



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

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

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
COMUNICACIONES**

Tema:

**DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA EL DESPLAZAMIENTO Y
CUIDADO DE PERROS DOMÉSTICOS CON DÉFICIT VISUAL**

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado
previo a la obtención de título de Ingeniera en Electrónica y Comunicaciones

ÁREA: Electrónica

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Sistemas Electrónicos

AUTOR: Leslie Dayanna Yambay Miño

TUTOR: Ing. Paulina Ayala Baño Mg.

Ambato – Ecuador

enero - 2023

APROBACION DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: **DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA EL DESPLAZAMIENTO Y CUIDADO DE PERROS DOMÉSTICOS CON DÉFI CIT VISUAL**, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por la señorita Leslie Dayanna Yambay Miño, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que la estudiante ha sido tutorada durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo .

Ambato, enero 2023

Ing. Paulina Elizabeth Ayala Baño Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA EL DESPLAZAMIENTO Y CUIDADO DE PERROS DOMÉSTICOS CON DÉFICIT VISUAL, es absolutamente original, auténtico y personal. En la virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, enero 2023



Yambay Miño Leslie Dayanna

C.C. 065005061-0

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, enero 2023



Yambay Miño Leslie Dayanna

C.C. 065005061-0

AUTOR

APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por la señorita Leslie Dayanna Yambay Miño, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistema, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado **DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA EL DESPLAZAMIENTO Y CUIDADO DE PERROS DOMÉSTICOS CON DÉFICIT VISUAL**, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato, enero 2023

Ing. Pilar Urrutia Mg.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. Julio Cuji

PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Pamela Castro

PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente Trabajo de Titulación está dedicado a mis padres William y Elizabeth por el apoyo brindado durante toda mi vida estudiantil, y por la sabiduría que me han compartido para llegar a cumplir mis metas.

A mis hermanos Joseline y Santiago que han sido ejemplo de dedicación y constancia durante mi vida.

A Sebastián por siempre ser un ejemplo de perseverancia y esfuerzo, quien ha sido mi compañero incondicional durante esta etapa de mi vida.

A mi abuelita Marianita que siempre ha cuidado de mí, y a mis abuelitos Guido, Vicente y Aida que desde el cielo me cuidan.

Leslie Dayanna Yambay Miño

AGRADECIMIENTO

Agradezco a cada uno de los docentes y personal administrativo por el apoyo y sabiduría que me han brindado para lograr cumplir mis objetivos y alcanzar mis metas.

A la Universidad Técnica de Ambato y en especial a la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial por acogerme en sus aulas durante mi formación profesional.

A mis padres y hermanos por siempre estar apoyándome y alentándome para llegar a ser profesional.

A Sebastián que incansablemente estuvo ayudándome y compartiéndome sus conocimientos para lograr cumplir mis objetivos.

A la Ingeniera Paulina Ayala que con su conocimiento y ayuda durante el desarrollo del trabajo de titulación supo guiarme para culminar mi formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

APROBACION DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN EJECUTIVO	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN	19
CAPÍTULO I.....	20
MARCO TEÓRICO.....	20
1.1. Tema de Investigación.....	20
1.2. Antecedentes Investigativos	20
1.2.1. Contextualización del Problema	22
1.2.2. Fundamentación Teórica.....	23
1.2.2.1. Perros domésticos con déficit visual	23
1.3. Objetivos.....	39

CAPÍTULO II	41
2. METODOLOGÍA	41
2.1. Materiales	41
2.2. Métodos	41
2.2.1. Modalidad de Investigación	41
2.2.2. Recolección de información.....	42
2.2.3. Procesamiento y Análisis de Datos	42
2.2.4. Desarrollo del proyecto	42
CAPÍTULO III.....	44
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
3.1. Desarrollo de la propuesta	44
3.1.1. Selección de los parámetros de medición	46
3.1.2. Diagrama de bloques del dispositivo electrónico para el desplazamiento y cuidado de perros domésticos con déficit visual.....	48
3.1.3. Arquitectura del dispositivo electrónico	49
3.1.4. Selección de Hardware y Software	50
3.1.5. Selección de Sensores y Actuadores	52
3.1.6. Diagrama de bloques del dispositivo electrónico.....	57
3.1.7. Diseño del sistema de detección de obstáculos.....	58
3.1.8. Diseño del sistema de rastreo.....	61
3.1.9. Diseño del sistema de monitoreo de signos vitales.....	67
3.1.10. Diseño de la aplicación móvil y web.....	72
3.1.11. Pruebas de funcionamiento del sistema electrónico.....	76
3.2. Presupuesto.....	79
3.3. Análisis y Discusión de Resultados.....	80
3.3.1. Análisis de la duración de la batería	80

3.3.2.	Análisis de potencia	81
3.3.3.	Análisis de la distancia de detección de obstáculos	82
3.3.4.	Análisis del tiempo de respuesta del sistema de rastreo	83
3.3.5.	Análisis de precisión del sistema de monitoreo de signos vitales.....	85
3.3.6.	Análisis Ergonómico.....	93
CAPÍTULO IV.....		95
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	95
4.1.	Conclusiones.....	95
4.2.	Recomendaciones	96
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
6.	ANEXOS.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cataratas en perros ciegos [12].....	24
Figura 2. Glaucoma en caninos [13]	24
Figura 3. Atrofia progresiva de la retina [14]	25
Figura 4. Degeneración súbita de retina en perros [15]	26
Figura 5. Neuritis óptica en perros [16]	26
Figura 6. Arnés para perros ciegos [18].....	28
Figura 7. Sensor de proximidad inductivo [20]	29
Figura 8. Sensor de proximidad capacitivo [21]	29
Figura 9. Sensor de proximidad infrarrojo [23]	30
Figura 10. Sensor de proximidad ultrasónico [24].....	30
Figura 11. Buzzer activo [29]	32
Figura 12. Buzzer pasivo [29].....	32
Figura 13. Plataforma Thinger IO [32]	¡Error! Marcador no definido.
Figura 14. Plataforma Blynk IOT [33].....	35
Figura 15. Comunicación I2C [34]	39
Figura 16. Comunicación Serial [35].....	39
Figura 17. Dispositivo electrónico para el desplazamiento y cuidado de perros con déficit visual.....	48
Figura 18. Diagrama de bloques del dispositivo electrónico para el desplazamiento y cuidado de perros domésticos con déficit visual.....	48
Figura 19. Arquitectura del dispositivo electrónico.....	49

Figura 20. Diagrama de bloques del dispositivo.....	57
Figura 21. Diagrama de bloques del sistema de detección de obstáculos.....	58
Figura 22. Diagrama del sistema de detección de obstáculos.....	59
Figura 23. Diagrama de clase del sistema de detección de obstáculos.....	60
Figura 24. Diagrama de bloques del sistema de rastreo.....	61
Figura 25. Diagrama del sistema de rastreo.....	62
Figura 26. Diagrama de clase del sistema de rastreo.....	67
Figura 27. Diagrama de bloques del sistema de monitoreo de signos vitales.....	67
Figura 28. Diagrama del sistema de signos vitales.....	68
Figura 29. Diagrama de clase del sistema de monitoreo de signos vitales.....	72
Figura 30. Credenciales de Blynk.....	72
Figura 31. Creación de pines virtuales.....	73
Figura 32. Creación de alertas.....	73
Figura 33. Diseño de plataforma web.....	74
Figura 34. Notificaciones de alertas.....	74
Figura 35. Diseño de aplicación móvil.....	75
Figura 36. Envío de alertas.....	75
Figura 37. Reporte de los datos del sensor.....	76
Figura 38. Prueba de funcionamiento en protoboard.....	76
Figura 39. Arnés para perros ciegos.....	77
Figura 40. Dispositivo electrónico para perros con déficit visual.....	77

Figura 41. Prueba de funcionamiento del dispositivo electrónico	78
Figura 42. Prueba de funcionamiento del sistema de rastreo.....	78
Figura 43. Gráfica estadística de las pruebas exitosas y fallidas	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Signos vitales de los perros	27
Tabla 2. Causas del déficit visual en perros	44
Tabla 3. Efectos del déficit visual en perros	45
Tabla 4. Razas de perros con mayor tendencia a tener déficit visual.....	45
Tabla 5. Edades en las que se presenta la ceguera en perros	46
Tabla 6. Principales signos vitales medidos en animales.....	46
Tabla 7. Parámetros de medición del dispositivo.....	47
Tabla 8. Tabla comparativa de microcontroladores	50
Tabla 9. Características de softwares	51
Tabla 10. Tabla comparativa de sensores de proximidad	52
Tabla 11. Tabla comparativa de los sensores de frecuencia cardiaca	53
Tabla 12. Características de los sensores GPS	54
Tabla 13. Características de los módulos GSM	55
Tabla 14. Tabla comparativa de buzzer	56
Tabla 15. Programación del microcontrolador para el sistema de detección de obstáculos.....	59
Tabla 16. Programación del microcontrolador para el sistema de rastreo	62
Tabla 17. Descripción de la programación de GPS y GSM.....	63
Tabla 18. Comandos AT para el módulo SIM800L.....	63
Tabla 19. descripción de la programación para la recepción de mensaje	64

Tabla 20. Descripción de la programación para el envío del mensaje de ubicación.	65
Tabla 21. Descripción de la programación del GPS	66
Tabla 22. Descripción de las librerías usadas para el sistema de monitoreo de signos vitales	69
Tabla 23. Descripción de la programación de la plataforma móvil y web.....	69
Tabla 24. Descripción de la programación del sistema de monitoreo de signos vitales	70
Tabla 25. Presupuesto del dispositivo electrónico	79
Tabla 26. Consumo de corriente del sistema.....	80
Tabla 27. Consumo de potencia del dispositivo electrónico.....	81
Tabla 28. Análisis de la distancia de detección de obstáculos	83
Tabla 29. Pruebas de funcionamiento del tiempo de respuesta del sistema de rastreo	84
Tabla 30. Pruebas de la medición de signos vitales	86
Tabla 31. Prueba de precisión de la medición de temperatura.....	87
Tabla 32. Pruebas de la medición de signos vitales	88
Tabla 33. Prueba de precisión de la medición de temperatura.....	89
Tabla 34. Pruebas de la medición de signos vitales	90
Tabla 35. Prueba de precisión de la medición de temperatura.....	91
Tabla 36. Análisis de la medición de latidos por minuto de pacientes	92
Tabla 37. Análisis de la medición de temperatura de los pacientes.....	92
Tabla 38. Análisis del peso del dispositivo electrónico para perros con déficit visual	93

Tabla 39. Análisis ergonómico del dispositivo	94
--	----

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo de titulación se realiza el desarrollo de un sistema electrónico para el desplazamiento y cuidado de perros domésticos con déficit visual, con la finalidad de permitir que los perros que tienen la afectación total o parcial de la vista posean una mejor calidad de vida y se eviten lesiones secundarias debido a su discapacidad.

Para esto se analizaron los parámetros necesarios para la construcción del dispositivo electrónico, definiendo el uso de un sensor de proximidad y una bocina que ayuden al desplazamiento de la mascota. Además, se determinó el uso de un sensor de frecuencia cardíaca y temperatura para mantener un monitoreo constante de los signos vitales; y el uso de un módulo GPS y GSM para el rastreo del canino en caso de extravío, siendo dichos parámetros parte del cuidado de la mascota. Para el manejo de los sensores y actuadores se usó la placa ESP8266 con conexión a internet permitiendo subir todos los datos a la plataforma IOT Blynk para el monitoreo de los signos vitales y notificación de estos cuando se encuentran fuera del rango normal de un perro.

Palabras clave: Sistema electrónico, perros con déficit visual, Blynk IOT, monitoreo de signos vitales, rastreo.

ABSTRACT

In the present degree work, the development of an electronic system for the movement and care of domestic dogs with visual impairment is carried out, in order to allow dogs that have total or partial vision impairment to have a better quality of life. and secondary injuries due to your disability are avoided.

For this, the necessary parameters for the construction of the electronic device were analyzed, defining the use of a proximity sensor and a horn that help the movement of the pet. In addition, the use of a heart rate and temperature sensor will be prolonged to maintain constant monitoring of vital signs; and the use of a GPS and GSM module to track the canine in case of loss, these parameters being part of the care of the pet. For the management of the sensors and actuators, the ESP8266 board with internet connection was used, allowing all the data to be uploaded to the IOT Blynk platform for the monitoring of vital signs and notification of these when they are outside the normal range of a dog.

Keywords: Electronic system, visually impaired dogs, Blynk IOT, vital signs monitoring, tracking.

INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo de investigación titulado “Dispositivo Electrónico para el desplazamiento y cuidado de perros domésticos con déficit visual”, tiene como objetivo principal diseñar un dispositivo que apoye al desarrollo de actividades diarias de perros que padecen afectación visual, desarrollándose los siguientes capítulos:

Capítulo I. En este se presentan los antecedentes investigativos, la contextualización del problema y toda la información recopilada de los diversos tipos de ceguera que presentan los perros y los efectos secundarios que estos pueden tener. Además, se investigan los rangos normales de los perros en cuanto a los signos vitales y los dispositivos electrónicos que pueden ser utilizados.

Capítulo II. Se describen los métodos y las actividades que permiten el cumplimiento de los objetivos de la investigación.

Capítulo III. En el capítulo se definen los parámetros que serán tomados en cuenta para el dispositivo electrónico en base a la investigación previa realizada mediante encuestas que se hicieron a dueños de mascotas y veterinarios. Además, se escogen los dispositivos necesarios para el proyecto, se describe la arquitectura del dispositivo electrónico y las etapas que lo conforman.

