal es de 8 segundos

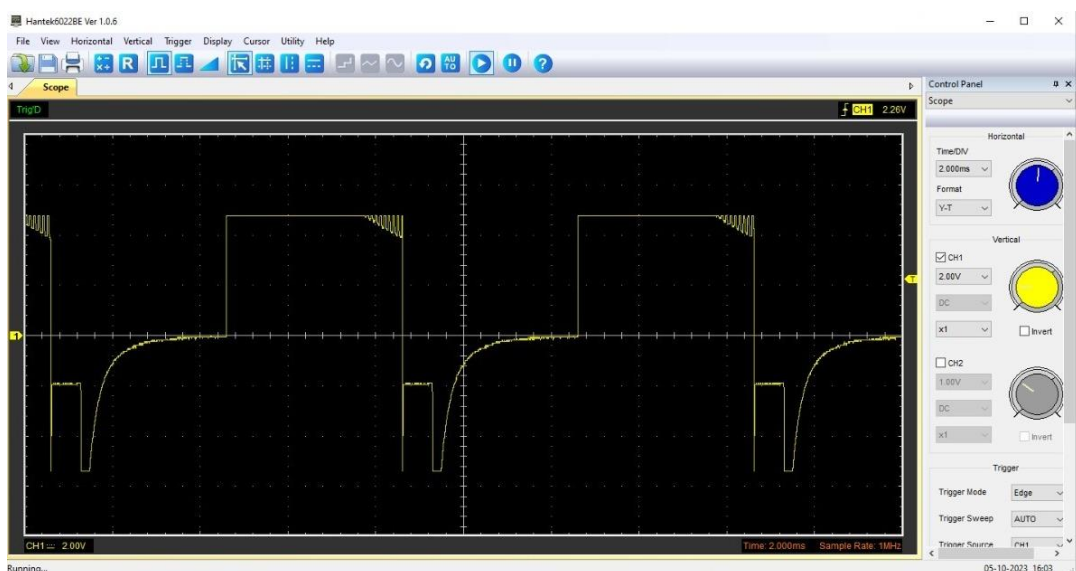


Figura 18. Mediciones del equipo usado en ASOAPIMET

3.2 Desarrollo de la propuesta

3.2.1 Arquitectura del sistema

Para la elaboración del sistema se presenta la siguiente arquitectura compuesta de 3 capas como muestra la Figura 19

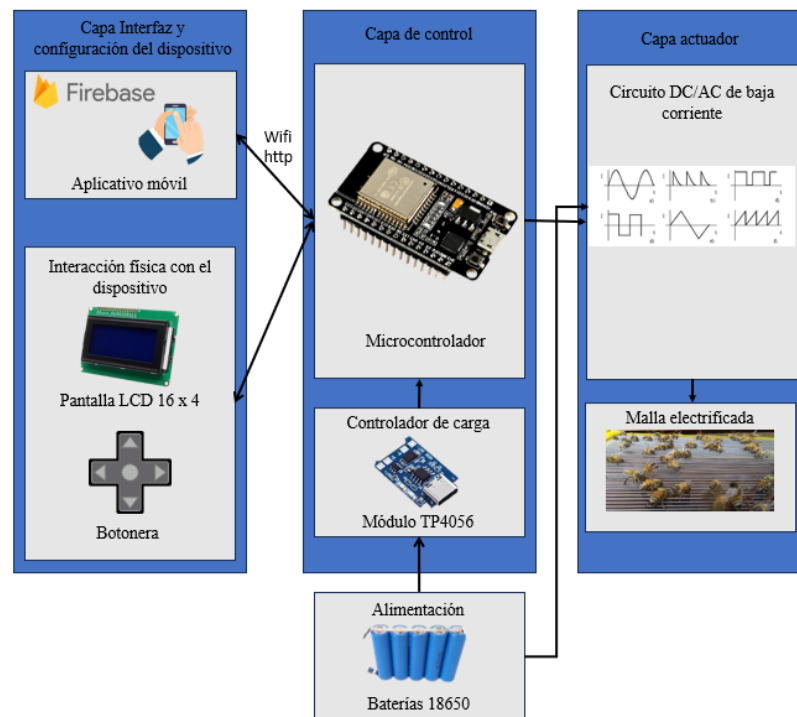


Figura 19. Arquitectura del sistema

a. Capa Interfaz y configuración del dispositivo

En la fase de interfaz y configuración del dispositivo, es en donde el usuario es capaz de interactuar con el dispositivo para configurar parámetros necesarios para la extracción específicamente el tiempo y el voltaje tanto de forma física localmente con la maquina como remotamente con la aplicación móvil para mantener una distancia segura. Tanto la pantalla y botonera como el aplicativo móvil permite navegar a través de menús de configuración y cambiar los parámetros y observar el estado del proceso de extracción.

b. Capa de control

En esta capa se controla la carga y descarga de la batería, usando un circuito controlador TP4056, la programación cargada en el microcontrolador determina el tiempo de ejecución de la extracción además de regular magnitudes eléctricas configurables voltaje y corriente que el usuario elija. Además de permitir el control del dispositivo telemáticamente a través de la conexión inalámbrica y el aplicativo móvil.

c. Capa actuadora

En esta fase las señales de control pasan a un circuito convertidor de corriente directa alimentado desde la batería a corriente alterna de baja corriente con las siguientes características: 12v, 30mA a 120Hz.

3.2.2 Diseño electrónico

a. Limitar la corriente

Una vez comprendida la forma de onda que debe generar el sistema se procedió a replicarla aplicando estructuras de circuitos simples inicialmente. En la Figura 20 se observa un sencillo circuito que genera el voltaje y la corriente deseados. Pulsando los botones. La resistencia de 400 Ω limita la corriente máxima del circuito. Calculada aplicando ley de Ohm conociendo que la fuente de alimentación se trata de 12V y que la corriente máxima es de 30mA, tal como muestra la Ecuación (2)

$$V = IR \rightarrow \frac{12V}{30mA} = 400\Omega \quad (2)$$

b. Descarga de capacitor

Ahora para calcular el tiempo de descarga del capacitor se emplea la ecuación (3) obtenida del tema circuitos RC sin fuente en donde se indica que para valores de 5τ se considera que el capacitor está completamente cargado o descargado obteniendo la ecuación sabiendo que el tiempo de descarga es de 3s el limitador de corriente de 400 Ω [25]

$$t = 5RC \rightarrow C = \frac{t}{5R} = \frac{3s}{5(400\Omega)} = 1,5 \times 10^{-3} F = \mathbf{1500\mu F} \quad (3)$$

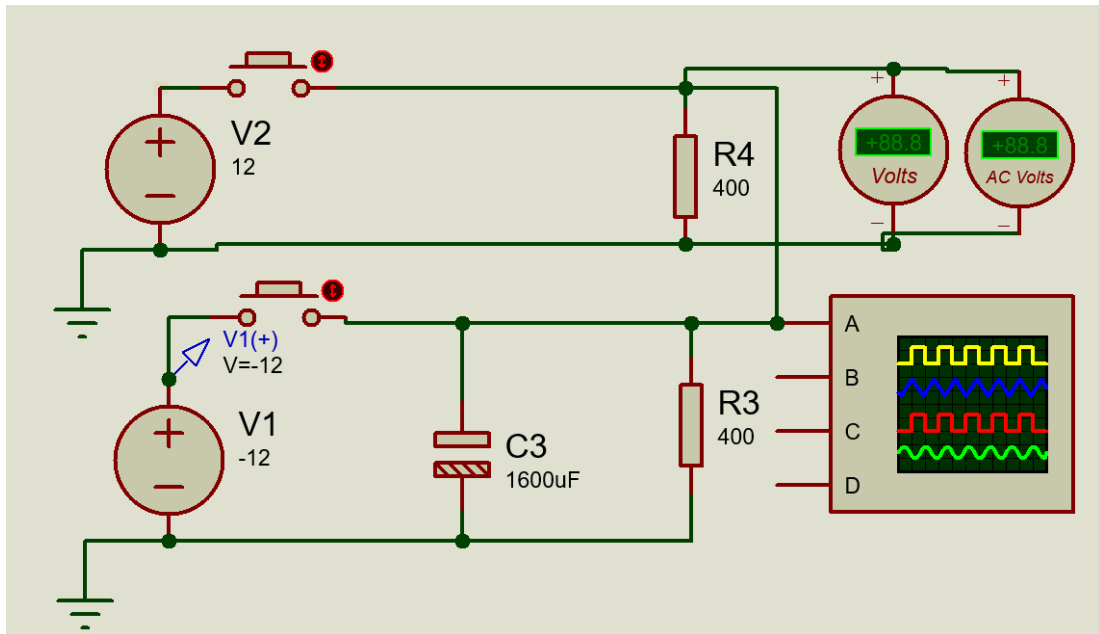


Figura 20. Generador de pulso cuadrado de 12 V y descarga de capacitor

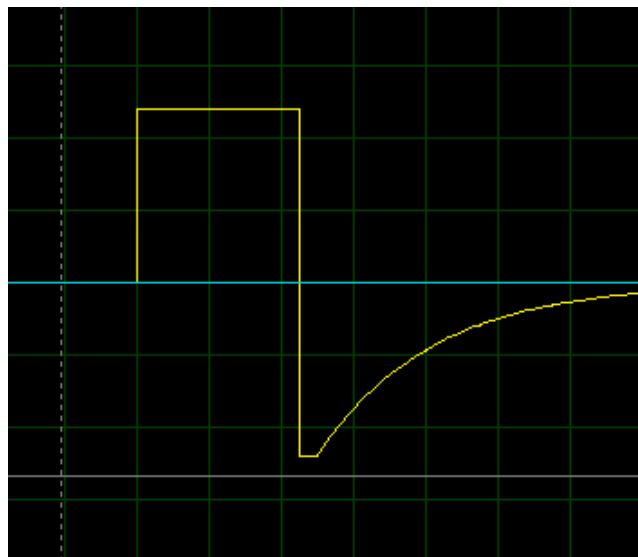


Figura 21. Onda generada

La Figura 21 muestra una forma de onda muy similar a la producida por la máquina, para que se asemeje aún más se añade un oscilador con la frecuencia medida en el osciloscopio de 60Hz para poder crear el offset necesario en la oscilación se emplea

un sumador inversor con amplificador operacional de ganancia 1 en una de sus terminales sumadoras que son las resistencias de 10K en R2 se encuentra un voltaje de -9V y en R5 se encuentra la señal de oscilación de amplitud de 3v a 60 Hz. Como muestra la Figura 22. Cabe mencionar que la señal se construyó a trozos es decir que mediante los pulsadores se abren y se cierran circuitos para que obtener la señal deseada, tal como lo muestra la lectura del osciloscopio en la Figura 23 Posteriormente se aplica la etapa de control que realiza esta función de forma automática.

c. Cálculos de diseño para el oscilador.

La ecuación (4) describe la relación matemática de la resistencia y capacitor para construir el oscilador puente de Wien

$$f = \frac{1}{2\pi RC} \tag{4}$$

Dado que la frecuencia de trabajo del oscilador es conocida la tomamos como dato junto al valor del capacitor por uno de valor comercial y fácil de conseguir. De forma que resulte sencillo hallar el valor de la resistencia.

$$f = 60 \text{ Hz}$$

$$C = 700\mu F$$

$$R = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi(60\text{Hz})(700 \times 10^{-9} F)} = 3789,40\Omega = 3,79K\Omega$$

La condición que deben cumplir las resistencias para que el oscilador funcione se describe en la Ecuación 5.

$$2.2 \leq \frac{R2}{R1} < 2.4 \tag{5}$$

$$\frac{R2}{R1} = 2.35$$

Para hallar el valor de R2 suponemos el valor de R1 según un valor de resistencia comercial fácil de conseguir.

$$R1 = 10K\Omega$$

$$R2 = 2.35R1 = 23,5K\Omega$$

Una vez conocidos todos los valores de los componentes para generar la señal deseada se desarrolló la simulación del circuito como muestra la Figura 22, obtenido como resultado la onda de la Figura 23.