Capítulo IV. Se describen las conclusiones y recomendaciones necesarias para el diseño e implementación, en cuanto a todo lo que se vio durante el desarrollo del dispositivo electrónico.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Tema de Investigación

“Dispositivo electrónico para el desplazamiento y cuidado de perros domésticos con déficit visual”

1.2. Antecedentes Investigativos

Realizada la búsqueda de información en repositorios de universidades, artículos científicos en revistas de gran importancia, se ha encontrado proyectos de investigación relacionados con el dispositivo electrónico para el desplazamiento y cuidado de perros domésticos con déficit visual:

En febrero de 2022, Darío Xavier Lomas Arciniega, en su tema “Diseño y construcción de un bastón guía para ayuda en la movilidad de personas no videntes” desarrollo un dispositivo a modo de bastón guía para la ayuda de la movilidad de personas no videntes en interiores y exteriores, dicho dispositivo está compuesto por un sensor ultrasónico LV-MaxSonar-EZ4, un servomotor HS311, un DFPlayer Mini, teclado matricial 1x4 y un arduino nano. Este dispositivo evita que la persona no vidente tenga choques con un tiempo de respuesta eficaz, lo que mejora la calidad de vida de las personas que cuentan con déficit visual. [1]

Panuwat Mekha y Khukrit Osathanunkul en mayo de 2020 realizan su investigación denominada “Web Application for Sick Animals Health Monitoring”, en la cual desarrollan un dispositivo que permite monitorear el ritmo cardiaco y la temperatura de los animales. Para el dispositivo utilizan una aplicación web mediante el cual se pueda monitorizar los signos vitales del animal, con el uso de servicios web y almacenamiento de información en la nube. Finalmente, obtienen una aplicación dividida en secciones para que el usuario pueda obtener la información de la mascota con datos y graficas que indican los signos vitales. [2]

En octubre de 2019, Vidula Meshram, Kailas Patil, Vishal Meschram y Felix Che Shu realizan su investigación denominada “An Astute Assistive Device for Mobility and

Object Recognition for Visually Impaired People” para la orientación autónoma de personas con discapacidad visual, mediante el desarrollo de un dispositivo electrónico de asistencia llamado NavCane. Este dispositivo permite que las personas encuentren caminos libres de obstáculos en el interior y exterior. La transmisión de alertas de obstáculos se realiza mediante actuadores táctiles y auditivos. El prototipo realizado es de bajo costo y con un dispositivo embebido de baja potencia para la detección de objetos. Además, el dispositivo dispone de un lector de identificación por radiofrecuencia, sensores ultrasónicos, módulo de sistema global para comunicación móvil, módulo de posicionamiento global, motores de vibración, giroscopio, sensor de humedad y batería. [3]

Álvaro Gavilanes en noviembre de 2018, realiza su investigación denominada “Sistema Electrónico de Detección y Rastreo de Mascotas” donde desarrolla un sistema electrónico de detección y rastreo de mascotas, utilizando en el sistema un módulo Xadow GSM+BLE para conectarse a la red móvil de cualquiera de las operadoras que funcionan en el país, además, incluye el módulo Xadow GPS v2, el cual permite al prototipo capturar las coordenadas emitidas por el GPS desde cualquier punto de la Tierra en donde se encuentre el dispositivo. Toda la información obtenida por el módulo GPS se transmite a un servidor alojado en un Hosting por medio de un módulo GSM y todos los datos alojados pueden ser monitoreados mediante una interfaz web y móvil usando APIS de Google Maps. Teniendo como resultado un dispositivo que permite tener un monitoreo tanto en tiempo real como de fechas anteriores dependiendo de las necesidades del usuario. [4]

En abril de 2018, Kailas Patil, Qaidjohar Jawadwala y Felix Che Shu realizan su investigación denominada “Design and Construction of Electronic Aid for Visually Impaired People” en la cual desarrollan un dispositivo para el envío de información a través de mecanismos de vibración y retroalimentación de audio para las personas no videntes, alertando de los objetos que se encuentren cerca del dispositivo. Dicho dispositivo tiene como nombre NavGuide con el objetivo principal de mejorar la movilidad de la persona invidente, evitando accidentes. Este dispositivo con su evaluación determina que es una ayuda útil en la detección de obstáculos, pisos mojados y escaleras ascendentes y el rendimiento es aún mejor que el de un bastón blanco. [5]

1.2.1. Contextualización del Problema

Según un estudio sobre enfermedades oculares en canes realizado en Cuba entre el año 2014 y 2020, lograron concluir con que existe una gran cantidad de animales que sufren de padecimientos de déficit visual, los cuales fueron mayormente estudiados en perros y gatos en Latinoamérica, en donde mencionan que el 44% de los perros que tienen entre 1 y 5 años y el 31% de perros de entre 6 o más años tienen pérdida de la vista. Siendo estas cifras significativas ya que estos son animales de hogar y suelen tener problemas secundarios como contusiones en cabeza, orejas, extremidades, entre otras ya que no cuentan con una ayuda para poder sobrellevar dicha afección. [6] .

Un estudio realizado en Ecuador arroja que el 72,7% de perros de entre 1 y 5 años y el 45% de perros entre 6 o más años tienen mayor prevalencia de presentar alguna enfermedad ocular, debido a varios factores como causas ambientales, lesiones, traumas, o enfermedades de carácter congénito, las cuales influyen en la presentación de dicha afectación visual, causando que los perros tengan enfermedades secundarias debido a la pérdida de la vista. [7]

Según estudios realizados a nivel de la Región Sierra Ecuatoriana en la cual analizaron 2.256 historias clínicas de caninos con patologías oculares, en las mismas que concluyeron que las enfermedades de ceguera más comunes son: conjuntivitis, laceración del tercer párpado, catarata, úlcera corneal, glaucoma. En donde también determinaron que se presenta mayormente en perros machos en comparación a las hembras, además, concluyeron que la presentación de las enfermedades en la mayor parte de patologías fue bilateral. Finalmente, las razas nivel mundial en las que se observan más casos de ceguera son: French Poodle, Cocker Spaniel Inglés, Pastor Alemán, Schnauzer y Shar Pei. [8]

La ceguera en perros puede ser causada por distintos factores como cataratas, otras patologías del cristalino, atrofia o degeneración de retina, inflamaciones en el fondo del ojo (retina, coroides, nervio óptico), glaucoma, anomalías corniales, sinequias (adherencias entre iris, córnea o cristalino) o simbléfaron (adherencias entre conjuntiva y córnea) que afecten a zonas visuales, alteraciones en el nervio óptico, alteraciones en el sistema nervioso central (cegueras centrales), tumores intraoculares o nerviosos, lesiones retinales (desprendimientos de retina), alteraciones congénitas, enfermedades

sistemáticas (erlichia, diabetes, filaria, etc). La ceguera canina tiene como efectos la desorientación, desconfianza al caminar, cambios de humor, daños en la retina debido a rotura de vasos sanguíneos (dependiendo de la causa), además, los perros suelen tener un estado anímico bajo debido a la pérdida parcial o total de la vista. [9]

1.2.2. Fundamentación Teórica

1.2.2.1. Perros domésticos con déficit visual

La ceguera en perros es un problema más habitual del que se puede imaginar. Esta ceguera puede ser parcial o total, al igual que puede afectar a ambos ojos o solo a uno, además, puede ser congénita o progresiva, consecuencia de la edad o de algún otro problema de salud. [10]

1.2.2.2. Tipos de déficit visual en perros

Algunas de las razones más comunes de la ceguera en los perros son cataratas, glaucoma, atrofia progresiva de la retina y degeneración repentina adquirida de retina, también conocida como DRAR, que causa una ceguera bastante repentina. Los Dachshund, Schnauzer miniatura y perros mestizos están en un riesgo por arriba del promedio para estas enfermedades, de acuerdo con investigaciones reportadas por PetMD. Mientras que las cataratas son más comunes en los Poodle miniatura, Cocker Spaniel, Schnauzer miniatura, Golden Retriever, Boston Terrier y Siberian Husky. [11]

Catarata

Es una opacidad anormal del cristalino o de la capsula que lo contiene como se muestra en la Figura 1. La opacidad tiene varios grados, desde una pequeña mancha hasta una pérdida total de transparencia. Las cataratas pueden aparecer por diferentes causas como: metabólicas, cambios o defectos en el metabolismo, traumatismos y envejecimiento. La velocidad de desarrollo puede variar entre varios días hasta varios años. Algunos perros no pueden ser operados de cataratas debido a su edad, estado de salud y perfil psicológico. [11]

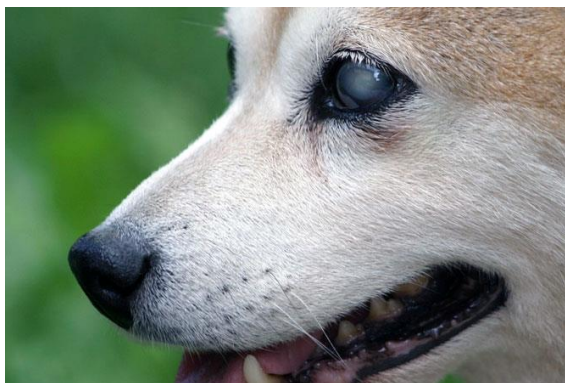


Figura 1. Cataratas en perros ciegos [12]

Glaucoma

Es el aumento de la presión del líquido en el globo ocular. La producción y el drenaje de este líquido son en gran parte responsables de la presión dentro del ojo. El glaucoma se clasifica como de causa primario o secundario. El glaucoma primario se produce debido a un estrechamiento genéticamente preprogramado del ángulo del drenaje. El glaucoma secundario se produce como consecuencia de la luxación del cristalino. Los signos clínicos incluyen la conjuntivitis, córnea nublada inflamación dolorosa de los ojos, estrabismo, aumento del lagrimeo y tamaño de las pupilas pueden variar dependiendo de la etapa del glaucoma como se muestra en la Figura 2. El tratamiento médico a largo plazo no suele ser exitosa, y es una de las causas más frecuentes de ceguera. [11]

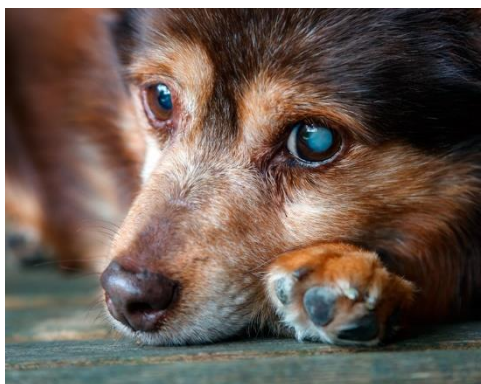


Figura 2. Glaucoma en caninos [13]

Atrofia progresiva de la retina (PRA)

Es la degeneración de la retina, donde se encuentra las células fotosensibles Figura 3. Este trastorno está clasificado en tres grandes categorías. PRA tipo 1 (atrofia progresiva generalizada de retina) puede ocurrir en cualquier raza de perros. PRA de tipo 2 (atrofia central progresiva de la retina) afecta principalmente a las razas de caza y de trabajo, esta es poco común. PRA tipo 3 afecta a los conos de la retina de los Alaska Malamute y el Poodle miniatura, resultando una ceguera que sólo se ve afectada en las mañanas. No hay tratamiento para los diferentes tipos de PRA. [11]



Figura 3. Atrofia progresiva de la retina [14]

Degeneración súbita de retina (ADSR)

Es una enfermedad retiniana que se observa en los perros. Cabe mencionar que la retina es la capa de foto receptores de los ojos, responsable de la conversión de imágenes visuales en señales eléctricas, estas señales se transmiten al cerebro donde se procesa la imagen Figura 4. Esta condición lleva a un inicio repentino de la ceguera, producido en un periodo de pocos días a semanas. Los perros con la ADSR son generalmente hembras de mediana edad, muchas de las cuales tienen exceso de peso y puede presentar síntomas de la enfermedad de Cushing o hiperadrenocorticismismo que manifiestan consumo excesivo de agua, aumento de orina, jadeo, aumento de apetito, etc. Para dicha enfermedad no hay cura alguna. [11]

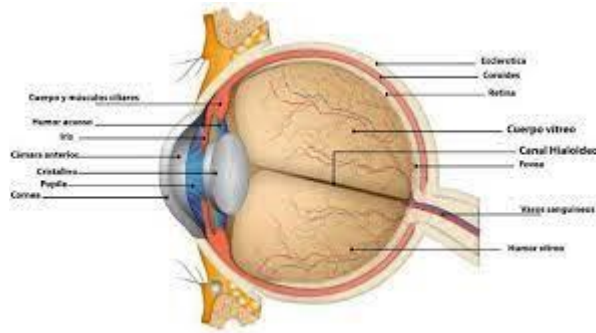


Figura 4. Degeneración súbita de retina en perros [15]

Neuritis óptica

Es una condición inflamatoria del nervio óptico que puede resultar en la pérdida aguda bilateral de la visión como se muestra en la Figura 5. Los cambios degenerativos en el nervio óptico que puede resultar en la pérdida aguda bilateral de la visión. Las causas incluyen enfermedades infecciosas como el moquillo canino, la toxoplasmosis, y otros, varios tipos de cáncer como el linfoma y tumores que afectan la órbita del globo ocular, deficiencia de vitamina A, los traumatismos, otras enfermedades de la órbita, como abscesos y causas desconocidas. El pronóstico es reservado y las recurrencias son comunes. [11]

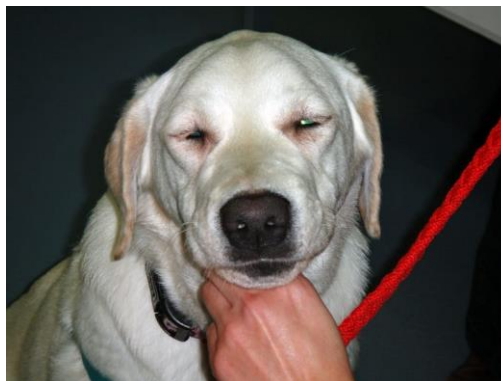


Figura 5. Neuritis óptica en perros [16]

1.2.2.3. Consecuencias del déficit visual

Entre las consecuencias más relevantes que un perro con discapacidad visual tiene son:

- Se choca a menudo con cosas que se han cambiado de lugar
- A una distancia de 3 metros no reconoce a las personas conocidas

- Mala visión nocturna
- Pierde de vista el plato de agua o comida
- No encuentra sus juguetes
- Camina con precaución
- Huele todo el tiempo el camino por el que camina
- Se desorienta al cambiar de ambiente
- Cambio de estado anímico
- Señales visibles en los ojos
- Opacidad de la pupila
- Enrojecimiento o derrames

1.2.2.4. Signos vitales de los perros

Tabla 1. Signos vitales de los perros

Característica	Rango
Temperatura corporal	38,5° a 39°
Pulsaciones	Cachorros: 110 – 120 ppm Perros adultos: 90 – 100 ppm Perros adultos mayores: 70 – 80 ppm
Frecuencia respiratoria	Cachorros: 18 - 20 RPM Perros adultos: 16 - 18 RPM Perros adultos mayores: 14 - 16 RPM
Frecuencia de audición	10,000 a 50,000 Hz

Elaborado por: investigador

1.2.2.5. Dispositivos existentes

Arnés para perros ciegos

Es un accesorio diseñado especialmente para mascotas con ojos enfermos ciegos Figura 6, ayuda a las mascotas con mala visión debido a SARDS, glaucoma, cataratas, enfermedades de la retina, trauma y diabetes. Evita que choquen en la pared u otros accidentes y las protege. Permite que las mascotas ciegas se familiaricen de forma rápida y segura con su entorno. [17]



Figura 6. Arnés para perros ciegos [18]

1.2.2.6. Dispositivos electrónicos de detección de obstáculos

Sensor de proximidad

Los sensores de proximidad son módulos que se utilizan para detectar la presencia de objetos cercanos sin necesidad de contacto físico. Se utilizan en muchas aplicaciones, tales como sistemas de transporte, pantallas táctiles, sensores de aparcamiento, sistemas de advertencia y dispositivos móviles. Los sensores de proximidad utilizan una serie de métodos de detección físicos que incluyen el acoplamiento capacitivo, captador inductivo, infrarrojo, fotodetección de luz ambiental, ultrasonido y efecto Hall. La salida de conexión viene dada por un transistor PNP o NPN. [19]

Un sensor inductivo Figura 7 utiliza un oscilador para enviar un campo electromagnético de alta frecuencia y de corto alcance desde el extremo de la unidad. Si un objeto de metal conductor entra en su alcance, se inducen corrientes parásitas en el metal, el cual reacciona para cambiar el voltaje en el oscilador. [19]



Figura 7. Sensor de proximidad inductivo [20]

Los sensores capacitivos Figura 8 constan de una placa capacitiva en su extremo. La carga en esta placa es susceptible de ser modificada por cualquier objeto que se mueva al alcance de este. La distancia de detección puede ser ajustada dependiendo del material a percibir mediante un potenciómetro integrado. Este tipo de sensores son ideales para materiales no metálicos como vidrio, plástico, madera o fluidos. [19]



Figura 8. Sensor de proximidad capacitivo [21]

Los detectores de proximidad infrarrojos Figura 9 son una combinación de un LED emisor, lente direccional, lente receptor y una matriz fotodetectora. El rango de detección se detecta típicamente por el ángulo del haz incidente sin tener en cuenta la intensidad de la luz reflejada. Por lo general, tienen una configuración de rango ajustable y se utilizan en aplicaciones como la fabricación de líneas de montaje. Los fotodetectores de luz ambiental son de construcción similar, pero pueden carecer de la capacidad de hallazgo del rango. [22]



Figura 9. Sensor de proximidad infrarrojo [23]

Los sensores de proximidad ultrasónicos Figura 10 se utilizan en aplicaciones industriales y médicas que requieren una alta precisión. Transmiten y reciben formas de onda acústica con un transductor ultrasónico con un mecanismo similar al utilizado en sistemas de sonar y radar. La energía de la onda reflejada desde los objetos se detecta y se analiza para determinar la distancia. Tienen la ventaja de poder ser utilizados en aplicaciones donde no se puede usar la fotodetección, por ejemplo, detección clara de objetos. También se puede usar para detectar límites de fluido o en aplicaciones como el escáner de ultrasonido del embarazo. [22]



Figura 10. Sensor de proximidad ultrasónico [24]

Sensor de rastreo

El sistema de Rastreo y Localización satelital es una herramienta de administración y control de activos móviles a través de GPS y red celular que permite rastrear y ubicar en tiempo real algún objeto con una precisión de casi el 100% de exactitud. Las

aplicaciones de Rastreo y Localización satelital permiten obtener información como tiempos muertos, ubicación en tiempo real, etc. [25]

Sensor de frecuencia cardiaca

Dispositivo que registra la actividad eléctrica del corazón (ECG). Este dispositivo es casi del tamaño de un localizador, con el cual se registra la frecuencia y el ritmo del corazón. Los monitores de eventos cardíacos se usan cuando se necesita monitorear de manera prolongada los síntomas que se presentan con menos frecuencia que día a día. [26]

Microcontroladores

El microcontrolador es un circuito integrado (chip) que contiene memoria, un procesador y pines de entrada/salida. La memoria es utilizada para almacenar programas, el procesador es usado para procesar y llevar a cabo los programas y los pines e/s son donde se conectan interruptores, sensores y dispositivos de salida como pueden ser motores. [27]

Características de los microcontroladores

- Son compatibles para reducir el consumo de energía eléctrica
- Estos dispositivos se pueden convertir en una unidad central de procesamiento con pocos circuitos integrados de manera externa
- Poseen una pequeña cantidad de memoria aleatoria
- Cuentan con elementos de entrada y salida como el temporizador y los buses de interfaz
- Disponen de ondas de alta frecuencia, las cuales configuran los impulsos del reloj que se usa para la regularización de todos los métodos donde se aplique

Buzzer

Un buzzer pasivo o un altavoz son dispositivos que permiten convertir una señal eléctrica en una onda de sonido. Estos dispositivos no disponen de electrónica interna, por lo cual se tiene que proporcionar una señal eléctrica para conseguir el sonido deseado. [28]

En oposición, los buzzer activos Figura 11 disponen de un oscilador interno, por lo que únicamente se alimenta el dispositivo para que se produzca el sonido. El buzzer activo es el que al alimentarlo entre 5V y GND suena a una frecuencia fija. [28]



Figura 11. Buzzer activo [29]

El buzzer pasivo Figura 12 no tiene un oscilador interno y por lo tanto la frecuencia del sonido se realiza desde Arduino, para ello se dispone de la función `tone()`. `Tone()` genera una onda cuadrada de una frecuencia específica y con un 50% de duty cycle en el pin especificado. La duración del tono puede ser detallado. [28]

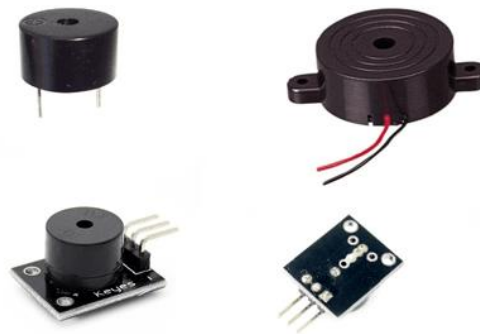


Figura 12. Buzzer pasivo [29]

1.2.2.7. Aplicaciones móviles

Las aplicaciones (apps) están presentes en los teléfonos desde hace mucho tiempo atrás. Actualmente se encuentra una gran variedad de aplicaciones, de diferente tipo, forma y color. Cabe mencionar que la tecnología móvil es una industria que se encuentra en crecimiento y atrayendo a empresas de diferentes rubros alrededor del mundo. La creciente popularidad de los teléfonos inteligentes y las tabletas ha

convertido el desarrollo de aplicaciones móviles en una tendencia cada vez más popular entre los propietarios de empresas de todo el mundo. [30]

Una aplicación móvil es un tipo de aplicación diseñada para ejecutarse en un dispositivo móvil, que puede ser un teléfono inteligente o una tableta. Incluso si las aplicaciones suelen ser pequeñas unidades de software con funciones limitadas, se las arreglan para proporcionar a los usuarios servicios y experiencias de calidad. [30]

1.2.2.8. Tipos de aplicaciones móviles

Aplicaciones de juegos

Es la categoría más popular de aplicaciones móviles, ya que existe una gran cantidad de usuarios que instalan juegos en los móviles y tabletas, es por ello por lo que muchos empresarios invierten en estas. [31]

Aplicaciones empresariales o de productividad

Las aplicaciones comerciales están diseñadas para aumentar la productividad y minimizar los gastos, ya que permiten a los usuarios completar una amplia gama de tareas, desde comprar nuevos elementos de oficina hasta contratar personal. [31]

Aplicaciones Educativas

Esta categoría incluye aplicaciones móviles que ayudan a los usuarios a adquirir nuevas habilidades y conocimientos. Además, las aplicaciones educativas también resultan ser populares entre los profesores, que las utilizan para organizar mejor su proceso de enseñanza o educarse más. [31]

Aplicaciones de estilo de vida

Esta amplia categoría de aplicaciones abarca compras, moda, probadores virtuales, entrenamiento, citas y aplicaciones de dieta. Estas aplicaciones se centran básicamente en varios aspectos del estilo de vida personal. [31]

Aplicaciones de comercio móvil

Las aplicaciones de compras más populares, como Uber eats, Pedidos YA, Amazon, eBay, etc, ofrecen la experiencia a los usuarios móviles. Las aplicaciones de comercio móvil brindan a los clientes un acceso conveniente a productos y métodos de pago sin inconvenientes para una experiencia de compra óptima. [31]

Aplicaciones de entretenimiento

Estas aplicaciones permiten a los usuarios transmitir contenido de video, buscar eventos, chatear o ver contenido en línea. Las aplicaciones de redes sociales como Facebook o Instagram. Además, las aplicaciones de transmisión de video como Netflix o Amazon Prime Video se han vuelto increíblemente populares entre los usuarios de todo el mundo. [31]

Aplicaciones de utilidad

Los tipos más populares de aplicaciones de servicios públicos son los lectores de códigos de barras, los rastreadores, aplicaciones de monitoreo o las aplicaciones de atención médica. [31]

Aplicaciones de viaje

la idea principal detrás de esta categoría es ayudar a los usuarios a viajar fácilmente. Las aplicaciones de viajes transforman un teléfono inteligente o una tableta en un diario de viaje y una guía que ayuda a los usuarios a descubrir todo lo que necesitan saber sobre el sitio que están visitando. [31]

1.2.2.9.Blynk IOT

Plataforma que permite crear y administrar el hardware conectado, visualizar datos de sensores y control remoto mediante el uso de aplicaciones móviles y web. Esta plataforma trabaja con el uso de una nube segura, el análisis de datos y la administración de acceso y usuarios. Permite la creación de alertas, automatizaciones, y permite trabajar con muchas opciones más para el desarrollo de proyectos. [32]

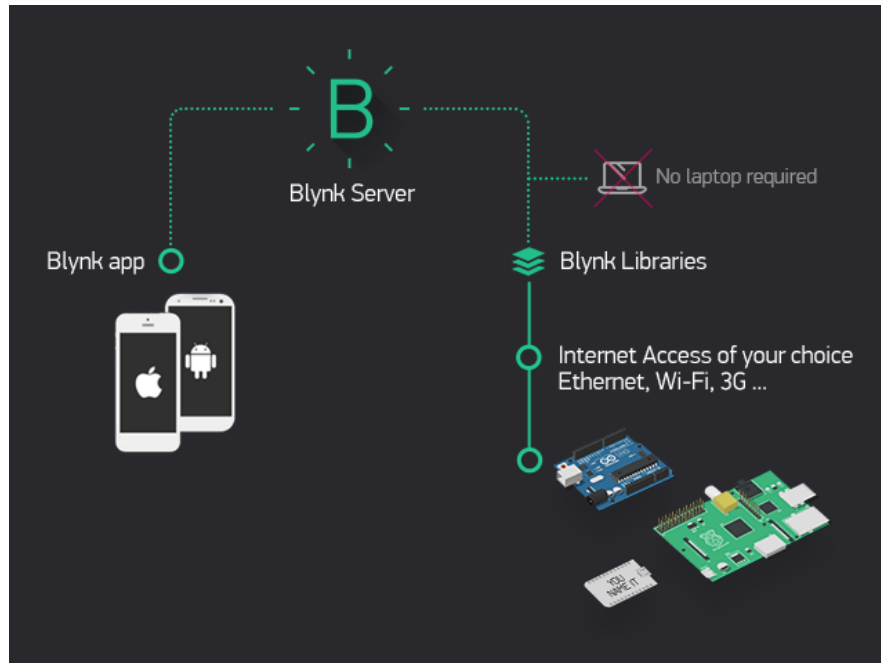


Figura 13. Plataforma Blynk IOT [32]

Protocolo de comunicación de la plataforma Blynk IOT

La plataforma Blynk utiliza los protocolos de comunicación TCP/IP y SSL/TLS para conectarse con el hardware. Mediante el protocolo TCP/IP se conecta por el puerto 8080 o mediante el protocolo SSL/TLS se comunica por el puerto 43 (9443 para servidores locales).