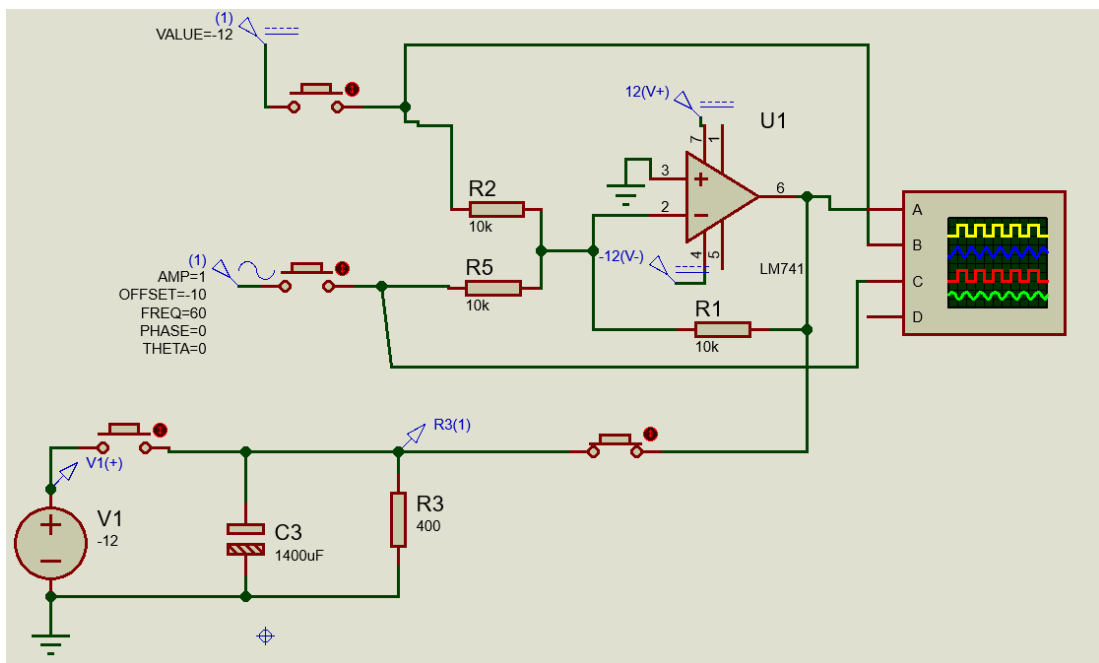


Figura 22. Sumador inversor con señales de entrada ideales.

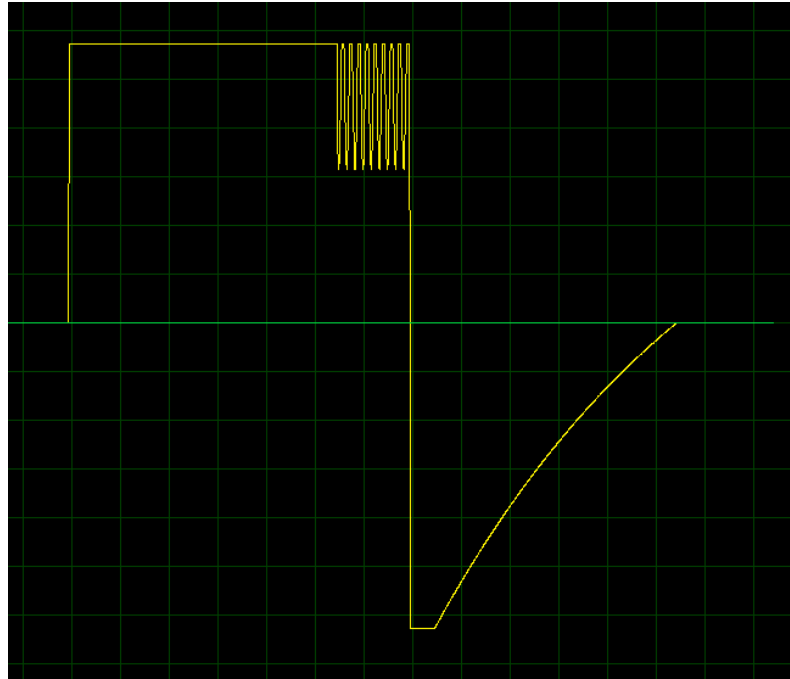


Figura 23. Señal generada

Para poder alimentar el circuito es necesario contar con varios voltajes de entrada, los cuales son 12V, 2V de doble vía para alimentar los amplificadores operacionales, y 5V para alimentar al microcontrolador, módulos relevadores, pantalla y establecer un nivel lógico de voltaje en las botoneras. Las tensiones son controladas por 2 circuitos step up y un step down tomando energía desde el módulo de 4 baterías 18650, para generar 2v de dos vías se elaboró una configuración divisora de voltaje, su esquema se encuentra en la Figura 24.

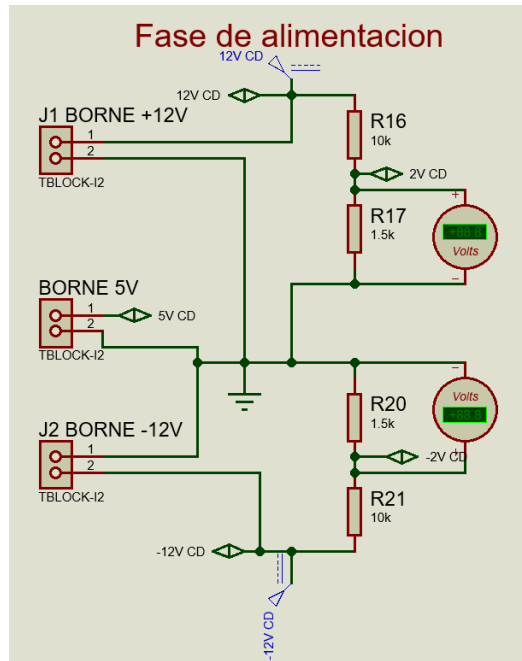


Figura 24. Fase de alimentación con divisor de voltaje.

Para controlar la apertura y cierre de circuitos se emplean transistores pnp y npn para llegar a sus puntos de saturación y corte estos actúan como switches controlados por el microcontrolador, su esquema se encuentra en la Figura 25.

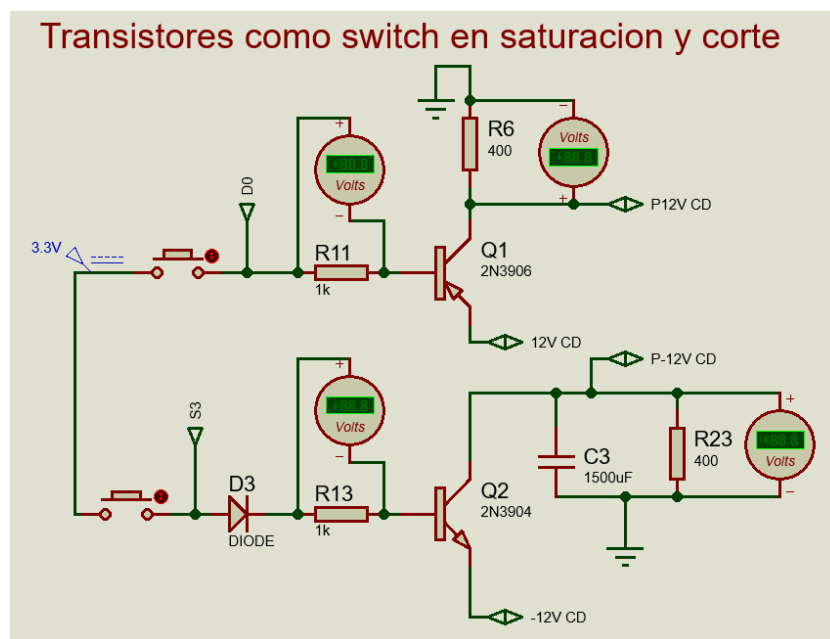


Figura 25. Transistores como switch en saturación y corte

El esquema final del puente Wien se presenta en la Figura 26 el cual requiere de una condición inicial de 1V en la simulación para que inicie su oscilación el cual se encuentra en la esquina superior izquierda como muestra la Figura 26

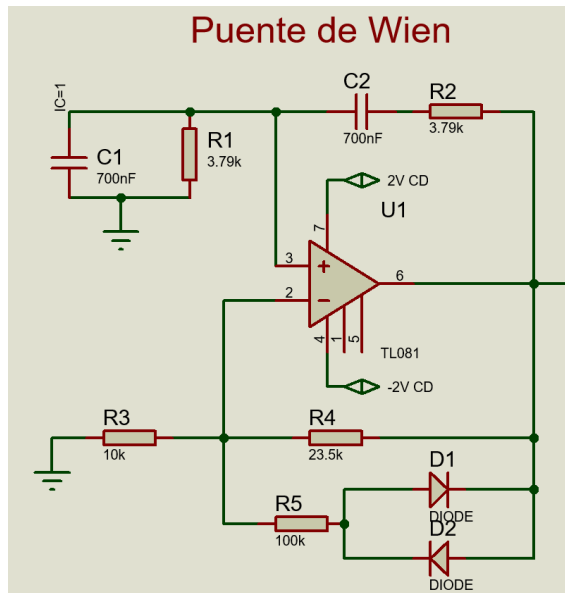


Figura 26. Puente de Wien

La interfaz física con la que el usuario interactuará son 2 botones, que corresponden a las funciones de inicio del temporizador y otro de reinicio del temporizado, su esquema eléctrico se encuentra en la Figura 27.

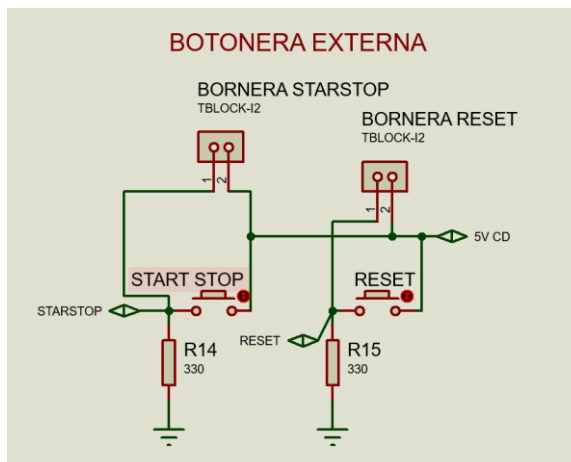


Figura 27. Botonera externa

El sumador inversor concatena las tensiones que genera el puente de Wien con un offset de -9v generando la oscilación al final del pulso positivo, su esquema se presenta en la Figura 28.

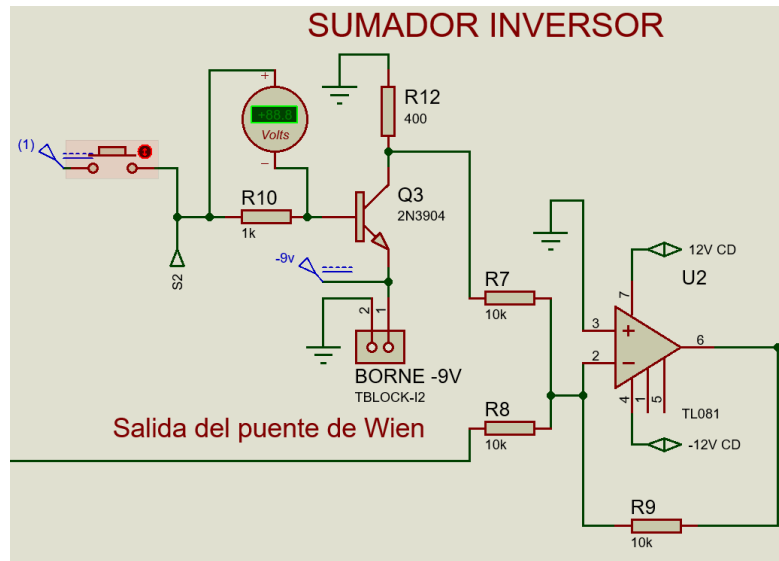


Figura 28. Sumador inversor

Finalmente, las señales generadas se reúnen en un solo punto el cual se encuentra aislado mediante relevadores y su corriente se limita mediante la resistencia de salida. Su esquema se encuentra en la Figura 29.