Protocolo TCP/IP

TCP/IP es un protocolo de enlace de datos que se usa en Internet para que los ordenadores y otros dispositivos envíen y reciban datos. TCP/IP son las siglas en inglés de Transmission Control Protocol/Internet Protocol (protocolo de control de transmisión/protocolo de Internet). Posibilita que los dispositivos conectados a Internet se comuniquen entre sí en varias redes.

TCP/IP divide los datos en paquetes y luego los vuelve a juntar para formar el mensaje completo en el destino. Enviar los datos en paquetes pequeños hace que sea más fácil mantener la exactitud que enviando todos los datos a la vez. [33]

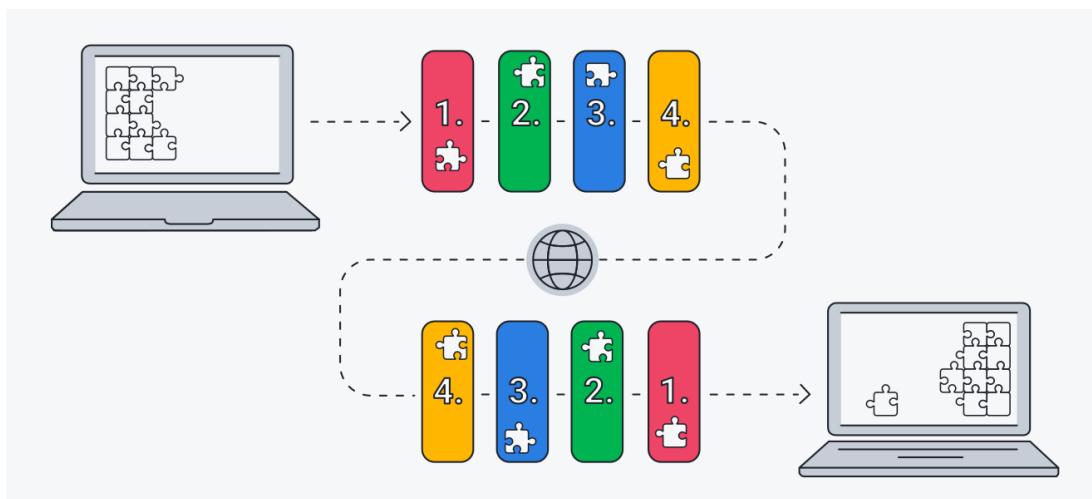


Figura 14. Protocolo TCP/IP [33]

Protocolo SSL/TLS

SSL es el acrónimo de Secure Sockets Layer (capa de sockets seguros), la tecnología estándar para mantener segura una conexión a Internet, así como para proteger cualquier información confidencial que se envía entre dos sistemas e impedir que los delincuentes lean y modifiquen cualquier dato que se transfiera [34]

El protocolo TLS es el acrónimo de Transport Layer Security (seguridad de la capa de transporte) es solo una versión actualizada y más segura de SSL. [34]



Figura 15. Protocolo SSL/TLS [34]

1.2.2.10. GSM

Sistema Global para Comunicaciones Móviles es una tecnología móvil digital empleada para transmitir servicios móviles de voz y datos. Utiliza una variación del

acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) y es la mayormente empleada de las tres tecnologías de telefonía inalámbrica digital: TDMA, CDMA (acceso múltiple por división de código) y GSM. GSM se encarga de digitalizar y comprimir datos, después los envía por un canal con otros dos flujos de datos de usuario, cada uno en su propio intervalo de tiempo. Opera en la banda de frecuencia de 900 MHz o 1.800 MHz.

La red GSM se divide en cuatro partes las cuales trabajan juntas para funcionar como un todo: el dispositivo móvil, el subsistema de estación base (BSS), el subsistema de conmutación de red (NSS) y el subsistema de operación y soporte (OSS). [35]

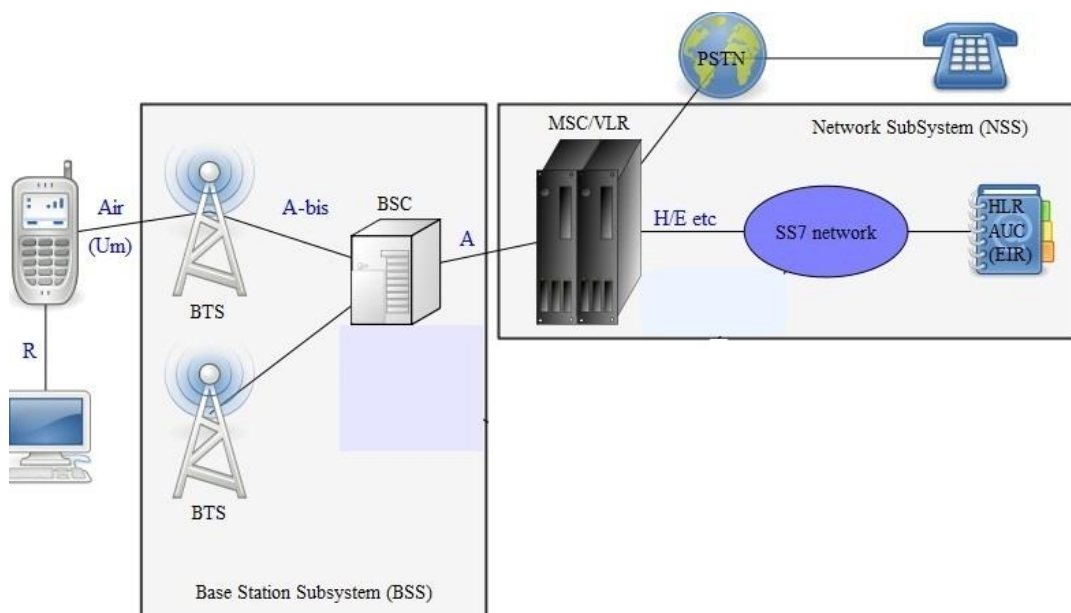


Figura 16. Funcionamiento de GSM [35]

Primero el dispositivo móvil se conecta a la red a través del hardware. Por otro lado, la tarjeta de módulo de identidad abonado (SIM) proporciona a la red información de identificación sobre el usuario móvil. El BSS maneja el tráfico entre el móvil y el NSS. [35]

1.2.2.11. GPS

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de satélites utilizado en navegación que permite determinar la posición las 24 horas del día, en cualquier lugar y en cualquier condición climatológica.

El Sistema de Posicionamiento Global consiste en un conjunto de 24 satélites que circundan la Tierra y envían señales de radio a su superficie. El receptor GPS es un aparato electrónico pequeño, utilizado para recibir las señales de los satélites. Dicho receptor utiliza las señales de radio para calcular la posición, la cual es facilitada como un grupo de números y letras que corresponden a un punto sobre el mapa de la Tierra. [36]



Figura 17. GPS [37]

1.2.2.12. Comunicación

Comunicación I2C

Es una transmisión serie y síncrona, utiliza dos de control, uno para transmitir los datos, SDA (Sistema de datos), y otro, el reloj asíncrono, el cual indica cuando leer los datos SCL (Sistema de reloj). Los datos y direcciones se transmiten en palabras de 7 bits más uno que indica si es lectura o escritura. Uno de los componentes conectados al bus debe actuar como maestro, y será el que controla el reloj. [37]

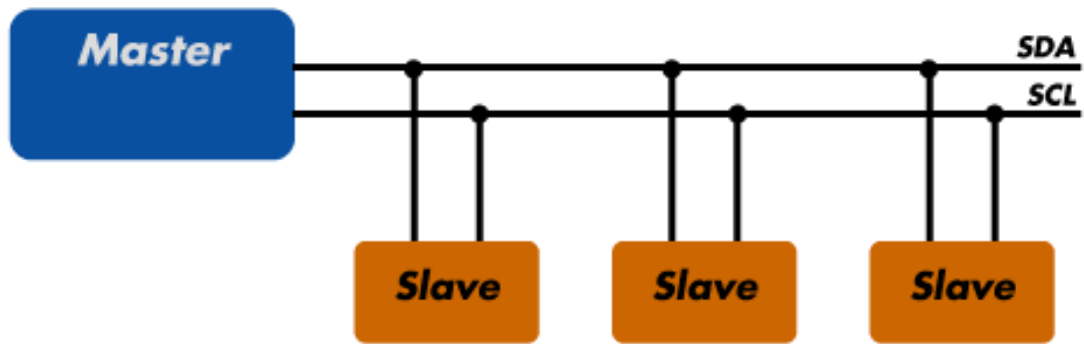


Figura 18. Comunicación I2C [37]

Comunicación Serial

Es un protocolo de comunicación entre dispositivos por lo cual los datos son transmitidos y recibidos en línea, esta comunicación permite la transmisión bit a bit de un byte completo. La comunicación serial entre dos dispositivos utiliza tres líneas las cuales son: línea de recepción de datos (RX), línea de transmisión de datos (TX) y línea común (GND). [38]

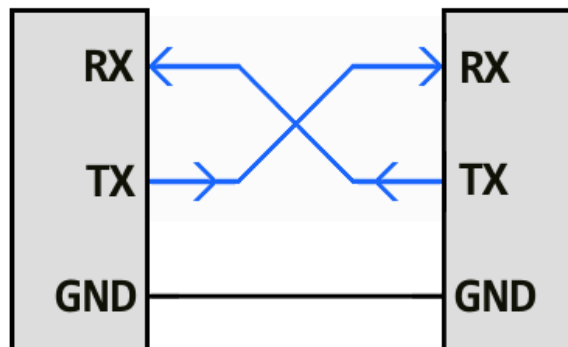


Figura 19. Comunicación Serial [38]

1.3. Objetivos

Objetivo General

- Diseñar un dispositivo electrónico para el desplazamiento y cuidado de perros domésticos con déficit visual.

Objetivos Específicos

- Analizar los problemas existentes en perros domésticos con déficit visual.
- Seleccionar los parámetros para la construcción del dispositivo electrónico conforme a las necesidades de los perros domésticos con déficit visual.
- Implementar el dispositivo electrónico para el desplazamiento y cuidado de perros con déficit visual a modo de arnés guía.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Materiales

Para la elaboración del presente proyecto de investigación se utilizó información de artículos, tesis, libros, revistas indexadas, documentación web sobre sistemas electrónicos para el desplazamiento y cuidado de perros con déficit visual, diseño, programación de microcontroladores, sensores y actuadores.

2.2. Métodos

2.2.1. Modalidad de Investigación

Investigación Aplicada

Este proyecto de titulación se define como una investigación aplicada, ya que se utilizaron los conocimientos adquiridos durante la formación académica para aplicarlos en el diseño e implementación del sistema electrónico para el desplazamiento y cuidado de perros con déficit visual.

Investigación Bibliográfica

La revisión bibliográfica para el desarrollo del trabajo de titulación se la realizó investigando en libros, revistas indexadas, artículos de revistas, estadísticas nacionales y bases de datos de las diferentes Universidades, recogiendo la información necesaria para el desarrollo del proyecto.

Investigación Experimental

Se ejecutaron pruebas del sistema electrónico en un ambiente real bajo condiciones distintas, tanto en espacios abiertos y cerrados, además del estudio del acoplamiento del canino con el dispositivo electrónico en el transcurso de los días, lo que establecerá la factibilidad y calidad del dispositivo.

Investigación de Campo

Encuestas realizadas a los dueños de perros con déficit visual y a médicos veterinarios.

2.2.2. Recolección de información

Para el desarrollo de este proyecto de titulación, la información se analizó y procesó de libros, artículos de revistas científicas relacionados al tema y varios datos de diversas fuentes bibliográficas. Además, para la recolección de información se realizaron encuestas a dueños de perros domésticos con déficit visual y médicos veterinarios.

2.2.3. Procesamiento y Análisis de Datos

Toda la información que fue recolectada para el proyecto se extrajo y analizó para obtener los tipos de déficit visual, los dispositivos actuales para los perros con afectación visual y dispositivos electrónicos que permitan el desarrollo del proyecto, eliminando información redundante. De este modo se obtiene información relevante que es requerida para la investigación, cumpliendo los siguientes lineamientos.

- Revisión de la información recolectada.
- Clasificación de la información relevante.
- Síntesis de los tipos de déficit visual y las causas secundarias.
- Análisis y tabulación de encuestas.
- Definición de los dispositivos electrónicos para la implementación del dispositivo electrónico.
- Comparación de los datos obtenidos por el sistema y medidores utilizados por veterinarios actualmente.

2.2.4. Desarrollo del proyecto

Para cumplir con los objetivos planteados en el proyecto de investigación se desarrollaron las siguientes actividades:

- Recolección de información de los perros con déficit visual.
- Análisis de los efectos secundarios que tienen los perros con déficit visual.

- Comparación de los dispositivos existentes para perros con déficit visual.
- Selección de los parámetros de medición para el dispositivo electrónico.
- Selección de sensores y actuadores en base a los parámetros de medición del dispositivo.
- Selección del microcontrolador adecuado para el dispositivo.
- Construcción y conexión del circuito electrónico de control del dispositivo
- Diseño en 3D del dispositivo a modo de arnés.
- Programación del microcontrolador para la sensorización y control de los actuadores.
- Pruebas de funcionamiento del dispositivo electrónico.
- Corrección de errores del dispositivo.
- Análisis de los resultados del dispositivo electrónico.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.Desarrollo de la propuesta

En base a la investigación realizada en centros veterinarios, donde se desarrolló una encuesta a 10 veterinarios (Anexo A) se analizó las causas principales del déficit visual en perros. Como se observa en la tabla 2 la principal causa del déficit visual en perros se debe a la edad, sin embargo, esto se debe también a enfermedades como es el glaucoma y las cataratas.