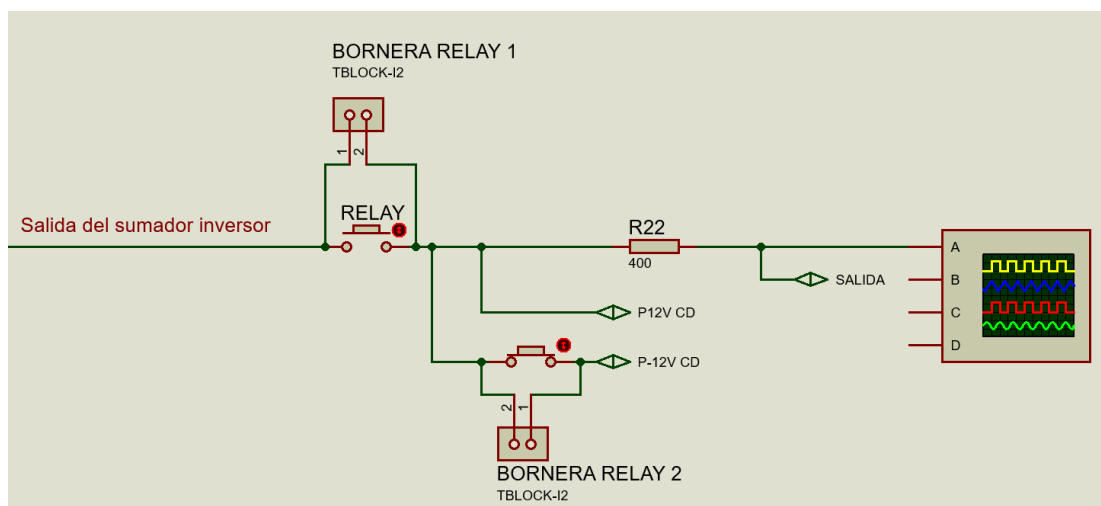


Figura 29. Salida y aislamiento de señales

3.2.3 Implementación del circuito

El desarrollo de la placa de circuito impreso se realizó en Proteus, los pines del microcontrolador se encuentran detallados en el Anexo B, mientras que las borneras situadas en las orillas de la PCB permiten una conexión confiable con los componentes externos o conexiones externas a la PCB.

Iniciando desde la esquina inferior izquierda rotando en el sentido de rotación horario, las borneras nombradas con CH1 a CH5 son las salidas del circuito. Que permiten, conectar las mallas extractoras.

J RELAY 1 Y J RELAY 2 permiten aislar los circuitos entre sí. Dado que la extractora opera con tensiones positivas y negativas. De forma que la tensión positiva no cargue el capacitor que solamente debe cargarse con tensión negativa.

J-9V, J+12V, J-12V, J+5V son puntos de conexión para reguladores de voltaje correspondientes a cada uno de los valores marcados que alimentan. 5v son para alimentación la ESP8266, J+-12V alimentan al amplificador operacional y -9V son para el sumador inversor que genera el offset en el oscilador.

JLCD es el punto de conexión para comunicación I2C para una pantalla de cristal líquido de 16x2. JCR12 controlan a los relés de aislación 1 y 2. JSTARSTOP Y JRESET pertenecen a la conexión para botones que permiten encender apagar y reiniciar el contador de tiempo que ejecuta la extracción. Las conexiones descritas se encuentran en la Figura 30.

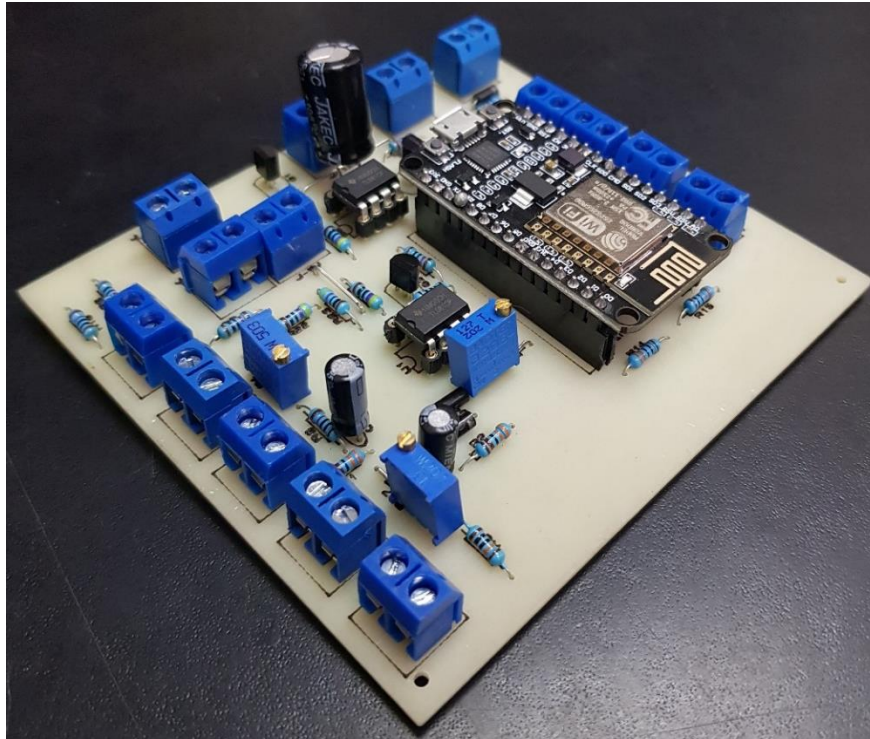


Figura 32. Placa PCB física.

El contenedor, elaborado con precisión mediante el corte láser en planchas de acrílico, está diseñado para su uso en entornos al aire libre, proporcionando una barrera efectiva contra salpicaduras de agua para salvaguardar el circuito alojado en su interior como se observa en la Figura 33 y Figura 34.

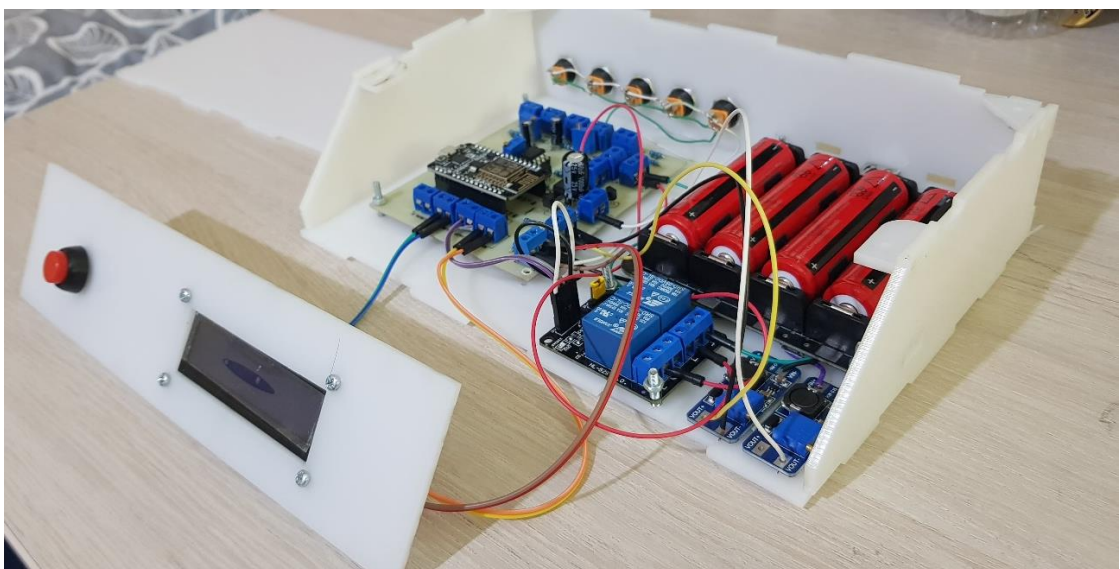


Figura 33. Prototipo ensamblado en contenedor de acrílico



Figura 34. Vista posterior del prototipo

Para el desarrollo del código que se ejecuta de forma local se empleó Tinkercad que es una plataforma de simulación que se ha destacado como una herramienta valiosa, especialmente en el ámbito de la programación de microcontroladores. Uno de los aspectos más destacados de Tinkercad es su capacidad para ejecutar código de manera directa, sin requerir el proceso de compilación previo. Esta característica es extremadamente beneficiosa, ya que ahorra tiempo significativo durante el desarrollo y la prueba de programas.

La ausencia de la necesidad de compilar el código antes de ejecutarlo permite a los usuarios enfocarse rápidamente en la escritura y la corrección del código, agilizando el ciclo de desarrollo. Esto es especialmente valioso para los programadores novatos o aquellos que buscan una solución eficiente para prototipos rápidos, ya que elimina una capa de complejidad técnica asociada con el proceso de compilación.

Además, Tinkercad es compatible con el lenguaje de programación utilizado por Arduino, así como con las tarjetas ESP, lo que lo convierte en una opción versátil y ampliamente accesible para aquellos que trabajan con estos microcontroladores. La integración de estos lenguajes y plataformas en Tinkercad simplifica la transición desde el diseño conceptual hasta la implementación práctica, proporcionando a los usuarios un entorno coherente y fácil de usar.

Otra ventaja significativa de Tinkercad es su enfoque en la simulación. La capacidad de simular circuitos y programas antes de implementarlos en hardware real permite a los usuarios identificar posibles errores y problemas de manera anticipada, lo que ahorra tiempo y recursos. Esto es crucial en el diseño y la depuración de proyectos, ya

que proporciona una visión completa y detallada del comportamiento esperado antes de comprometerse con la implementación física. Las conexiones representan el esquema eléctrico del microcontrolador. En donde los leds son los puntos de conexión a la PCB la cual abre y cierra circuitos para generar la onda que extraer el veneno de las abejas accionado mediante el botón. Y la información de proceso que se está llevando a cabo se muestra en la pantalla. Tal como se muestra en la Figura 35. El respectivo manual de usuario se encuentra en el Anexo E.

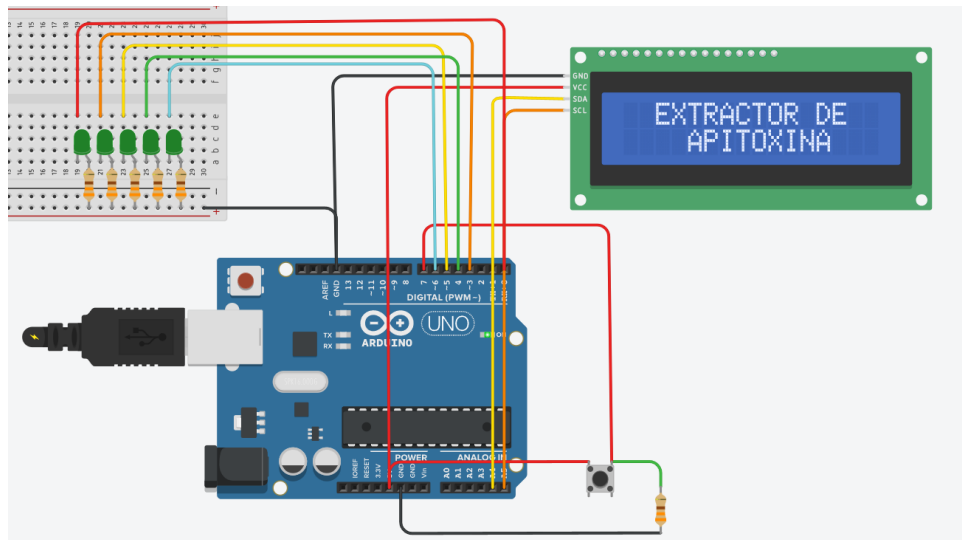


Figura 35. Simulación en tinkercad

3.2.4 Diseño del aplicativo

En el diseño de la aplicación móvil, opté por basarme en el modelo en cascada para el desarrollo de software. Mi enfoque inicial consistió en establecer de manera clara los requisitos que la aplicación móvil debería cumplir, como detallo en la Tabla 4 , antes de sumergirme en la fase de desarrollo. Este método secuencial me permitió tener una comprensión sólida de los criterios y funciones esenciales antes de avanzar en la implementación.

Tabla 4. Necesidades que debe solucionar el app

Requisitos del aplicativo móvil
<ul style="list-style-type: none"> • Registro de usuarios • Control remoto de desactivación del dispositivo • Registro de datos ingresados por los usuarios

- Segmentación de reporte en intervalo de tiempo

3.2.5 Interfaz gráfica del aplicativo móvil.

La pantalla inicial es en dónde los usuarios podrán registrar su usuario para posteriormente ingresar al sistema, como se observa en la Figura 36.

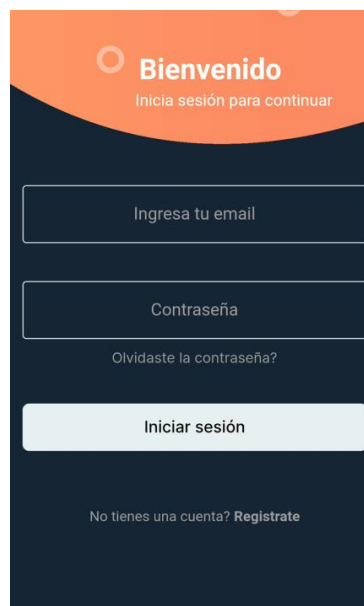


Figura 36. Pantalla de inicio de sesión y registro

En esta pantalla los usuarios ingresan sus datos personales como nombres, correo electrónico, número de teléfono y contraseña. Para crear una cuenta en la aplicación se observa en la Figura 37.