Tabla 2. Causas del déficit visual en perros

Causas	Porcentaje
Glaucoma	80%
Mala alimentación	0%
Edad avanzada	100%
Cataratas	80%

Elaborado por: El investigador

Mediante el uso de encuestas a veterinarios y dueños de caninos con déficit visual se analizó los efectos secundarios de la pérdida de visión de los perros. Como se muestra en la tabla 3 los problemas son fractura de extremidades, desorientación, cambio de conducta y alteración de nervios, prevaleciendo la fractura de extremidades y la desorientación.

Además, se determinó un análisis a través de las encuestas de las razas de perros en las que hay mayor afectación de la visión, como se muestra en la tabla 4, en la cual las dos razas que prevalecieron fueron Cocker americano y Schnauzer.

Tabla 3. Efectos del déficit visual en perros

Efectos secundarios	Porcentaje
Fractura de extremidades	100%
Cambio de comportamiento	80%
Desorientación	90%
Alteración de nervios	60%
Otros	0%

Elaborado por: El investigador

Tabla 4. Razas de perros con mayor tendencia a tener déficit visual

Razas	Porcentaje
Cocker americano	70%
Schnauzer	90%
Beagle	0%
San Bernardo	0%
Otros	0%

Elaborado por: El investigador

El rango de edades en los que se presenta dicha afectación visual es a partir de los 4 años en adelante según la encuesta realizada, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Edades en las que se presenta la ceguera en perros

Edad	Porcentaje
1 a 2 años	0%
3 a 4 años	0%
4 a 5 años	80%
Mayor a 5 años	20%

Elaborado por: El investigador

En base a la encuesta realizada se define que el dispositivo será diseñado para perros de raza mediana y grande.

3.1.1. Selección de los parámetros de medición

Los signos vitales que se toman comúnmente durante una revisión médica son la temperatura y los pulsos por minuto (ppm) según la encuesta realizada, en donde se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Principales signos vitales medidos en animales

Signos vitales	Porcentaje
Temperatura	90%
Saturación	10%
Latidos por minuto	100%
Otros	0%

Elaborado por: El investigador

El rango de frecuencia al que los perros escuchan según los datos bibliográficos (tabla 1) es de 10kHz hasta 50kHz, sin embargo, la frecuencia que es utilizada en la mayor cantidad de dispositivos electrónicos para mascotas es de 20kHz ya que se considera que no es una frecuencia perjudicial para las mascotas.

Tabla 7. Parámetros de medición del dispositivo

Parámetro	Función
Distancia	La distancia de detección se configura en base a las especificaciones técnicas del dispositivo a utilizar.
Sonido	La frecuencia de sonido audible para los perros es de 20kHz
Frecuencia Cardíaca	Pequeños: 90 -140 latidos por minuto
	Medianos: 70 – 110 latidos por minuto
	Grandes: 60 – 90 latidos por minuto
Temperatura	El rango normal de temperatura de los perros es de 37,5°C a 39,0°C

Elaborado por: El investigador

Con base en las encuestas realizadas se definió que el dispositivo electrónico medirá los latidos por minuto y la temperatura para el monitoreo de la mascota, además se determinó que la frecuencia de la bocina para la alerta será de 20kHz. En la tabla 7 se define los rangos apropiados para la medición de los signos vitales, la distancia de detección de los obstáculos y la frecuencia de audición.

Una vez que se seleccionaron los parámetros del dispositivo electrónico para el desplazamiento y cuidado de perros con déficit visual tiene el aspecto como se muestra en la figura 20, cada etapa se posiciona de acuerdo con la función que cumple.

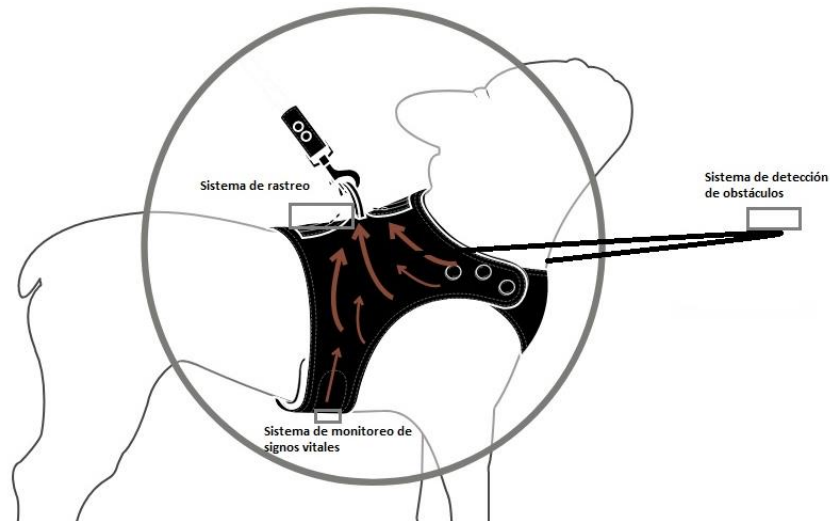


Figura 20. Dispositivo electrónico para el desplazamiento y cuidado de perros con déficit visual

Elaborado por: el investigador

3.1.2. Diagrama de bloques del dispositivo electrónico para el desplazamiento y cuidado de perros domésticos con déficit visual

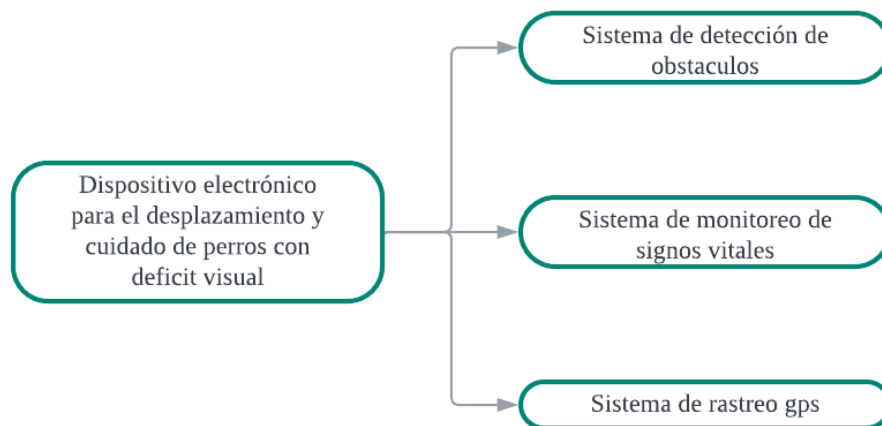


Figura 21. Diagrama de bloques del dispositivo electrónico para el desplazamiento y cuidado de perros domésticos con déficit visual

Elaborado por: El investigador

El dispositivo electrónico para el desplazamiento y cuidado de perros domésticos con déficit visual fue dividido en tres sistemas como se muestra en la figura 21. El sistema de detección de obstáculos es para el desplazamiento del canino; el sistema de monitoreo de signos vitales permite visualizar en tiempo real la frecuencia cardiaca y la temperatura del animal. Finalmente, con el sistema de rastreo es posible localizar la ubicación en el instante en caso de que la mascota se extravíe.

3.1.3. Arquitectura del dispositivo electrónico

El dispositivo electrónico para el desplazamiento y cuidado de perros con déficit visual está basado en la arquitectura IOT que se muestra en la figura 22. La capa de dispositivos que es la capa visible a los usuarios, en este se encuentran los sensores (KY-032, MAX30102), el actuador (buzzer), los módulos GSM SIM800L y GPS NEO-6M y el hardware (ESP8266) necesario para comunicar el mundo físico con el mundo virtual. La capa de conectividad se encuentra la red wifi y la red móvil que permite el envío de datos a la capa de aplicación y almacenamiento.

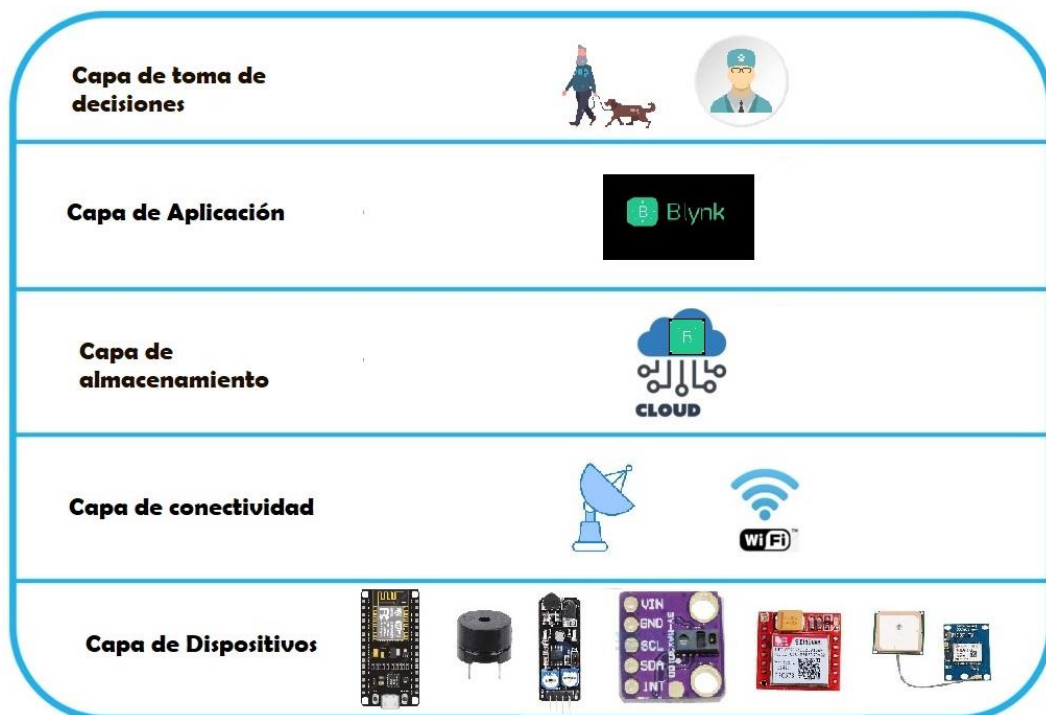


Figura 22. Arquitectura del dispositivo electrónico



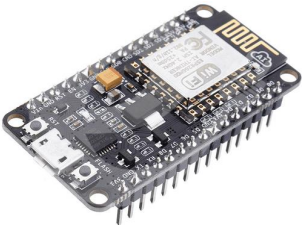
Elaborado por: El investigador

La capa de almacenamiento mediante el uso de la plataforma Blynk, donde se realiza el almacenamiento de los datos de los sensores. La capa de aplicación sirve para integrar, organizar y monitorear de forma remota mediante la plataforma Blynk IOT los datos que ofrecen los sensores. Finalmente, la capa de toma de decisiones donde los usuarios son capaces de tomar decisiones en base a los datos obtenidos en la aplicación móvil y web.

3.1.4. Selección de Hardware y Software

Microcontrolador

Tabla 8. Tabla comparativa de microcontroladores




Características	Arduino	ESP32	ESP8266
Descripción gráfica			
Procesador	Atmel AVR	Dual core Xtensa LX6	Xtensa L106
Compatibilidad	Arduino	Arduino	Arduino
Velocidad	16MHz	80MHz	80MHz
Memoria	SRAM 32kB	RAM 520kB	RAM 80kB
WiFi	No	Si	Si
Bluetooth	No	Si	No
Voltaje de alimentación	7 – 12 V	5V	5V
Voltaje de entradas/salidas	5V	3.3V	3.3V
Consumo de corriente	50 mA	80 mA	90 mA
Dimensiones	8 x 5.51 x 2.49 cm	52 x 23 x 8 mm	49 x 26 x 12 mm

Elaborado por: El investigador

Como se muestra en la Tabla 8 los tres microcontroladores son muy utilizados en proyectos electrónicos, además están disponibles en tiendas de la ciudad. Tienen características que diferencian el uno del otro, por lo que el microcontrolador que se acopla más a las necesidades del proyecto es la ESP8266 debido a que cuenta con WiFi para la obtención de los datos enviados del sensor de frecuencia cardiaca. Igualmente, las dimensiones de la placa y el voltaje de las entradas y salidas, ya que los sensores que se utilizan en el proyecto trabajan con dicho voltaje.

Software

Tabla 9. Características de softwares

Características	ThinkSpeak	Blynk	Thinger IO
Descripción gráfica			
Características	Plataforma de Internet of Things (IoT) que permite recoger y almacenar datos de sensores en la nube y desarrollar aplicaciones IoT	Plataforma la cual permite controlar fácilmente un proyecto mediante un dispositivo con sistema iOS o Android	Plataforma en la nube de IoT que agiliza el desarrollo de productos conectados y proporciona un conjunto de herramientas para conectar dispositivos, almacenar, mostrar y analizar datos mediante paneles
Versión gratuita	Si	Si	Si
Versión pagada	Alto	Bajo	Alto
Aplicación móvil	No	Si	No
Aplicación para PC	Si	Si	Si

Visualización de datos	Sencilla y amigable	Sencilla y amigable	Sencilla y amigable
------------------------	---------------------	---------------------	---------------------




Elaborado por: El investigador

Como se muestra en la Tabla 9 las tres plataformas IOT tienen características similares, sin embargo, se decidió utilizar Blynk ya que este permite obtener tanto aplicación móvil como aplicación web, además, tiene muchas herramientas con las que se puede desarrollar el análisis de sensores según las necesidades del proyecto.

3.1.5. Selección de Sensores y Actuadores

Sensor de proximidad

Tabla 10. Tabla comparativa de sensores de proximidad

Características	Sensor Ultrasónico HC-SR04	Sensor KY 032	Sensor Infrarrojo FC-51
Descripción gráfica			
Voltaje de trabajo	5V	3.3V a 5V	3.3V a 5V
Corriente de trabajo	15mA	$\geq 20\text{mA}$	23 – 43mA
Frecuencia de trabajo	40kHz	38kHz	-
Rango de funcionamiento	2 – 500cm	2 – 40cm	20 – 300mm
Ángulo de detección	15° – 20°	$\pm 35^\circ$	35°
Dimensiones	4.5 x 6 x 2 cm	4.1 x 1.8 x 1.3 cm	31 x 15 x 7 mm

Forma de detección de obstáculos	Ondas de sonido	Infrarrojo	Infrarrojo
----------------------------------	-----------------	------------	------------

Elaborado por: El investigador

Los tres sensores Tabla 10 se encuentran disponibles en el mercado, y son los más utilizados en proyectos electrónicos. Sus características difieren en varios aspectos, tanto en voltaje, distancia de detección, el ángulo de precisión y principalmente la forma en la que detectan los obstáculos. Realizado el análisis se decide utilizar el sensor KY032 debido al voltaje de operación, ya que el microcontrolador trabaja con un voltaje de 3,3V. Además, el sensor es elegido debido a su diseño con protecciones de los leds IR y su ángulo de precisión, siendo también un sensor fácil de programar y es sencillo de conseguir en las tiendas electrónicas.

Sensor de frecuencia cardiaca

Tabla 11. Tabla comparativa de los sensores de frecuencia cardiaca

Características	MAX30100	MAX30102
Descripción gráfica		
Voltaje de operación	5V	3.3V a 5V
Corriente de trabajo	25mA	60mA
Protocolo de comunicación	I2C	I2C
Temperatura de trabajo	-40°C hasta +85°C	-40°C hasta +85°C
Led rojo	660nm	660nm
Led infrarrojo	920nm	880nm


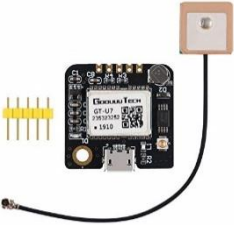
Dimensiones	14mm x 17mm	21mm x 15mm
Filtro de luz	50 y 60Hz	50 y 60Hz

Elaborado por: El investigador

Los dos sensores de frecuencia cardiaca Tabla 11 son los mayormente vistos en tiendas electrónicas. Estos sensores tienen características similares, sin embargo, la característica más significativa es que el MAX30100 es una versión anterior que tiene fallas de diseño ya que el IC requiere un voltaje de 1,8V y los leds necesitan 3,3V para funcionar adecuadamente. Y en dicho diseño tanto SDA, SCL y INT están conectadas a 1,8V a través de resistencias pull up de 4,7k ohmios. Es por ello que el sensor no funcionará adecuadamente con microcontroladores que utilicen niveles lógicos más altos, por ende, el dispositivo I2C no será reconocido. Es por este motivo que se decide usar el sensor MAX30102 ya que este es una versión de MAX30100 donde se encuentra solucionado dicho problema de diseño.

Sensor GPS

Tabla 12. Características de los sensores GPS

Características	NEO-6M	NEO-6M
Descripción gráfica		
Fabricante	HiLetgo	MakerFocus
Voltaje de operación	3V – 5V	3.6V a 5V
Consumo de corriente	11 mA	11 mA
Comunicación	Serial	Serial
Velocidad	9600bps	9600bps



Antena	Si	Si
Memoria	EEPROM	E2PROM
Temperatura de trabajo	-40°C a 85°C	-40°C a 85°C
Dimensiones	25mm x 35mm	27,6mm x 26,6mm

Elaborado por: El investigador

Los sensores GPS NEO6M Tabla 12 tienen características similares en muchos aspectos, su diferencia es el fabricante y el tipo de memoria que utiliza cada uno para almacenar los datos. Sin embargo, el NEO6M del fabricante MakerFocus no se encuentra actualmente disponible en tiendas a nivel mundial y es por ello por lo que se utiliza el sensor NEO6M del fabricante HiLetgo ya que este es un sensor que esta más comercializado a nivel nacional y se lo puede conseguir.

Módulo GSM

Tabla 13. Características de los módulos GSM

Características	SIM800L EVB	SIM800L
Descripción gráfica		
Voltaje de operación	5V	3.4V ~ 4.4V
Corriente	1A y 2 ^a	1A y 2A
Interfaz	UART TTL	Serial UART
Comunicación	Serial	Serial


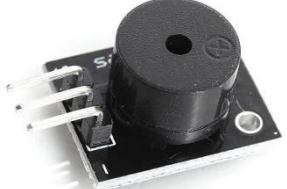
Enviar y recibir SMS	Si	Si
Enviar y recibir datos GPRS	Si	Si
Receptor	FM	FM
Velocidad de transmisión	2400bps – 115200bps	1200bps - 115200bps
Quad-band	850/900/1800/1900MHz	850/900/1800/1900MHz

Elaborado por: El investigador

En la Tabla 13 módulo SIM800L y SIM800L EVB tienen características similares, sin embargo, su mayor diferencia está en el voltaje de operación, por lo que se decide utilizar el módulo SIM800L ya que este se encuentra en el mercado, y debido a que tiene un tamaño más compacto para una mejor manipulación de este. Además, se utiliza este dispositivo en base al voltaje de operación con el cual trabajan el resto de los dispositivos.

Buzzer

Tabla 14. Tabla comparativa de buzzer

Características	Buzzer activo	Buzzer pasivo
Descripción gráfica		
Voltaje de operación	3V - 5V	1.5V - 5V
Corriente	30mA	<25mA
Peso	2g	4g

Frecuencia de resonancia	23kHz	23kHz
Temperatura de trabajo	-20° a 70°C	-20° a 70°C
Temperatura de almacenamiento	-30° a 105°C	-30° a 105°C
Pines	2	3

Elaborado por: El investigador

Las dos bocinas mostradas en la Tabla 14 son comercializadas a nivel nacional por lo que ambas son fáciles de encontrar, pero la bocina que se decide utilizar es el buzzer activo por su tamaño de fácil acoplamiento para el proyecto.

3.1.6. Diagrama de bloques del dispositivo electrónico

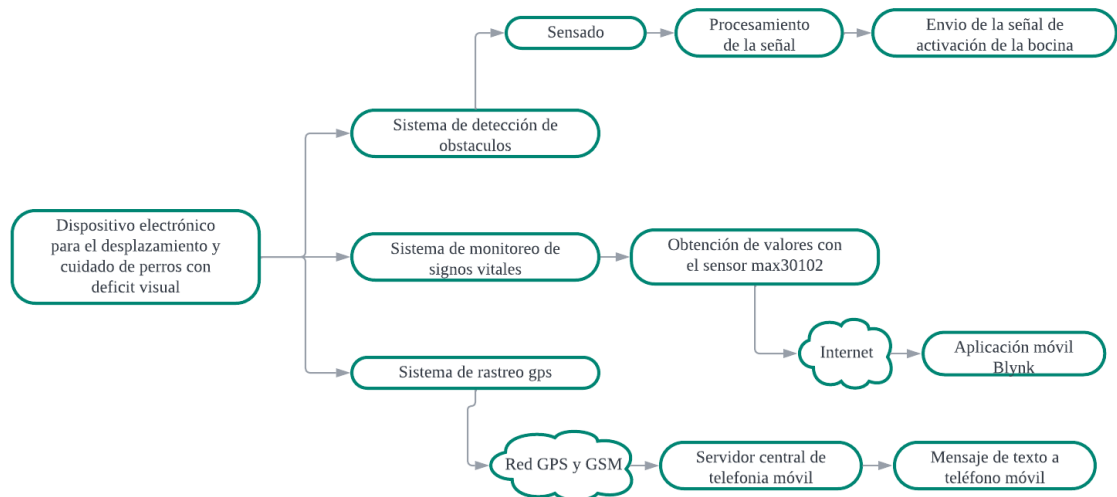


Figura 23. Diagrama de bloques del dispositivo

Elaborado por: el investigador

En el dispositivo para el desplazamiento y cuidado de perros con déficit visual, se realizó la programación y construcción del dispositivo en base a las necesidades del animal y al estudio previo realizado para la selección de parámetros a considerarse en dicho equipo. El sistema electrónico consta de 3 etapas, todas se encuentran

controladas mediante el microcontrolador ESP8266, como se muestra en la figura 23. En la primera etapa se encuentra el sistema de detección de obstáculos, en el cual se utilizó el sensor infrarrojo KY-032 y una bocina para la alerta. En la segunda etapa se realizó el diseño para el cuidado de las mascotas, con la revisión de signos vitales con el uso del sensor MAX30102 para frecuencia cardiaca y temperatura, monitoreado a través de una plataforma web en tiempo real. En la etapa tres se realizó el sistema de rastreo en tiempo real como parte del cuidado de la mascota, permitiendo conocer la localización en caso de pérdidas por discapacidad visual, mediante el uso de mensajes de textos para el que se utilizó el módulo SIM800L y el GPS NEO-6M.

3.1.7. Diseño del sistema de detección de obstáculos

El diseño del sistema de detección tiene tres etapas el sensado, el procesamiento de señal y el envío de la señal de activación de la bocina como se especifica en la figura 24. Para dicho sistema de detección obstáculos se utilizó el microcontrolador ESP8266 NodeMCU, el sensor infrarrojo KY032 y una bocina. Tanto el sensor como el actuador se programaron en el software Arduino IDE, donde el algoritmo para la bocina fue programado de acuerdo con la frecuencia normal de audición de los perros la cual es de 20kHz, dicha bocina se activa cada vez que el sensor infrarrojo detecte algún obstáculo que se encuentre a una distancia mínima de 5cm en la dirección del sensor.

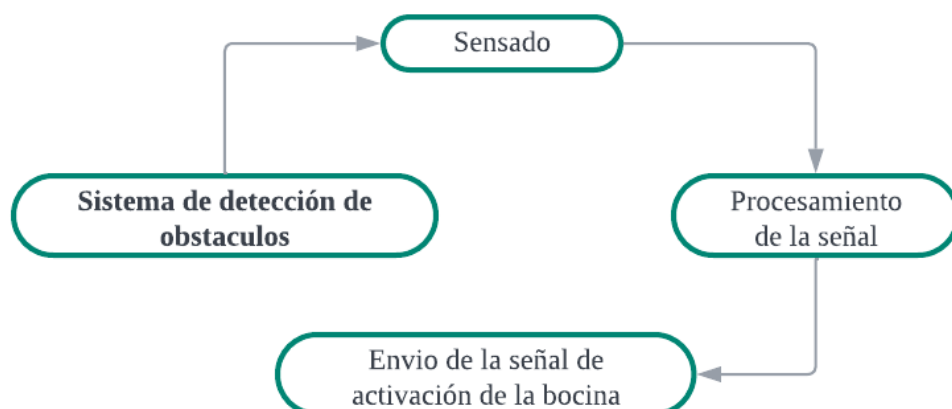


Figura 24. Diagrama de bloques del sistema de detección de obstáculos

Elaborado por: El investigador

El sensor KY-032 para detección de obstáculos se conectó al GPIO2 como una entrada y la bocina se conectó al GPIO0 como una salida, como se muestra en la figura 25. La alimentación para el sensor se realizó por medio de los pines GND y 3.3V y para el actuador se conectó el GND.

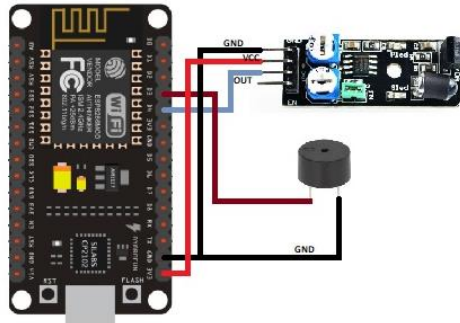


Figura 25. Diagrama del sistema de detección de obstáculos

Elaborado por: El investigador

Configuración del microcontrolador

Para la programación del sistema de detección de obstáculos (tabla 15) se declara el sensor KY-032 como entrada y el buzzer como salida. El sensor KY-032 utiliza una lógica inversa por lo que este se habilita con 0 y cuando se encuentra en el estado 1 se encuentra deshabilitado. Es por lo que el buzzer se activara al detectar un 0 enviado con el sensor infrarrojo. La frecuencia del buzzer se programó de acuerdo con la frecuencia de audición de los perros, donde se utilizó la función `tone` que permite colocar la frecuencia en Hz.

Tabla 15. Programación del microcontrolador para el sistema de detección de obstáculos

Programación	Descripción	
<i>if</i>	Condición	<i>if (deteccion == 1) {</i>
<i>else</i>	Condición	
<i>buzzerPin</i>	Nombre del pin buzzer	

<i>noTone</i>	Detiene la generación de una onda cuadrada generada por <code>tone()</code>	<pre> } else { tone (buzzerPin, 20000); } </pre>
<i>tone</i>	Genera un tono a una frecuencia determinada en hertz	
<i>(buzzerPin,20000)</i>	Función <code>tone</code> con el pin específico y la frecuencia (Hz) a la que va a trabajar	

Elaborado por: El investigador

En la figura 26 se muestra el diagrama de clases realizado para el sistema de detección de obstáculos.