Figura 37. Pantalla de registro

La pantalla de control no solo ofrece la capacidad de observar el estado del dispositivo, sino que va un paso más allá al permitir el control remoto del sistema de extracción. Esta funcionalidad se traduce en la capacidad de encender o apagar el sistema a través de simples botones dentro de la interfaz. La conveniencia de esta característica radica en su capacidad para gestionar el proceso de extracción desde cualquier ubicación, proporcionando flexibilidad y eficiencia operativa.

Para habilitar esta función, es necesario ingresar la dirección IP del dispositivo que se desea controlar. Este requisito de seguridad garantiza un acceso controlado y autorizado, protegiendo la integridad del sistema y brindando una capa adicional de protección contra accesos no autorizados. Una vez ingresada la dirección IP, los usuarios pueden aprovechar la pantalla de control para ejecutar comandos de encendido o apagado de manera remota, optimizando así la gestión de la extracción de api toxina.

Esta capacidad de control remoto no solo simplifica la operación diaria, sino que también tiene implicaciones significativas en términos de eficiencia y tiempo. La pantalla de control se presenta como una herramienta central para los operadores, ofreciendo un acceso rápido y seguro a la gestión activa del sistema de extracción,

allanando el camino para una operación más ágil y adaptativa. Como se muestra en la Figura 38.

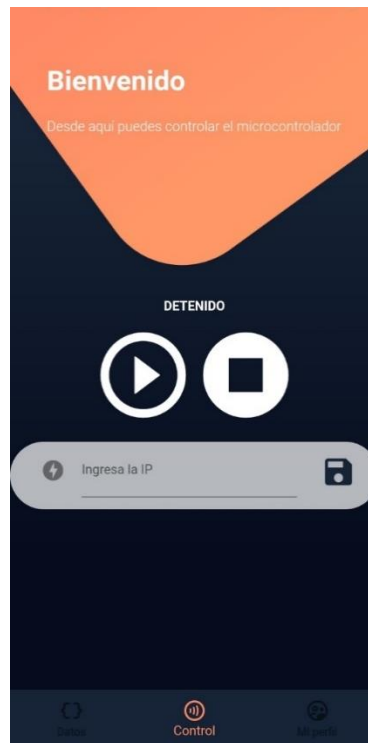


Figura 38. Pantalla de control remoto

La pantalla de registros, en su funcionalidad, va más allá de simplemente permitir la observación segmentada de los datos de extracción por fecha. Dentro de su interfaz intuitiva, proporciona herramientas analíticas adicionales que enriquecen la comprensión de la información recopilada. En particular, se destaca la capacidad de visualizar el promedio de la cantidad extraída y la suma total correspondiente al intervalo de tiempo establecido

Esta funcionalidad es crucial para los usuarios, ya que les brinda una visión más completa y detallada de los patrones y tendencias en el proceso de extracción de api toxina. Al observar el promedio, se facilita la identificación de fluctuaciones o variaciones que podrían tener implicaciones significativas para la producción apícola. Además, la suma total proporciona una perspectiva acumulativa, permitiendo evaluar de manera global la eficacia y el rendimiento general en el periodo seleccionado.

Esta herramienta analítica no solo optimiza la toma de decisiones, sino que también contribuye a una gestión más eficiente de los recursos.



Figura 39. Pantalla de registros

Bajo los botones selectores de fecha, se despliega una sección que enriquece la experiencia del usuario al permitir la visualización detallada de los datos ingresados. Esta área de la interfaz no solo sirve como un registro, sino que ofrece una capacidad adicional de control al otorgar la opción de elegir un rango de tiempo específico para la presentación de datos.

La posibilidad de seleccionar un rango de tiempo es esencial para brindar a los usuarios un control más preciso y personalizado sobre la información que desean revisar. Esto se traduce en una herramienta invaluable para aquellos que buscan analizar datos específicos en intervalos determinados. Al elegir un rango de tiempo, los usuarios pueden enfocarse en períodos específicos, facilitando la identificación de patrones, tendencias o eventos relevantes en el proceso de extracción de api toxina., tal como lo muestra la Figura 40.

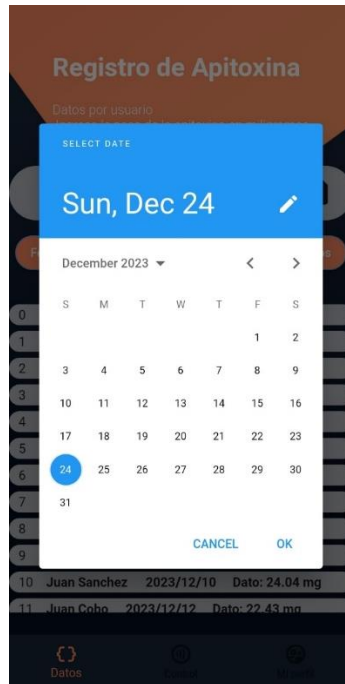


Figura 40. Pantalla de selección de rango de tiempo

3.2.6 Aplicación Móvil

Lenguaje de programación usado: Dart Framework: Flutter

Para programar en Flutter se debe entender el concepto de WIDGET, un widget es todo lo que vemos en pantalla, desde botones, textos, figuras etc. El código de Flutter se ejecuta desde el archivo main.dart, que está dentro de la carpeta lib como se observa en la Figura 41.

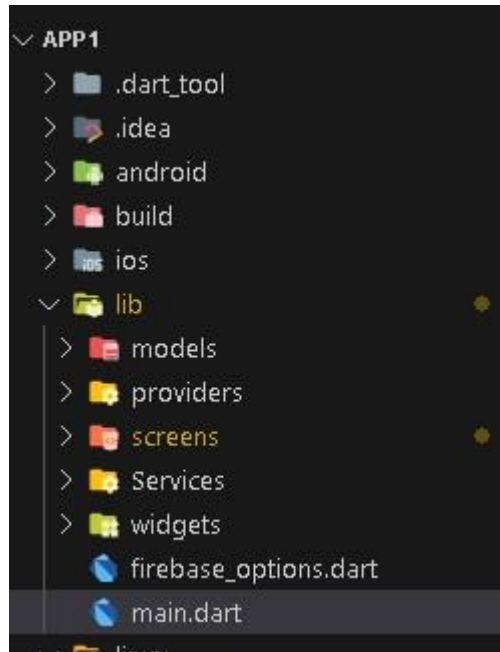


Figura 41. Estructura de carpetas código Flutter

Para facilitar el desarrollo de la aplicación se opta por crear subcarpetas, ordenándolas de la siguiente forma:

Providers: Se programa los gestores de estado para poder redibujar los widgets en pantalla

Models: Aquí se define la estructura de los datos, para esta app se usa datos en formato JSON

Screens: Aquí se tienen las pantallas de la aplicación

Services: Aquí se programan los scripts para el envío y adquisición de datos hacia Firebase

Widgets: Aquí se programan los widgets que se van a reutilizar, como los campos de textos, fondos.

Todas las carpetas antes mencionadas se observan en la Figura 41.

3.2.7 Proceso de creación de la app

a. *Se define el número de pantallas que va a tener*

Pantalla de Login, pantalla de registro, pantalla de mostrar datos, pantalla de control del microcontrolador, pantalla para cerrar sesión.

b. *Programar pantallas, los widgets*

c. *Se define el backend*

Para poder almacenar la información de datos y autenticación, se usa Firebase porque es el más compatible con Flutter. Se usa firebase authentication para el ingreso y registro de usuarios. Se usa firebase Realtime database para guardar los datos adquiridos por la app

d. *Programar servicios,*

Ingreso y registro, otro para petición y envío de datos a mostrarse en la tabla

e. *Programar acciones*

Una vez ya se tiene los servicios se programa la funcionalidad de botones como se ve a continuación en la Figura 42.

```
IconButton(  
  onPressed: () async {  
    if (datoController.text.isEmpty) {  
      return;  
    }  
    dataService.datos.clear();  
    navegacionModel.paginaActual = 0;  
    final String fecha = dateNow  
      .toString()  
      .replaceAll('-', '/')  
      .substring(0, 10);  
    await FirebaseDatabase.instance  
      .ref()  
      .child('data')  
      .push()  
      .set({  
        'dato': int.parse(datoController.text),  
        'fecha': fecha  
      });  
    dataService.loadData();  
  },  
  icon: const Icon(Icons.save, size: 35),  
)
```

Figura 42. Ejemplo de acciones en botones

Todos los procesos que se van a ejecutar al presionar un botón se deben programar dentro de la función `onPressed(){}.` En el ejemplo se tiene este botón de tipo `IconButton,` de la Figura 43. Que al presionarlo realiza el proceso de enviar los datos que se ingresen en el campo de texto `Dato,` para ello primero limpia el arreglo `dataService.datos,` luego adquiere la fecha para enviar el dato junto con la fecha y finalmente se hace el envío mediante una función asíncrona con `FirebaseDatabase.instance.`



Figura 43. Configuración del botón de botón de guardado

3.2.8 Estructura de una aplicación en Flutter

Esta aplicación tiene las páginas `HomeScreen` que contiene las pantallas de `DATOS,` `CONTROL Y MI PERFIL.`

En el contexto de Flutter, el término "Scaffold" se refiere a un widget que proporciona una estructura visual básica para las interfaces de usuario de las aplicaciones. Un Scaffold generalmente consta de varios elementos, como el área de la aplicación, la barra de aplicación (`AppBar`), el cuerpo de la aplicación (`body`), el área inferior (`bottomNavigationBar`), entre otros.

Cuando se menciona que "toda pantalla tiene su Scaffold que contiene los widgets en Flutter", significa que cada pantalla de la aplicación está envuelta en un widget Scaffold. Este Scaffold actúa como el marco principal que organiza y estructura los diversos elementos visuales que componen la interfaz de esa pantalla específica.

Por ejemplo, una pantalla puede tener un `AppBar` en la parte superior para mostrar información de navegación o título, un cuerpo (`body`) que contiene los elementos principales de la pantalla, y posiblemente un área inferior (`bottomNavigationBar`) para

navegación adicional. Todos estos elementos se organizan y estructuran utilizando el Scaffold.

Esta estructura modular permite una gestión clara y efectiva de la interfaz de usuario en Flutter. Los Scaffold proporcionan una forma coherente de organizar y presentar widgets en diferentes partes de la aplicación, lo que facilita el desarrollo y mantenimiento de la interfaz. Tal como muestra la Figura 44.

```

import 'package:app1/Services/data_services.dart';
import 'package:app1/screens/screens.dart';
import 'package:app1/widgets/Background.dart';
import 'package:app1/widgets/widgets.dart';
import 'package:firebase_database/firebase_database.dart';
import 'package:flutter/material.dart';
import 'package:provider/provider.dart';
import 'package:flutter_secure_storage/flutter_secure_storage.dart';
import 'package:http/http.dart' as http;

import '../Services/services.dart';

class HomeScreen extends StatelessWidget {
  const HomeScreen({super.key});

  @override
  Widget build(BuildContext context) {
    return ChangeNotifierProvider(
      create: () => NavegacionModel(),
      child: Scaffold(
        body: Stack(
          children: [const Background(), _HomeBody()],
        ), // Stack
        bottomNavigationBar: const CustomNavigationBar(),
      ), // Scaffold
    ); // ChangeNotifierProvider
  }
}

```

LIBRERIAS A USAR

Estos son widgets que fueron creados aparte en la carpeta de widgets para tener código más limpio

WIDGETS

toda pantalla tiene un Scaffold, este contiene todos los widgets

Figura 44. Estructura de aplicacion de flutter

3.2.9 Procesamiento y análisis de datos

Se ejecutó mediante tabulación de los resultados obtenidos en las fichas de observación durante la recolección de datos comparándolo con un equipo comercial. Evidencia de la extracción se encuentra en el Anexo C. Y los resultados de las mediciones se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Comparativa de extracción

# Colmena	<i>Dispositivo desarrollado</i>		<i>Dispositivo comercial</i>	
	Mg de api toxina	Mortalidad	Mg de api toxina	Mortalidad
1	60,25	2	63,7	0
2	54,19	1	58,12	0
3	56,18	1	53,17	1

4	61,75	0	63,6	1
5	51,08	1	51,27	1
6	59,69	0	61,25	0
7	55,12	2	65,13	1
8	49,89	0	48,32	0
9	40,33	0	42,23	1
10	59,21	0	60,22	0
11	51,21	0	50,69	0
12	61,24	1	60,29	1
13	47,44	1	49,83	1
14	55,18	2	58,25	2
<i>Promedio</i>	54,48	0,79	56,15	0,64
<i>Desviación estándar</i>	6,07	0,80	6,90	0,63

Al evaluar los resultados, se observa claramente que se obtuvieron rendimientos similares a los de la máquina comercial, con una pequeña diferencia global en la extracción del 2,96 %. Esta leve disparidad sugiere que, la primera prueba se realizó con la máquina comercial, y las abejas llevaban más tiempo sin ser estimuladas para liberar su veneno. Es importante señalar que esto indica una eficiencia ligeramente inferior en la máquina diseñada en comparación con la máquina comercial. Tal como se observa en la Figura 45.