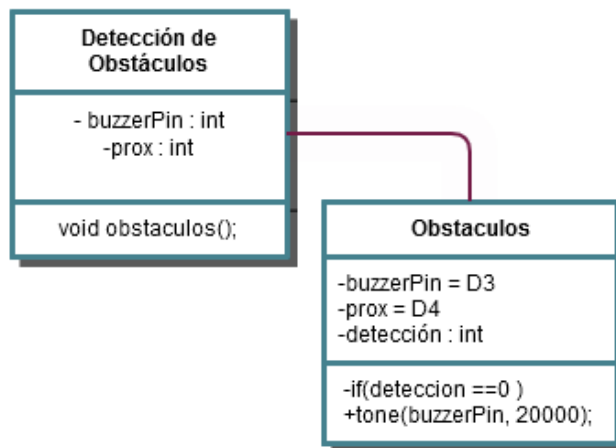


Figura 26. Diagrama de clase del sistema de detección de obstáculos

Elaborado por: El investigador

3.1.8. Diseño del sistema de rastreo

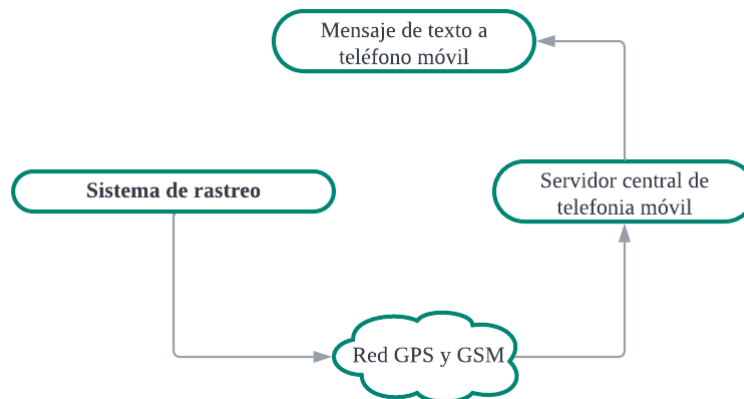


Figura 27. Diagrama de bloques del sistema de rastreo

Elaborado por: El investigador

En el sistema de rastreo se utilizó el módulo GPS NEO-6M y el módulo GSM SIM800L, los cuales son controlados mediante una ESP8266 y programados en Arduino IDE, teniendo el diagrama de bloques en la figura 27 donde se divide en tres etapas para la obtención del mensaje con la ubicación en tiempo real de la mascota. Para la programación del módulo GPS se usó la librería TinyGPS con el que se obtiene la latitud y longitud, mientras que para el módulo GSM se utilizó comandos AT en la programación, para la verificación de la comunicación del módulo con las antenas de telefonía móvil. Para el módulo NEO-6M se conectaron los pines RX y TX respectivamente en el GPIO15 y GPIO13, y se alimentó dicho módulo con GND y 3.3V del microcontrolador. En cuanto a el SIM800L se conectó el RX y TX en el GPIO12 y GPIO14 respectivamente como se muestra en la figura 28, para la alimentación se utilizó un step down para la regulación del voltaje a 4.2V.

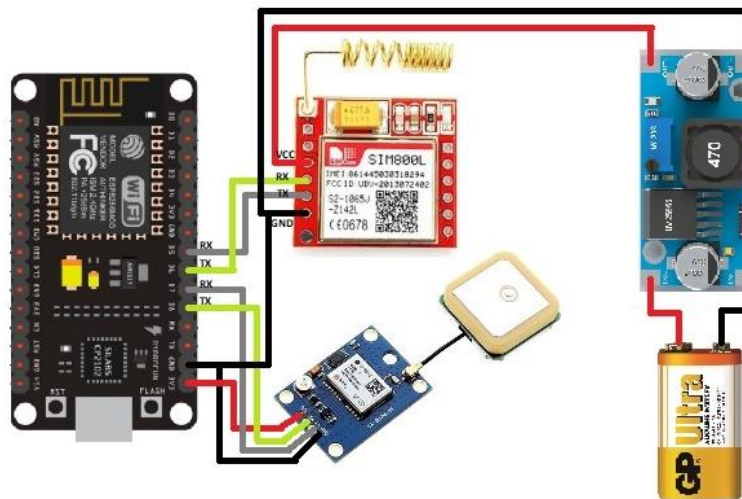


Figura 28. Diagrama del sistema de rastreo

Elaborado por: El investigador

Configuración del microcontrolador

Para el sistema de rastreo se utilizan librerías para el módulo GSM y GPS, programadas en el microcontrolador como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16. Programación del microcontrolador para el sistema de rastreo

Programación	Descripción	
<code>#include</code>	Usado para incluir librerías	<code>#include</code>
<code><SoftwareSerial.h></code>	Se usa para definir puertos serie	<code><SoftwareSerial.h></code>
<code><Arduino.h></code>	Núcleo de arduino donde se encuentran casi todas las funciones	<code>#include <Arduino.h></code> <code>#include <TinyGPS++.h></code>
<code><TinyGPS++.h></code>	Librería de Arduino para analizar el flujo de datos proporcionado por los módulos GPS.	

Elaborado por: El investigador

Lectura del puerto serial

Para la lectura del envío del GPS y GSM se utiliza el serial, como una forma de revisar que se está enviando y recibiendo los mensajes como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17. Descripción de la programación de GPS y GSM

Programación	Descripción	
<i>sim800(D5, D6);</i>	Definición de los pines Rx y Tx para el SIM800L	<i>SoftwareSerial sim800(D5, D6);</i> <i>TinyGPSPlus gps;</i> <i>SoftwareSerial gpsSerial(D7, D8);</i>
<i>TinyGPSPlus gps;</i>	Análisis de los datos del GPS	
<i>gpsSerial(D7, D8);</i>	Definición de los pines Rx y Tx para el GPS	

Elaborado por: El investigador

Comandos AT para la recepción de mensajes

El SIM800L mediante el puerto serial verifica la conexión a la operadora y emite un comando AT para la recepción de mensajes tabla 18.

Tabla 18. Comandos AT para el módulo SIM800L

Programación	Descripción	
		<i>sim800.println("AT");</i>
<i>sim800.println</i>	Impresión de la comunicación con el módulo SIM800L mediante puerto serial	<i>updateSerial();</i> <i>sim800.println("AT+CMGF=1");</i>
<i>AT</i>	Comando de prueba para verificar que la comunicación es	<i>updateSerial();</i>

	bidireccional con el módulo SIM800L	<pre> sim800.println("AT+CNMI=1,2,0,0,0"); updateSerial(); Serial.println("SIM800 Configurado..."); </pre>
<i>AT+CMGF=1</i>	Convierte el módulo en modo mensajes de texto	
<i>AT+CNMI=1,2,0,0,0</i>	Indica al módulo cuando tiene que enviar nuevos datos.	

Elaborado por: El investigador

Recepción de mensaje

Para recibir el mensaje se revisa que sea el número de celular del dueño y una vez realizado dicho proceso se envía el mensaje de retorno con la ubicación de la mascota, en la tabla 19 se muestra la programación para la recepción del mensaje.

Tabla 19. descripción de la programación para la recepción de mensaje

Programación	Descripción	
<i>String cmd = buff.substring</i>	Permite buscar una instancia de una subcadena particular dentro de una cadena dada	<pre> String cmd = buff.substring(9, 22); cmd.trim(); if(cmd == PHONE){ delay(800); Send_Data(); </pre>
<i>cmd.trim();</i>	Elimina los espacios en blanco de la cadena	
<i>if</i>	Condición	

<i>cmd == PHONE</i>	Cuando cmd es igual a PHONE para la condición	
<i>Send_Data();</i>	Función para el envío del mensaje	

Elaborado por: El investigador

Envío de mensaje

Se envía el mensaje con la ubicación en tiempo real, de la obtención de los valores que envía el GPS una vez que se recibe el mensaje y se comprueba el número de celular del dueño de la mascota, como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20. Descripción de la programación para el envío del mensaje de ubicación

Programación	Descripción	
<i>AT+CMGF=1</i>	Configuración del módulo GSM en el modo de texto sms	<i>sim800.println("AT+CMGF=1");</i> <i>sim800.print("AT+CMGS=\""+PHONE+"\r");</i>
<i>AT+CMGS=\""+PHONE+"\r"</i>	Comando para el envío de un mensaje al número de teléfono ingresado	<i>sim800.print("http://maps.google.com/maps?q=loc:");</i> <i>sim800.print(lat);</i>
<i>http://maps.google.com/maps?q=loc:</i>	Enlace que se envía dentro del mensaje de texto con la ubicación.	<i>sim800.print(",");</i> <i>sim800.print(lng);</i> <i>Serial.println("Ubicación enviada");</i>
<i>sim800.print(lat);</i>	El módulo SIM800L imprime en el mensaje la latitud	

<code>sim800.print(lng);</code>	El módulo SIM800L imprime en el mensaje la longitud	
---------------------------------	---	--

Elaborado por: El investigador

Obtención de GPS

Con la librería TinyGPS que se agregó es posible obtener la latitud y longitud que envía el GPS como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21. Descripción de la programación del GPS

Programación	Descripción	
<code>lat, lng</code>	Variables para los valores de latitud y longitud	<code>lat = gps.location.lat();</code> <code>lng = gps.location.lng();</code>
<code>gps.location.lat();</code>	Encuentra las coordenadas de latitud de cualquier dirección.	
<code>gps.location.lng();</code>	Encuentra las coordenadas de longitud de cualquier dirección.	

Elaborado por: El investigador

En la figura 29 se muestra el diagrama de clases realizado para el sistema de rastreo.

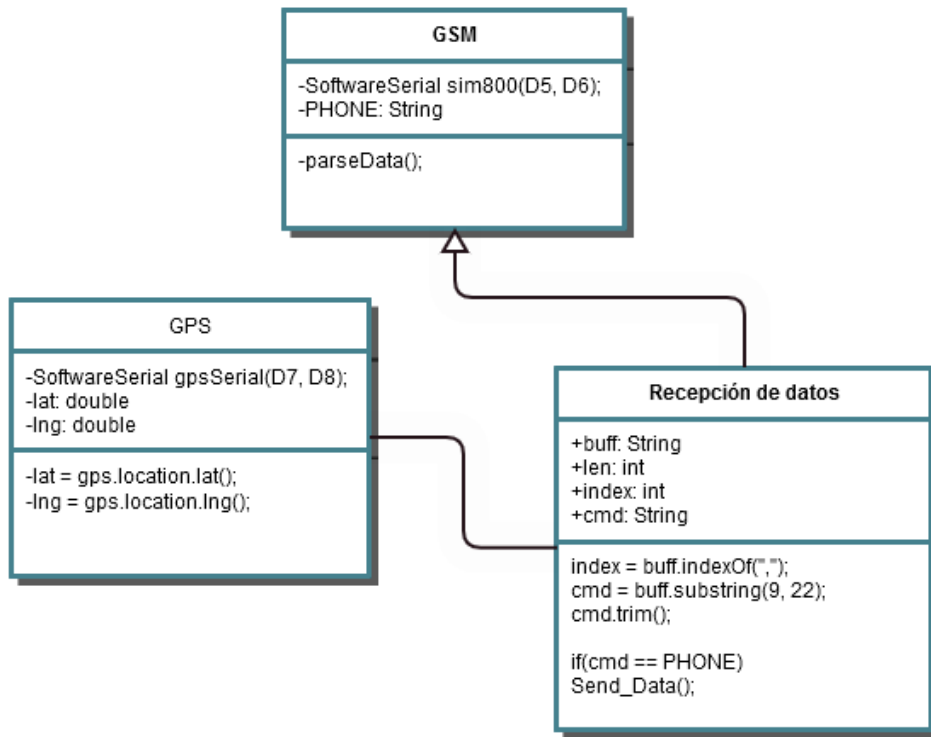


Figura 29. Diagrama de clase del sistema de rastreo

Elaborado por: El investigador

3.1.9. Diseño del sistema de monitoreo de signos vitales

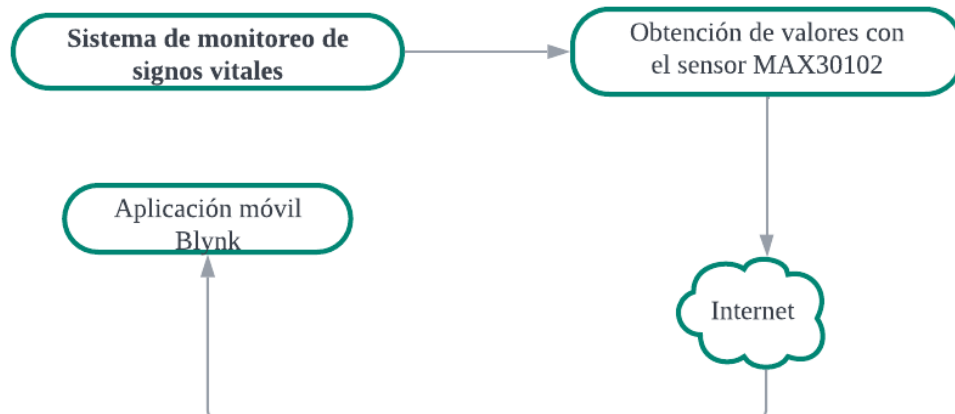


Figura 30. Diagrama de bloques del sistema de monitoreo de signos vitales

Elaborado por: El investigador

En el diseño del sistema de monitoreo de signos vitales se utilizó el sensor MAX30102, el cual se encuentra controlado por el microcontrolador ESP8266. Para el sistema de monitoreo de signos vitales se dividió en tres etapas como se muestra en la figura 30, primero se obtiene los datos de frecuencia cardiaca y temperatura a través del sensor MAX30102, estos datos después son enviados por wifi y finalmente se suben a la plataforma Blynk IOT para la visualización de los datos en tiempo real. Esto se programó en el software Arduino IDE, utilizando la librería sparkfun MAX3010X utilizado para los sensores MAX30100, MAX30102 y MAX30105. Con dicha librería se puede obtener los pulsos por minuto y la temperatura. Además, se calibra el sensor para lograr obtener los valores adecuado de los signos vitales. El sensor se alimentó con GND y 3.3V de la placa que controla el sistema como se observa en la figura 31, también, se conectó el SDA y SCL a los GPIO4 y GPIO5 respectivamente.