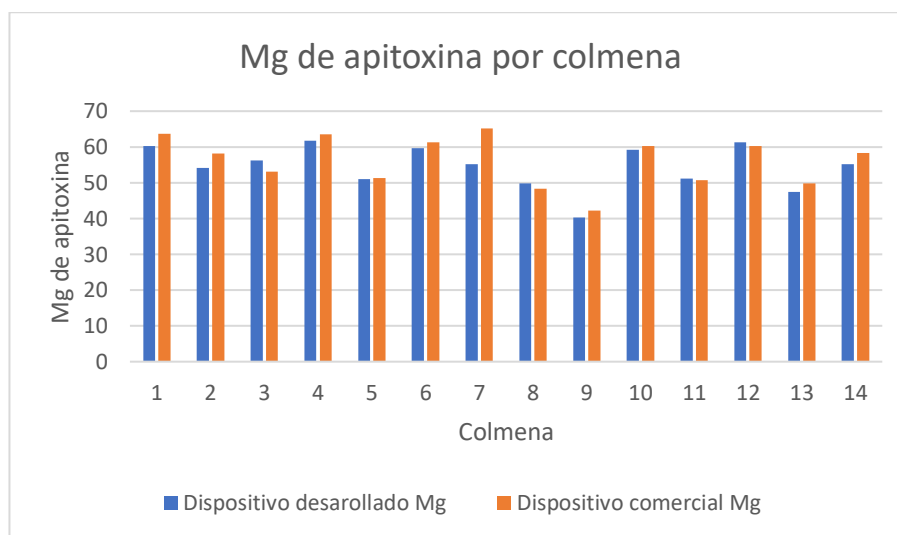


Figura 45. Mg de apitoxina por colmena

Aunque la tasa de mortalidad es prácticamente igual para ambas máquinas, es destacable que dicha mortalidad es mínima y se sitúa dentro de parámetros completamente aceptables para los apicultores. La pérdida de una o dos abejas por

colmena en cada extracción resulta insignificante para la salud general de la colonia. La comparación detallada se encuentra en la Figura 46. Su debida certificación se encuentra en el Anexo A.

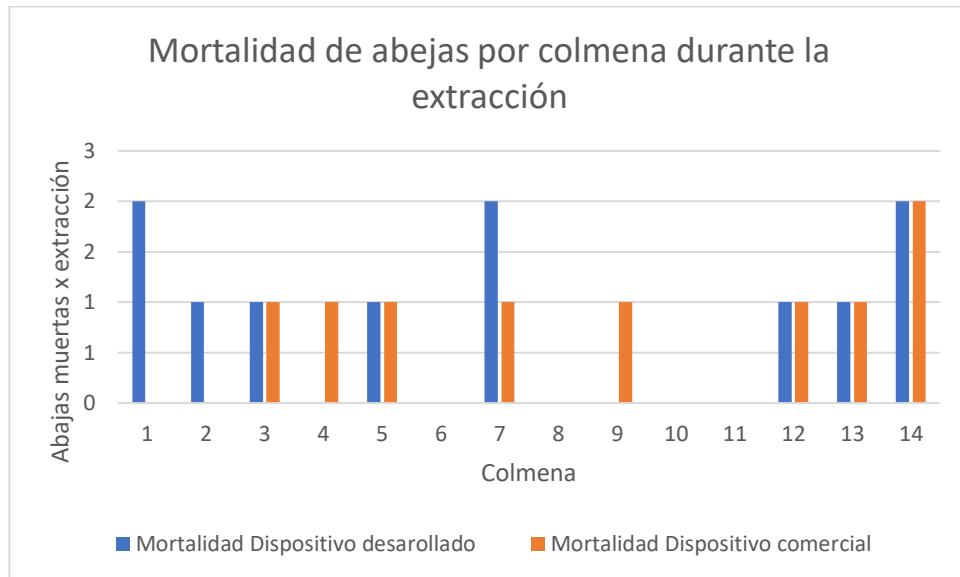


Figura 46. Mortalidad de abejas por colmena durante la extracción

3.2.10 Presupuesto

Para determinar el presupuesto total necesario para la ejecución del proyecto de extractor de apitoxina, se tomó en consideración tanto el presupuesto de diseño como el presupuesto de construcción. El primero se refiere al tiempo invertido en la creación del proyecto, calculado en términos de remuneración por hora. Este cálculo se basa en el salario promedio de un Ingeniero en Telecomunicaciones, establecido en \$858 dólares mensuales según las normativas del Ministerio de Trabajo. Para un horario laboral de 8 horas al día durante 21 días al mes, se realiza el siguiente cálculo:

$$Remuneracion_{diaria} = \frac{Remuneracion\ mensual}{dias\ laborales} \quad (6)$$

$$Remuneracion_{diaria} = \frac{\$858}{21\ días * 8\ horas} = \$5,10 \times hora\ de\ trabajo.$$

Se proyectó un total de 189 horas para abarcar el tiempo dedicado al diseño, desarrollo, corrección de errores y pruebas de funcionamiento del proyccionecto. Este periodo

implica un presupuesto de mano de obra de 963,9 dólares, calculado en base al salario promedio de un Ingeniero en Telecomunicaciones y la tarifa establecida por hora.

$$Presupuesto_{mano\ de\ obra} = Horas_{trabajadas} \times Remuneracion_{x\ hora} \quad (7)$$

$$Presupuesto_{mano\ de\ obra} = 189\ horas \times \$5,10 = \$963,9$$

Para calcular el presupuesto de construcción del prototipo, es esencial tener en cuenta todos los costos asociados a materiales y mano de obra. La proporciona un desglose detallado de todos los materiales empleados, acompañados de sus correspondientes precios. Detallados en la Tabla 6.

Tabla 6. Presupuesto de construcción

Item	Material	Valor unitario	Cantidad	Total
1	Capacitores	0,14	3	0,42
2	Resistencias 1/4W	0,04	23	0,92
3	OPAM TL 081	0,75	2	1,5
4	Transistores	0,22	2	0,44
5	Diodo	0,9	3	2,7
6	Borneras dobles	0,18	15	2,7
7	Microcontrolador NMCU	9,38	1	9,38
8	Modulo Relays	3,12	3	9,36
9	Regulador de voltaje Step up	2,23	2	4,46
10	Regulador de voltaje Step down	1,34	1	1,34
11	Interruptor	0,54	1	0,54
12	Pulsadores	0,536	2	1,072
13	Espadines	0,67	2	1,34
14	Conectores Jack	0,54	10	5,4

15	Conector DC 9mm	0,18	10	1,8
16	Baterías de ion de litio 18650	2,9	4	11,6
17	Modulo expansión de energía	19,2	1	19,2
18	Cable 16 awg	0,45	10	4,5
19	Contenedor de acrílico	20	1	20
20	Fabricación de PCB	10,71	1	10,71
TOTAL				109,382

Se determinó el valor del presupuesto total mediante la utilización de la siguiente ecuación.

$$\text{Presupuesto}_T = \text{presupuesto}_{\text{mano de obra}} + \text{presupuesto}_{\text{construcción}} \quad (8)$$

$$\text{Presupuesto}_{\text{Total}} = \$963,90 + \$109,38 = \$1073,28$$

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

En conclusión, la ejecución del objetivo centrado en analizar los métodos de extracción de api toxina en la Asociación Melíferas de Tungurahua ha proporcionado una visión crítica y detallada de las prácticas existentes en este ámbito. Durante el proceso de investigación, se llevó a cabo un exhaustivo examen de los métodos utilizados por la asociación. La recopilación y análisis de datos permitieron una comprensión más profunda de las técnicas actuales de extracción de api toxina, así como la evaluación de su eficacia y eficiencia. Este conocimiento detallado sirvió como base para tomar decisiones informadas para la implementación y mejoras en el proceso de extracción, con el objetivo de optimizar la producción y calidad del api toxina.

La revisión específica de la máquina actualmente en posesión de la Asociación Melíferas de Tungurahua para la extracción de api toxina proporcionó una comprensión detallada de las capacidades y limitaciones de la tecnología existente. La investigación reveló aspectos clave relacionados con la eficiencia, confiabilidad y adaptabilidad de la máquina actual. Esta información directa sobre la tecnología existente fue esencial para tomar decisiones informadas sobre mejoras y actualizaciones en la tecnología. Como añadir salidas adicionales de forma que las extracciones se realicen simultáneamente en 5 colmenas en lugar de 1. La conclusión de este objetivo sentó las bases para posibles recomendaciones sobre cómo mejorar o ajustar la maquinaria existente para optimizar el proceso de extracción de api toxina.

La ejecución del objetivo de emplear una placa de desarrollo con características inalámbricas para el procesamiento y control del sistema electrónico representa un paso estratégico hacia la modernización y la optimización de la extracción de api toxina. Refleja un enfoque avanzado en términos de tecnología, que también abre nuevas posibilidades para la eficiencia, la flexibilidad en el control del proceso.

La finalización del proyecto orientado al desarrollo de un sistema telemático para la extracción de api toxina para la Asociación de Producción Apícola Melíferas de Tungurahua marca un hito destacado en el impulso de la apicultura a través de la

integración de tecnología avanzada. A lo largo de este proceso, se ha mantenido un compromiso constante con la excelencia técnica y la atención meticulosa a los requisitos específicos de la asociación.

El sistema telemático concebido introduce la función de monitoreo para la materia prima extraída. La implementación de esta tecnología proporcionará a la asociación herramientas valiosas para mejorar la calidad y cantidad de la producción, al mismo tiempo que reduce posibles riesgos asociados con el procedimiento brindando control remoto durante la extracción. La consecución exitosa del proyecto refleja el compromiso del equipo con la entrega de soluciones personalizadas y adaptadas a las particularidades de la apicultura local.

Además, este proyecto no solo se limita a la implementación de una herramienta tecnológica, sino que también tiene por objetivo fortalecer la conexión entre la tecnología y las comunidades agrícolas. Al empoderar a los apicultores con herramientas digitales, se está contribuyendo al desarrollo sostenible de la producción apícola en la región, fomentando la resiliencia y la capacidad de adaptación en un entorno cambiante.

4.2 Recomendaciones

- Se sugiere mejorar la fase de alimentación del prototipo mediante la incorporación de reguladores de voltaje más robustos. Además, se considera beneficioso explorar la posibilidad de separar las fases de alimentación, lo que podría contribuir significativamente a la eficiencia energética del prototipo. Estas mejoras propuestas no solo fortalecerían la estabilidad y confiabilidad del sistema, sino que también optimizarían el consumo de energía, resultando en un rendimiento más eficiente y sostenible del prototipo.
- Se aconseja la selección de un microcontrolador con capacidad para gestionar procesos multi-hilo, permitiendo la interrupción de ejecuciones en desarrollo, especialmente durante fases críticas como el conteo regresivo. La elección de un microcontrolador con esta funcionalidad no solo mejoraría la flexibilidad y

la capacidad de respuesta del sistema, sino que también proporcionaría la posibilidad de gestionar eficientemente tareas concurrentes.

- Se sugiere llevar a cabo un rediseño del oscilador, reemplazando los potenciómetros de precisión con valores de resistencia comerciales. Esta modificación no solo busca mejorar el costo del equipo, sino también eliminar la necesidad de ajuste constante de los potenciómetros. Con el tiempo, los potenciómetros pueden experimentar variaciones en su valor, y al optar por resistencias comerciales, se minimizaría la posibilidad de desviaciones no deseadas. Este enfoque no solo representa un ahorro económico, sino que también contribuirá a la estabilidad a largo plazo del sistema al reducir la susceptibilidad a cambios imprevistos en los valores de los componentes.

Bibliografía

- [1] Embajada de la República en Seúl, Republica de Corea, «Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto,» Julio 2018. [En línea]. Available: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewj6mqD1w4r_AhV9ibAFHd-0ANsQFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fexportaciones.cancilleria.gob.ar%2FEsta%2Fdistica%2Fimagen_producto%2F8918&usg=AOvVaw2ASDK3r5o8NSSMUgT9HUVX. [Último acceso: 22 Mayo 2023].
- [2] Producción apícola Chile y Región de la Araucanía, «Asesoría Técnica Parlamentaria,» Febrero 2019. [En línea]. Available: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/26965/1/Produccion_Apicola.pdf. [Último acceso: 22 Mayo 2023].
- [3] A. H. Jácome Mena, «Banco de ideas,» Secretaría de Educación Superior, Ciencia Tecnología e Investigación, Julio 2014. [En línea]. Available: <http://www.bancodeideas.gob.ec/proyecto/view?data=aWQ9MTE5OTE%3D>. [Último acceso: 22 Mayo 2023].
- [4] J. Cabrera, «La Apicultura en el Ecuador: Antecedentes Históricos.,» 17 Marzo 2018. [En línea]. Available: https://nanopdf.com/download/apiterapia-en-ecuador_pdf#:~:text=La%20apicultura%20en%20el%20Ecuador%2C%20se%20i. [Último acceso: 22 Mayo 2023].
- [5] R. Valderrama Hernández, «Repositorio Institucional,» Universidad de Antioquia, Septiembre 2003. [En línea]. Available: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/18510/1/ValderramaRafael_2033_Toxicolog%c3%adaVenenosdeAbejas.pdf. [Último acceso: 30 Mayo 2023].
- [6] J. S. Sanchez Jimenez, «Colecciones Digitales Sistema Nacional de Biblioteca Rafael García - Herreros,» UNIMINUTO Corporación Universitaria Minuto de Dios , 10 Agosto 2012. [En línea]. Available: https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/2828/1/TTE_SanchezJimenezJuan_2012.pdf. [Último acceso: 30 Mayo 2023].
- [7] W. D. Mina Mero y G. A. Sánchez Orellana, «Repositorio Digital,» Universidad Central del Ecuador, 4 Enero 2013. [En línea]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1830/1/T-UCE-0005-239.pdf>. [Último acceso: 29 Mayo 2023].
- [8] R. E. Granda Ojeda, «Repositorio Digital USFQ,» Universidad San Francisco de Quito, 19 Diciembre 2017. [En línea]. Available: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7106/1/135301.pdf>. [Último acceso: 30 Mayo 2023].

- [9] I. M. Chorro, J. B. Martínez de Irujo, L. M. Sant y S. N. Xarau, Toxicología clínica, Madrid: Difusión Jurídica y Temas de Actualidad S.A., 2011.
- [10] Medlineplus, [En línea]. Available: https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/19327.htm. [Último acceso: 13 Julio 2023].
- [11] Camari, [En línea]. Available: <https://www.camari.org/index.php/tienda/artesantias/salud-y-belleza/productos-de-belleza/crema-apis-moon-melifera-detail>. [Último acceso: 20 Diciembre 2023].
- [12] [En línea]. Available: <https://gloss.com.ec/producto/crema-facial-bee-venom-veneno-de-abeja-50ml-transparent-clinic>. [Último acceso: 20 Diciembre 2023].
- [13] «Amazon,» [En línea]. Available: https://www.amazon.com/Bee-Suero-Facial-Antienvjecimiento-Anti-Arrugas/dp/B09GYRFSJK/ref=sr_1_2_sspa?adgrpid=134987029189&hvaid=673634648786&hvdev=c&hvlocphy=1005380&hvnetw=g&hvqmt=b&hvrnd=10209727158980534103&hvtargid=kwd-304842040965&hydadcr=27987_14. [Último acceso: 20 Diciembre 2023].
- [14] «Camari,» [En línea]. Available: <https://www.camari.org/index.php/tienda/artesantias/salud-y-belleza/productos-de-belleza/crema-pomapidol-melifera-detail>. [Último acceso: 20 Diciembre 2023].
- [15] Amazon, [En línea]. Available: https://www.amazon.com/-/es/Veneno-abeja-c%C3%A1psulas-salud-articulaciones/dp/B07C4MF3R1/ref=sr_1_6?adgrpid=134987029189&hvaid=673634648786&hvdev=c&hvlocphy=1005380&hvnetw=g&hvqmt=b&hvrnd=10209727158980534103&hvtargid=kwd-304842040965&hydadcr=27987_147. [Último acceso: 20 Diciembre 2023].
- [16] A. Monroy, «Eltelégrafo,» [En línea]. Available: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/apicultura-apiterapia-ecuador-dia-mundial-abejas>. [Último acceso: 20 Diciembre 2023].
- [17] guardiansalud, «Cómo funciona la Apiterapia en artritis y artrosis,» [En línea]. Available: <https://guardiansalud.cl/como-funciona-la-apiterapia-en-artritis-y-artrosis/>. [Último acceso: 13 Julio 2023].
- [18] P. Capdebila, «LA TIENDA DEL APICULTOR,» 22 Marzo 2021. [En línea]. Available: <https://www.latiendadelapicultor.com/blog/apitoxina-que-es-y-como-extraer-veneno-de-abeja/>. [Último acceso: 1 Junio 2023].
- [19] apiculturaymiel, [En línea]. Available: <https://apiculturaymiel.com/productos-de-la-colmena/apitoxina-beneficios-y-caracteristicas-del-veneno-de-las-abejas/>. [Último acceso: 13 Julio 2023].

- [20] M. Zapata , L. Topón Visarrea y E. Tipán, Fundamentos de Automatización y Redes Industriales, Quito: Comité Editorial de la Universidad Tecnológica Indoamérica, 2021.
- [21] R. Hernández Gaviño, Introducción a los sistemas de control: Conceptos, aplicaciones y simulación con MATLAB, Mexico: PEARSON EDUCACIÓN, 2010.
- [22] F. Vázquez , «Sensores y Actuadores,» Universitat Oberta de Catalunya, [En línea]. Available:
https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/141046/12/PLA3_Sensores%20y%20actuadores.pdf. [Último acceso: 13 Julio 2023].
- [23] abcindustrial, «Control & Automatización,» [En línea]. Available:
<https://abcindustrial.com.ar/control-automatizacion/>. [Último acceso: 13 Julio 2023].
- [24] FTEL, «Fundamentos de los Sistemas Telemáticos,» 2013. [En línea]. Available:
 chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/5170/1/208062.pdf>. [Último acceso: 1 Junio 2023].
- [25] A. K. Charles y S. N. Matthew, Fundamentos de circuitos eléctricos, México: The McGraw-Hill, 2006.
- [26] A. S. Tanenbaum, Redes de computadoras, Mexico: Pearson educación., 2012.
- [27] mqtt.org, «MQTT: el estándar para mensajería de IoT,» [En línea]. Available:
<https://mqtt.org/>. [Último acceso: 24 12 2023].
- [28] A. Bassi, «<https://www.gotoiot.com/>,» [En línea]. Available:
https://www.gotoiot.com/pages/articles/coap_intro/index.html. [Último acceso: 24 Diciembre 2023].
- [29] Google cloud, [En línea]. Available:
https://cloud.google.com/products/storage/?utm_source=google&utm_medium=cp&utm_campaign=latam-LA-all-%20%7C-dr-BKWS-all-all-trial-e-dr-1605194-LUAC0009284&utm_content=text-ad-none-any-DEV_c-CRE_542674192524-ADGP_Hybrid+%7C+BKWS+-+EXA+%7C+Txt+~+Storage_Ba. [Último acceso: 24 Diciembre 2023].
- [30] IEEE, «IEEE Standards Association,» [En línea]. Available:
https://standards.ieee.org/ieee/802.11-2020_Cor_1/10836/. [Último acceso: 22 Diciembre 2023].
- [31] IEEE, «IEEE Standards Association,» [En línea]. Available:
<https://standards.ieee.org/ieee/60559/10226/754/6210/>. [Último acceso: 21 Diciembre 2023].

- [32] ANSI , [En línea]. Available: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/FIPS/fipspub160.pdf>. [Último acceso: 22 Diciembre 2023].
- [33] IEEE Xplore, [En línea]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/720574>. [Último acceso: 22 Diciembre 2023].
- [34] Aldelta Technologies, [En línea]. Available: <https://www.aldeltatec.com/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/norma-ipc-2221b-para-diseno-de-pcb-actualizacion/>. [Último acceso: 5 Noviembre 2023].
- [35] C. M. Bucio Villalobos y . O. A. Martínez Jaime, «Extraction of apitoxin with an electric collector in Irapuato, Guanajuato, Mexico,» *Scopus*, vol. 30, nº 2, pp. 459 - 467, 2019.
- [36] J. Manzano, «ECOCOLMENA,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.ecocolmena.org/tipos-de-colmenas-rendimientos-y-consumos-de-cera/#h-partes-de-una-colmena>. [Último acceso: 1 Octubre 2023].
- [37] c. d. Wikipedia, «wikipedia,» 18 julio 2022. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Microsoft_Word&oldid=144844177.
- [38] A. Torres, «Repositorio Universidad Señor del Sipán,» 2018. [En línea]. Available: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/4462>. [Último acceso: 10 Julio 2023].
- [39] F. G. Stremmler, *Sistemas de comunicación*, Alfaomega, 1989.
- [40] O. M. Santacruz. [En línea]. Available: <https://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/electronicaaplicadaiii/PlanteleXterior/IntroduFO2.pdf>. [Último acceso: 23 Octubre 2022].
- [41] R. A.-R. D. M. S.-J. R. C.-O. y. A. N. B. Sandra Santiago-Rodríguez1, «Scielo,» 2012. [En línea]. Available: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000800005#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20FAO%20Penman%20Monteith,verde%20de%20altura%20uniforme%2C%20creciendo. [Último acceso: Enero 2023].
- [42] C. R. Sanchez García , «Tecnologico M2,» [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/carlosraulsan2987/home/tecnologias-inalambricas/unidad-1/multiplexacion-fdm-tdm-y-cmd>. [Último acceso: 2022].
- [43] T. Root, «youtube,» 12 Agosto 2021. [En línea]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=6ThxmeNyghY&t=2s&ab_channel=TigermanRoot.
- [44] R. Piguave, «DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN WIRELESS BASADAS EN EL ESTÁNDAR IEEE 802.11 AX APLICANDO POLÍTICAS DE SEGURIDAD WPA3, PARA LA

IMPLEMENTACIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA RED CORPORATIVA EN LA FUNDACIÓN HUANCABILCA.,» pp. 57-58, 2022.

- [45] M. Murazzo, «sedici,» 2013. [En línea]. Available: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27094/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [46] L. Morales, «Análisis, implementación y evaluación del desempeño del estándar IEEE 802.11 ax en escenarios reales y simulados,» pp. 70, 71, 2021.
- [47] FDX100, «github,» 27 Junio 2022. [En línea]. Available: https://github.com/FDX100/Auto_Tor_IP_changer.
- [48] M. F. del Rosario Cruz, «scielo,» 2013. [En línea]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2227-18992013000100010&script=sci_arttext&tlng=en.
- [49] P. Christensson, «teléfono,» 3 agosto 2020. [En línea]. Available: <https://techlib.net/definition/smartphone.html>.
- [50] F. L. Benalcázar , «Repositorio Universidad Central del Ecuador,» 2018. [En línea]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7750>. [Último acceso: 10 Julio 2023].
- [51] N. Abramson, Teoría de la información y la codificación, Madrid: Paraninfo, 1981.
- [52] A. Maillo, «Climatización de piscinas cubiertas,» 2007. [En línea]. Available: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/43740724/2005-11-28_Climatizacion_de_piscinas_cubiertas_-_AGUSTIN_M-libre.pdf?1458041495=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DClimatizacion_de_piscinas_cubiertas.pdf&Expires=1688674110&Signature=QSTPCBbk. [Último acceso: 10 Julio 2023].
- [53] Red Hat, «Red Hat,» [En línea]. Available: https://access.redhat.com/documentation/es-es/red_hat_enterprise_linux/8/html/configuring_and_managing_logical_volumes/proc_creating-a-striped-logical-volume_configure-manage-raid. [Último acceso: 26 Octubre 2022].
- [54] «Mettler Toledo,» [En línea]. Available: https://www.mt.com/int/es/home/applications/Application_Browse_Laboratory_Analytics/Refractive_index/definition_and_measurement.html. [Último acceso: 23 Octubre 2022].
- [55] sc.ehu.es, «La ley de Snell de la refracción,» [En línea]. Available: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/snell/snell.htm>. [Último acceso: 23 Octubre 2022].

- [56] INEC, «INEC,» 2010. [En línea]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=337&force=1>.
- [57] INEC, «INEC,» 2010. [En línea]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/tungurahua.pdf>.
- [58] «Historia de la óptica,» [En línea]. Available: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/32/html/sec_8.html. [Último acceso: 23 Octubre 2022].
- [59] Google trends , «google trends,» 2022. [En línea]. Available: <https://trends.google.es/trends/explore?geo=EC&q=medidor%20de%20velocidad%20de%20internet>.
- [60] Goodwill Community Foundation, Inc, «Goodwill Community Foundation, Inc,» 30 Julio 2021. [En línea]. Available: <https://edu.gcfglobal.org/es/informatica-basica/computadores-portatiles-o-laptops/1/>.
- [61] Concepto definicion, «Concepto definicion,» 08 marzo 2022. [En línea]. Available: <https://concepto definicion.de/internet/>.
- [62] CNT, «CNT,» 2022. [En línea]. Available: <https://cnt.com.ec/productos/planes-internet>.
- [63] CISCO , «CISCO,» 2015. [En línea]. Available: <https://community.cisco.com/t5/switching/switch-redundancy-modes-rpr-rpr-ssso/td-p/2725846>.
- [64] CISCO , «CISCO,» 2009. [En línea]. Available: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/wireless/aironet-1100-series/44721-WPAOverview.html?dtid=ossdc000283>.
- [65] CISCO , «CISCO,» 2007. [En línea]. Available: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/access_point/1300/12-2_15_JA/configuration/guide/o13wep.html.
- [66] Secretaría de Educación Superior, Ciencia Tecnología e Investigación, «Bancodeideas,» [En línea]. Available: <http://www.bancodeideas.gob.ec/proyecto/view?data=aWQ9MTE5OTE%3D>. [Último acceso: 14 Mayo 2023].
- [67] Arsys blog, «Arsys blog,» [En línea]. Available: <https://www.arsys.es/blog/wordpress-contenedordocker>. [Último acceso: 7 Noviembre 2022].
- [68] ARCOTEL, «ARCOTEL,» Abril 2022. [En línea]. Available: https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.arcotel.gob.ec%2Fwp-content%2Fuploads%2F2022%2F05%2F3.1.1-Cuentas-internet-fijos-y-moviles_mar-2022.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK.

- [69] 4G, 2022. [En línea]. Available: <https://web.archive.org/web/20101010111253/http://cpd.conted.ox.ac.uk/electronics/courses/umts.asp>.
- [70] SCRIBD, 2022. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/18094043/LTE-Protocol-Overview>.
- [71] Qualcomm, 2022. [En línea]. Available: <https://www.qualcomm.com/research/5g/4g>.
- [72] Asistente de hogar, 2022. [En línea]. Available: <https://www.home-assistant.io/integrations/doods/>.
- [73] Microsoft, 2022. [En línea]. Available: <https://learn.microsoft.com/es-es/azure/cognitive-services/containers/docker-compose-recipe>.
- [74] Platzi, 2022. [En línea]. Available: https://platzi.com/contributions/guia-del-curso-de-docker/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=18798607679&utm_adgroup=&utm_content=&gclid=Cj0KCCQiA7bucBhCeARIsAIOWr-9L6qpypG2aiuzx_pmE30XACuqIU8j37MWXA7qVXbK3hQOzEEjn38MaAoUOEALw_wcB&gclsrc=aw.ds.
- [75] AXIS, 2022. [En línea]. Available: <http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/axis/El%20Servidor%20de%20Video.pdf>.
- [76] SOS seguridad , 2022. [En línea]. Available: <https://www.seguridadsos.com.ar/nvr/#:~:text=Un%20NVR%20es%20muy%20similar,a%20trav%C3%A9s%20de%20una%20red..>
- [77] NAYLAMP, 2022. [En línea]. Available: [https://naylampmechatronics.com/ardusystem-shields/146-shield-sim900-gsm-gprs.html#:~:text=El%20Shield%20GPRS%20FGSM%20SIM900,de%20las%20cosas%20\(IoT\)..](https://naylampmechatronics.com/ardusystem-shields/146-shield-sim900-gsm-gprs.html#:~:text=El%20Shield%20GPRS%20FGSM%20SIM900,de%20las%20cosas%20(IoT)..)
- [78] Geeknetic, 2022. [En línea]. Available: <https://www.geeknetic.es/Raspberry-Pi/que-es-y-para-que-sirve>.
- [79] 3CX, 2022. [En línea]. Available: <https://www.3cx.es/voip-sip/rtp/>.
- [80] NIVIAN, 2022. [En línea]. Available: <https://www.nivianhome.com/es/que-es-camara-ip-como-funciona/>.
- [81] Gimsel , 2022. [En línea]. Available: <https://www.imsel.com/que-es-cctv-y-cual-es-su-funcion/>.
- [82] CONECELSA, 2022. [En línea]. Available: <https://www.claro.com.ec/personas/servicios/servicios-hogar/internet/>.
- [83] NETLIFE, 2022. [En línea]. Available: <https://www.netlife.ec/planes-hogar/#1>.

- [84] SPEEDY INTERNET , 2022. [En línea]. Available: <https://speedy.com.ec/planes-home/>.
- [85] CISCO, 17 Febrero 2017. [En línea]. Available: https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/2500-series-wireless-controllers/data_sheet_c78-645111.html. [Último acceso: 12 06 2023].
- [86] Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C., 2005. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57311101004.pdf>. [Último acceso: Enero 2023].
- [87] INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGRARIA, Noviembre 2003. [En línea]. Available: https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/895/1/Toledo-Cultivo_brocoli.pdf. [Último acceso: Enero 2023].
- [88] Universidad Tecnológica Nacional , [En línea]. Available: https://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/15315/mod_resource/content/0/F%C3%B3rmulas%20Circuito%20RC.pdf. [Último acceso: 30 Octubre 2023].
- [89] Dreamstime, [En línea]. Available: <https://es.dreamstime.com/frascos-de-vidrio-qu%C3%ADmicos-diferentes-formas-con-l%C3%ADquidos-t%C3%B3xicos-peligrosos-color-verde-azulado-y-rosa-etiqueta-cr%C3%A1neo-rojo-image207625344>. [Último acceso: 13 Julio 2023].
- [90] Made in China , [En línea]. Available: <https://www.gl-fiber.com/opgw-typical-designs-of-central-stainless-steel-loose-tube-2.html>. [Último acceso: 2023].
- [91] China OPGW, [En línea]. Available: <https://www.gl-fiber.com/opgw-typical-designs-of-central-stainless-steel-loose-tube-2.html>. [Último acceso: 2023].
- [92] HyperFisics, [En línea]. Available: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/ems1.html#c1>. [Último acceso: 23 Octubre 2022].
- [93] HP, [En línea]. Available: <https://www.hp.com/cl-es/shop/tech-takes/diez-ventajas-de-tener-conexion-a-internet-por-fibra-optica>. [Último acceso: 23 Octubre 2022].
- [94] Concepto, [En línea]. Available: <https://concepto.de/espectro-electromagnetico/#ixzz7iaUjDnIM>. [Último acceso: 23 Octubre 2022].
- [95] KAPONET, [En línea]. Available: <https://elcapored.jimdofree.com/normas-568a-568b/>. [Último acceso: 2022].

ANEXOS

Anexo A. Certificado de validacion



Ambato, 03/01/2024

Ing. Carlos Sánchez
Presidente
Unidad de Titulación
Carrera de Telecomunicación
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial
Presente

Yo Juan Neptalí Martínez Martínez en mi calidad de presidente de la Asociación de Producción Apícola Melíferas de Tungurahua, me permito poner en su conocimiento que el Trabajo de Titulación con el tema: "SISTEMA TELEMÁTICO PARA EXTRACCIÓN DE APITOXINA EN ABEJAS PARA LA ASOCIACIÓN DE PRODUCCIÓN APÍCOLA MELÍFERAS DE TUNGURAHUA" desarrollado en esta empresa por el señor Kevin Benjamín Cobo Hernández portador de la cédula de ciudadanía 1805295670, estudiante de la Carrera de Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato ha culminado exitosamente cumpliéndose con el 100% de los objetivos y actividades programadas.

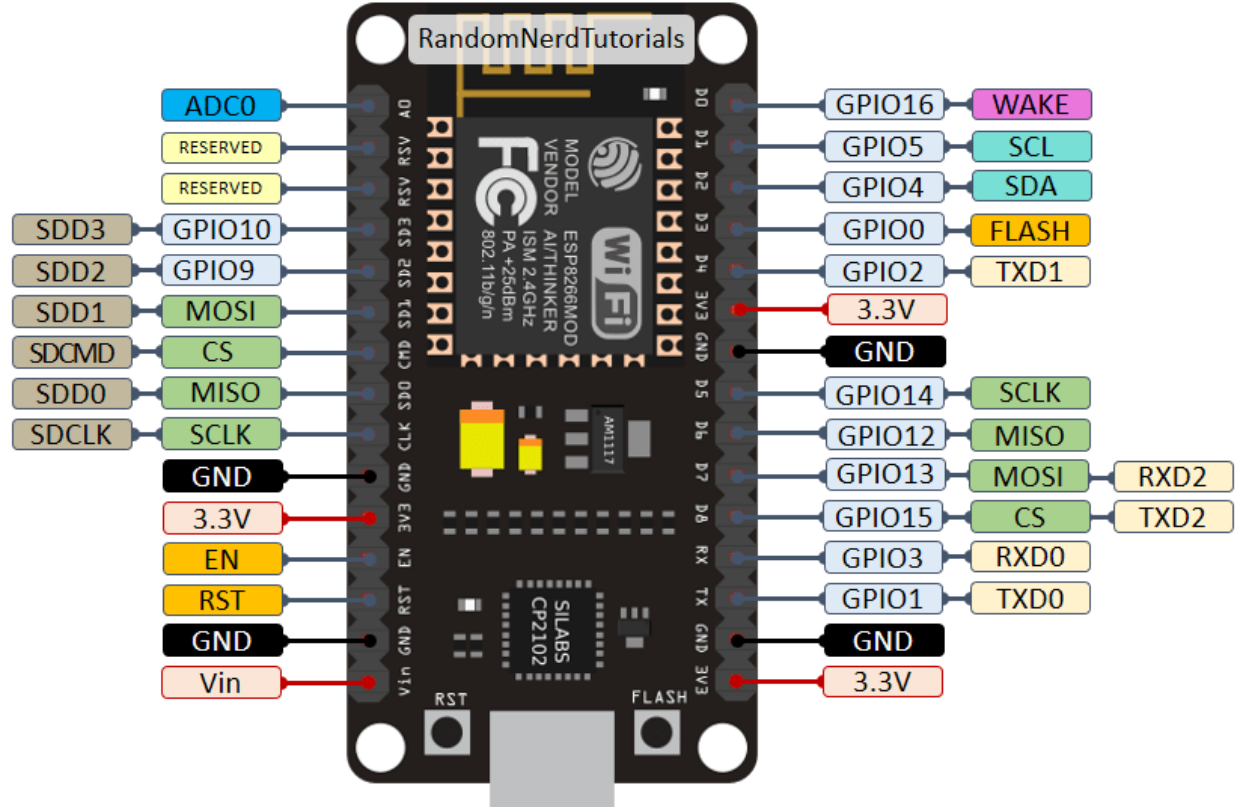
Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Juan Neptalí Martínez Martínez
1801804400
0984591105

Anexo B. Diagrama de pines ESP 8266



Anexo C. Prueba de funcionamiento



Anexo D. Miembros de la asociación apícola melífera de Tungurahua



Manual de usuario

Prototipo de sistema telemático para extracción de api toxina en abejas

1

Para encender el dispositivo se presiona 1 vez el botón de encendido en la cara lateral derecha del dispositivo, para apagarlo se presiona 2 veces el mismo botón



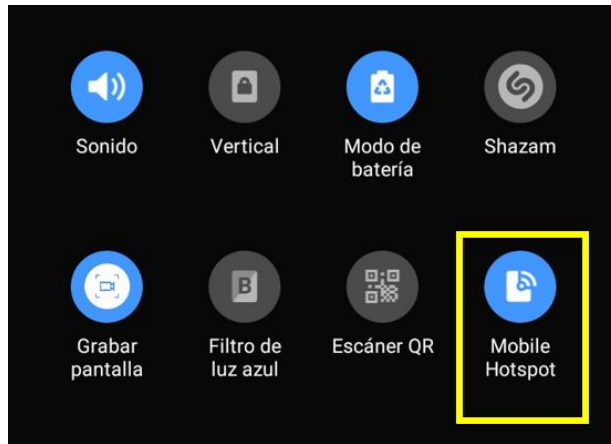
Una vez encendido, se mostrará el siguiente texto de bienvenida en la pantalla.

Mientras el dispositivo se encuentre encendido en la parte inferior se puede controlar el nivel de carga del dispositivo mediante señal lumínica cada led indica un 20% de carga disponible, para darle carga cuenta con 2 puertos 1 micro USB y otro USB tipo C en la cara posterior del dispositivo, puede usarse cualquier eliminador de 5V a 1A.



2

Se debe configurar un punto de acceso con conexión a internet con el móvil con el SSID y contraseña que se haya especificado para el microcontrolador. En dispositivos Android se puede acceder mediante el botón Mobile Hotspot



Mobile Hotspot


Activado

Conectarse mediante contraseña

1. Active la red Wi-Fi en el dispositivo.
2. Seleccione **APITOXINA** en la lista de redes Wi-Fi disponibles.
3. Conéctese con **APITOXINA** al introducir **12345678** como la contraseña.

Conectarse mediante código QR

1. Para abrir el código QR, pulse el botón ubicado en la parte superior de la pantalla.
2. Escanee el código QR en el otro dispositivo.

 **APITOXINA**
Todos los dispositivos pueden conectarse.

Contraseña
12345678

 **APITOXINA**
Todos los dispositivos pueden conectarse.

Contraseña
12345678

Wi-Fi compartido
Activado

Dispositivos conectados

ESP-APITOXINA 

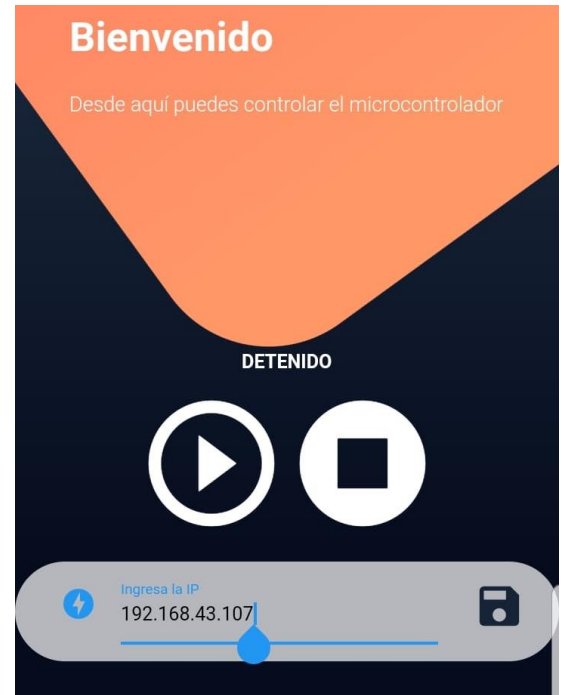
ESP-APITOXINA

Dirección IP
192.168.43.107

Dirección MAC
12:83:9C:87:A0:CE

3

Se accede a la app y para establecer conexión con el dispositivo se ingresa la ip asignada en la app en el campo denominado “Ingresa la IP”, La dirección IP se obtiene desde el propio móvil que genera el punto de acceso.



PRESIONE PARA
INICIAR

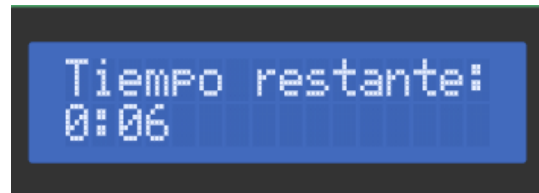
Ahora el dispositivo está listo para ser controlado de forma remota y en su pantalla debe mostrarse el siguiente mensaje:

4

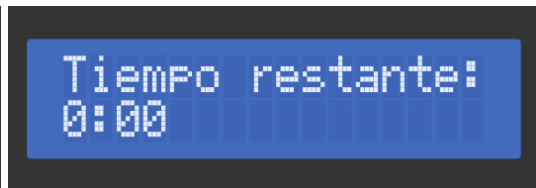
En este punto ya se pueden conectar las mallas y colocarlas frente a las colmenas mediante el conector circular en la parte posterior del dispositivo.



A partir de aquí el dispositivo puede ser controlado mediante el botón físico en el dispositivo o mediante el aplicativo. En ambos casos la función será la misma cuando se presione el botón físico o en la app se mostrarán los siguientes mensajes:



Los cuales indican que el dispositivo ha iniciado la ejecución de la extracción si el botón físico o virtual se presiona durante la extracción se interrumpirá el contador y lo finalizará mostrando los siguientes mensajes



Caso contrario el temporizador llegará a 0:00, mostrará tiempo finalizado y volverá a entrar en modo espera con el mensaje "PRESIONE PARA INICIAR"

Anexo F. Algoritmo de ejecución local

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

int botonPin = 3; // Pin D7, GPIO13, donde está conectado el botón
float tiempo2 = 10; // Tiempo total en segundos
bool contadorActivo = false; // Variable booleana que indica si el
contador está activo o no
float periodo = 0; // Periodo de trabajo del circuito en segundos

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Crear una instancia de
LiquidCrystal_I2C con dirección 0x27, 16 columnas y 2 filas

void setup() {
  lcd.init(); // Inicializar el LCD
  lcd.backlight(); // Encender la retroiluminación del LCD
  lcd.clear(); // Limpiar la pantalla del LCD
  Serial.begin(9600); // Inicializar la comunicación serial
  pinMode(botonPin, INPUT); // Configurar el pin del botón como
entrada
  pinMode(16, OUTPUT); // Configura pin D0 como salida
  pinMode(0, OUTPUT); // Configura pin D3 como salida
  pinMode(14, OUTPUT); // Configura pin D5 como salida
  pinMode(2, OUTPUT); // Configura pin D4 como salida
  pinMode(12, OUTPUT); // Configura pin D6 como salida

  lcd.setCursor(0, 0); lcd.print(" EXTRACTOR DE "); // Mensaje
informativo de inicio
  lcd.setCursor(0, 1); lcd.print(" APITOXINA "); // Mensaje
informativo de inicio
  delay(2500); // Retardo para dar tiempo de lectura al usuario
  lcd.clear(); // Limpiar la pantalla del LCD
}

void loop() {
  lcd.setCursor(0, 0); lcd.print(" PRESIONE PARA "); // Mensaje
informativo en el LCD
  lcd.setCursor(0, 1); lcd.print(" INICIAR "); // Mensaje
informativo en el LCD

  int estadoBoton = digitalRead(botonPin); // Leer el estado del botón

  // Desactivar todos los pines digitales al inicio de cada iteración
del bucle
  digitalWrite(16, LOW);
```



```

digitalWrite(0, LOW);
digitalWrite(14, LOW);
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(12, LOW);
periodo = 0; // Reiniciar el periodo
delay(200); // tiempo de espera para evitar doble pulsacion
if (estadoBoton == HIGH) { // Si el boton se presiona entonces:
    Serial.println("Botón presionado"); // impresion serial

    if (!contadorActivo) { // Si el contador no está activo, se activa
        contadorActivo = true;
        Serial.println("Contador iniciado"); // impresion serial
        lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("    CONTADOR    "); // Mensaje
informativo en el LCD
        lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("    INICIADO    "); // Mensaje
informativo en el LCD
        delay(500); // Retardo para dar tiempo de lectura al usuario
    }
} else {
    if (contadorActivo) { // Si el contador está activo se desactiva
hasta salir del bucle
        contadorActivo = false;
        Serial.println("Pulsa el botón para iniciar");
        lcd.clear(); // Limpiar la pantalla del LCD
    }
}

if (contadorActivo) {
    unsigned long tiempoInicial = millis(); // Guardar el tiempo
inicial
    do {
        delay(500); // intervalos de 0.5 segundos para controlar salidas
digitales a intervalos de 0.5s y temporizador
        estadoBoton = digitalRead(botonPin);
        if (estadoBoton == HIGH) { // Si el boton se presiona entonces:
            Serial.println("Contador cancelado"); // impresion serial
            lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("    CONTADOR    "); // Mensaje
informativo en el LCD
            lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("    CANCELADO    "); // Mensaje
informativo en el LCD
            delay(1000); // Retardo para dar tiempo de lectura al usuario
            tiempo2=0;
        }

        tiempo2 = tiempo2 - 0.5; // contador decrementador en iteraciones
de 0.5 segundos para temporizador
        periodo = periodo + 0.5; // contador incrementador en iteraciones
de 0.5 segundos para control de salidas digitales
    }
}

```

```

// Activar pines digitales según el periodo
if (periodo > 0 && periodo <= 3) { //pulso de +12V
    digitalWrite(16, HIGH);
    digitalWrite(0, LOW);
    digitalWrite(14, LOW);
    digitalWrite(2, LOW);
    digitalWrite(12, LOW);
    Serial.println("D0 ACTIVADO");
} else if (periodo >= 3 && periodo <= 4) { //relay 1 y ofsett en
el oscilador
    digitalWrite(0, HIGH);
    digitalWrite(14, HIGH);
    digitalWrite(16, LOW);
    digitalWrite(2, LOW);
    digitalWrite(12, LOW);
    Serial.println("D3 y D5 ACTIVADO");
} else if (periodo >= 4 && periodo <= 4.5) {
    digitalWrite(2, HIGH);
    digitalWrite(16, LOW);
    digitalWrite(0, LOW);
    digitalWrite(14, LOW);
    digitalWrite(12, LOW);
    Serial.println("D4 ACTIVADO");
} else if (periodo >= 4.5 && periodo <= 8) {
    digitalWrite(12, HIGH);
    digitalWrite(16, LOW);
    digitalWrite(0, LOW);
    digitalWrite(14, LOW);
    digitalWrite(2, LOW);
    Serial.println("D6 ACTIVADO");
}

if (periodo == 8) { // Cuando el periodo llega a 8 segundos se
reinicia el ciclo
    periodo = 0;
}

unsigned long tiempoActual = millis(); // Obtener el tiempo
actual
// Actualizar la pantalla del LCD cada segundo
if (tiempoActual - tiempoInicial >= 1000) { // convesion de
segundos a minutos y calculo de segundos restantes
    int minutos2 = tiempo2 / 60;
    int segundos2 = tiempo2;
    segundos2 %= 60;

    Serial.print("Tiempo restante: ");

```

```

        if (minutos2 < 10) {
            Serial.print("0");
        }
        Serial.print(minutos2);
        Serial.print(":");
        if (segundos2 < 10) {
            Serial.print("0");
        }
        Serial.print(segundos2);
        Serial.println();

        lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("Tiempo restante:");
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print(String(minutos2) + ":" + (segundos2 < 10 ? "0" : "")
+ String(segundos2) + "
                ");

        tiempoInicial = tiempoActual; // Actualizar el tiempo inicial
    }

    } while (tiempo2 > 0); // el ciclo termina cuando el tiempo llega a
0 segundos en el temporizador

    Serial.println("Tiempo finalizado");
    tiempo2 = 10; // Restablecer el tiempo
    delay(1000);

    lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("    TIEMPO    ");
    lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("    FINALIZADO    ");
    delay(1500);

    Serial.println("Pulsa el botón para iniciar");
    lcd.clear(); // Limpiar la pantalla del LCD
}
}

```

Anexo G.Código para el servidor

```
#include <WiFi.h>
#include <WebServer.h>

/* Añade tu SSID & Clave para acceder a tu Wifi */
const char* ssid = "APITOXINA"; // Tu SSID
const char* password = "12345678"; //Tu Clave

WebServer server(80);

/*
  Declaramos el estado inicial de los LEDs del ESP32
*/
uint8_t botonPin = 4;
bool botonEstado = LOW;

void handle_OnConnect() {
  botonEstado = LOW; // 1
  Serial.println("GPIO4 Estado: OFF | GPIO5 Estado: OFF"); // 2
  server.send(404, "text/plain", "CONECTADO");
}

void handle_on() {
  digitalWrite(botonPin, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(botonPin, LOW);
  Serial.println("GPIO4 Estado: ON"); // 2
  server.send(404, "text/plain", "INICIADO");
}

void handle_update() {
  digitalWrite(botonPin, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(botonPin, LOW);
  Serial.println("GPIO4 Estado: DETENIDO");
  server.send(404, "text/plain", "CANCELADO");
}

void handle_off() {
  digitalWrite(botonPin, LOW);
  Serial.println("GPIO4 Estado: OFF");
}
```

```

server.send(404, "text/plain", "CANCELADO");
}

void handle_NotFound() {
  server.send(404, "text/plain", "NO EXISTE");
}

void setup() {
  /*
   * Declaracion de la velocidad de comunicacion entre Arduino IDE y
   ESP32
   * Configura el comportamiento de los pines
   */
  Serial.begin(9600);
  pinMode(botonPin, OUTPUT);
  /*
   * Configuracion de la conexion a la Wifi de tu casa
   */
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.println("");

  // Wait for connection
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.print("Conectado a ");
  Serial.println(ssid);
  Serial.print("Direccion IP: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  server.on("/", handle_OnConnect); // 1
  server.on("/on", handle_on); // 2
  server.on("/update", handle_update); // 2
  server.on("/off", handle_off); // 2
  server.onNotFound(handle_NotFound); // 3
  /*
   * Arrancamos el Servicio WEB
   */
  server.begin();
  Serial.println("Servidor HTTP iniciado");
}

```

```
void loop() {  
  server.handleClient();  
}
```