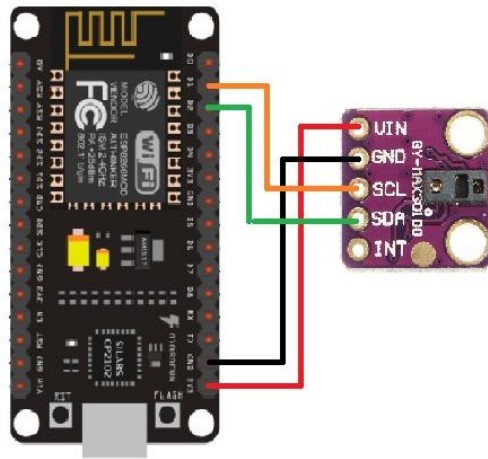


Figura 31. Diagrama del sistema de signos vitales

Elaborado por: El investigador

Configuración del microcontrolador

Para el sensor MAX30102 se utilizó las siguientes librerías que se muestran en la tabla 22.

Conexión a internet

Para la conexión a internet se incluye la respectiva librería de la placa y se ingresan los datos de la red wifi, usuario y contraseña (tabla 22).

Tabla 22. Descripción de las librerías usadas para el sistema de monitoreo de signos vitales

Programación	Descripción	
<i>include</i>	Usado para incluir librerías	<i>#include "MAX30105.h"</i>
<i>heartRate.h</i>	Librería para obtener valores de frecuencia cardiaca	<i>#include "heartRate.h"</i> <i>MAX30105</i> <i>particleSensor;</i>
<i>MAX30105.h</i>	Librería del sensor MAX30102	<i>#include</i>
<i>ESP8266WiFi.h</i>	Librería de WiFi para el microcontrolador ESP8266	<i><ESP8266WiFi.h></i>
<i>char ssid[]</i>	Usado para agregar el nombre de la red de internet	<i>char ssid[] = "*****";</i>
<i>char pass[]</i>	Usado para agregar la contraseña de la red de internet	<i>char pass[] = "*****";</i>

Elaborado por: El investigador

Conexión a Blynk

En la conexión con Blynk (tabla 23) se ingresa el nombre del proyecto de Blynk, el id del proyecto y el token que se genera en Blynk.

Tabla 23. Descripción de la programación de la plataforma móvil y web

Programación	Descripción	
<i>#define</i>	Permite dar un nombre a un valor constante	<i>#define</i>
<i>BLYNK_TEMPLATE_ID</i>	Es el código de identificación de la	<i>BLYNK_TEMPLATE_ID</i> <i>*****</i>

	plantilla creada en Blynk	<i>#define</i> <i>BLYNK_DEVICE_NAME</i> "***"
<i>BLYNK_DEVICE_NAME</i>	Nombre con el que se creo el dispositivo en Blynk IOT	<i>#define</i> <i>BLYNK_AUTH_TOKEN</i> "***"
<i>BLYNK_AUTH_TOKEN</i>	Token de autorización que proporciona la plataforma Blynk al crear un proyecto	<i>#include</i> < <i>BlynkSimpleEsp8266.h</i> > <i>char auth[] =</i> <i>BLYNK_AUTH_TOKEN;</i>
<i>BlynkSimpleEsp8266.h</i>	Librería de Blynk en Arduino IDE para la placa ESP8266	

Elaborado por: El investigador

Obtención de signos vitales y envío a Blynk

Para la programación de los signos vitales (tabla 24) se obtienen los pulsos por minuto (ppm) obteniendo el valor de delta el cual se obtiene restando el valor del último bit menos la cantidad de milisegundos que pasaron hasta obtener dicho valor. Es entonces que los pulsos por minuto resultan de la división de sesenta dividido para el valor de delta sobre mil.

Tabla 24. Descripción de la programación del sistema de monitoreo de signos vitales

Programación	Descripción	
<i>Long</i>	Números enteros sin decimales	<i>long irValue = particleSensor.getIR();</i> <i>long delta = millis() - lastBeat;</i>
<i>irValue</i>	Valor que define si el dispositivo esta cerca de la piel o no	

<i>millis</i>	Devuelve el número de milisegundos transcurridos desde que la placa fue ejecutada	<i>lastBeat = millis();</i>
<i>lastBeat</i>	Hora a la que se produjo el último tiempo float beatsPerMinute	<i>beatsPerMinute = 60 / (delta / 1000.0);</i>
<i>beatsPerMinute</i>	Variable de los pulsos por minuto	<i>if (beatsPerMinute > 50 && beatsPerMinute < 150){</i>
<i>temperature</i>	Variable para la temperatura	<i>Blynk.virtualWrite(V1, beatsPerMinute);</i>
<i>Blynk.virtualWrite</i>	Escritura en los pines virtuales de Blynk a través de Arduino IDE	<i>temperature = (particleSensor.readTemperature() + resolution);</i>
<i>V1, V2</i>	Pines virtuales usados para tomar los valores de ppm y temperatura	<i>Blynk.virtualWrite(V2, temperature);</i>

Elaborado por: El investigador

Para enviar los datos a Blynk se utilizan pines virtuales los que se declaran en la programación de acuerdo con lo que se configura en previamente en Blynk. En la figura 32 se muestra el diagrama de clase del sistema de monitoreo de signos vitales.

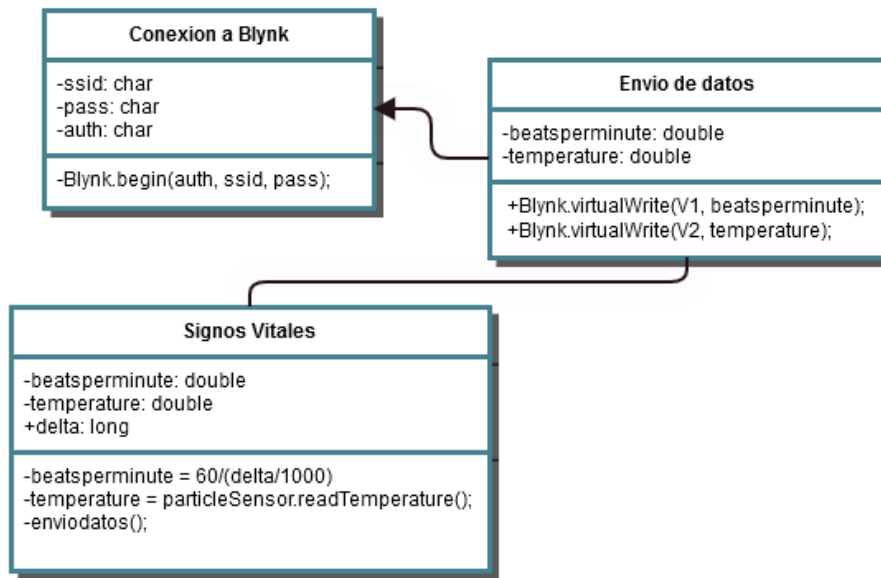


Figura 32. Diagrama de clase del sistema de monitoreo de signos vitales

Elaborado por: El investigador

3.1.10. Diseño de la aplicación móvil y web

La aplicación móvil y web fueron diseñadas en la plataforma Blynk, utilizando los parámetros necesarios para el monitoreo de la mascota. Para la conexión de Blynk con el dispositivo electrónico se introdujeron las credenciales que se muestran en la figura 33 en la programación del dispositivo electrónico.

```

FIRMWARE CONFIGURATION
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPLM1NI9zLM"
#define BLYNK_DEVICE_NAME "Dispositivo Electrónico"
  
```

Template ID and Device Name should be included at the top of your main firmware

Figura 33. Credenciales de Blynk

Elaborado por: El investigador

Además, se crearon pines virtuales como se muestra en la figura 34 para la obtención de los datos que se enviaron desde el microcontrolador. Para dichos pines virtuales se

configuraron de acuerdo con el tipo de dato con el que se maneja, el rango, y las unidades con las que trabaja cada valor.

Id	Name	Alias	Color	Pin	Data Type	Units	Is Raw	Min	Max
2	BPM	BPM	■	V1	Double	rpm	false	0	150
7	Temp	Temp	■	V2	Double	°C	false	0	40

Figura 34. Creación de pines virtuales

Elaborado por: El investigador

De igual manera se diseñaron alertas en caso de que la frecuencia cardiaca del canino este fuera del rango normal que varía entre los 60 y 150 latidos por minuto (ppm), y una alerta cuando el rango de temperatura sube como se muestra en la figura 35.

Id	Name	Code	Color	Type
1	Online	ONLINE	■	Online
2	Offline	OFFLINE	■	Offline
3	alerta bpm	alerta_bpm	■	Warning
4	bpm alta	bpm_alta	■	Warning
5	temperatura	temperatura	■	Warning

Figura 35. Creación de alertas

Elaborado por: El investigador

Aplicación web

Para la aplicación web se usó tres tipos de visualizadores, un medidor, una etiqueta y un gráfico. En el gráfico se visualiza un resumen de el comportamiento tanto de la

frecuencia cardiaca como la temperatura, para conocer lo que ha pasado durante el día como se muestra en la figura 36.

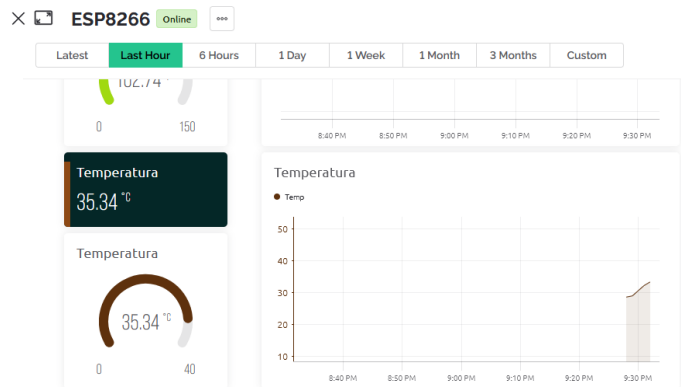


Figura 36. Diseño de plataforma web

Elaborado por: El investigador

Cuando los valores de frecuencia cardiaca o temperatura estan fuera del rango llegan notificaciones como se muestra en la figura 37 alertando que los valores medidos son anormales.



Figura 37. Notificaciones de alertas

Elaborado por: El investigador

Aplicación móvil

Para el desarrollo de la aplicación móvil se usaron dos tipos de visualizadores como se muestra en la figura 38, el primero es un medidor para conocer el valor de medición tanto de frecuencia cardiaca como de la temperatura y el otro visualizador es un gráfico para obtener un resumen de la variación de signos vitales de la mascota durante el día, semana, mes y año.

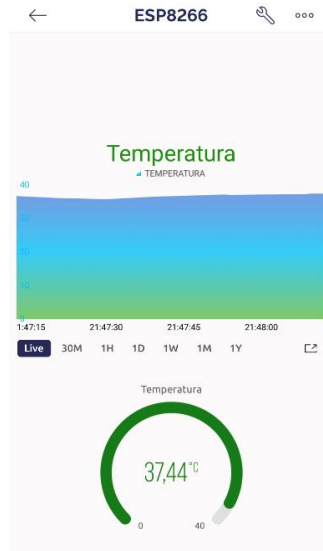


Figura 38. Diseño de aplicación móvil

Elaborado por: El investigador

Las alertas para la aplicación móvil llegan en notificaciones al dispositivo y al correo electrónico como se muestran en la figura 39, cabe mencionar que cuando no se tiene conexión wifi llega una alerta de que el dispositivo está en modo offline

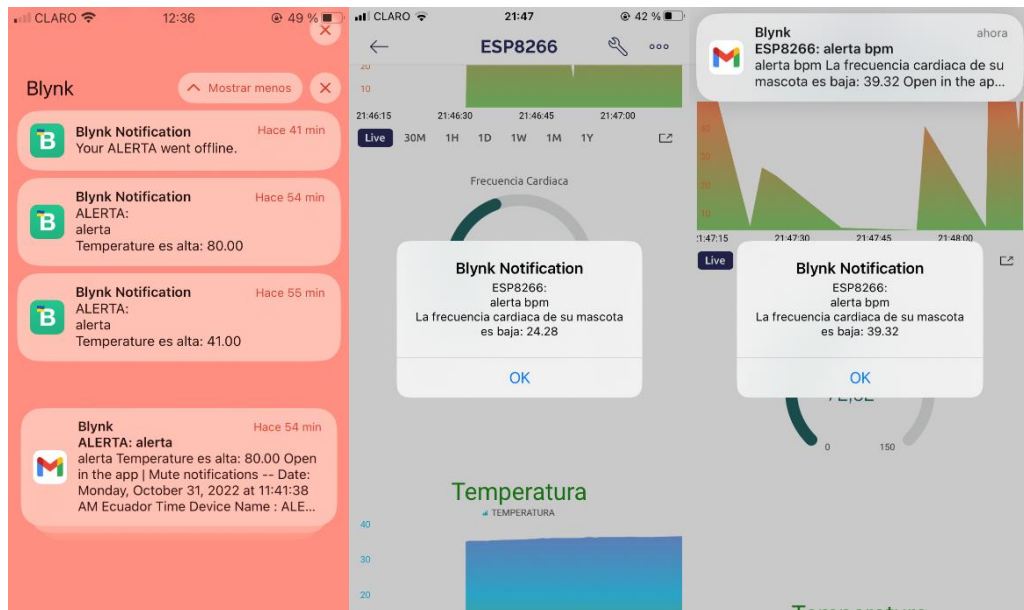


Figura 39. Envío de alertas

Elaborado por: El investigador

Almacenamiento de datos

Mediante la plataforma Blynk IOT se almacenan los datos obtenidos de los sensores, como se muestra en la figura 40 se obtiene un reporte de los datos y de las alertas generadas durante el periodo seleccionado.

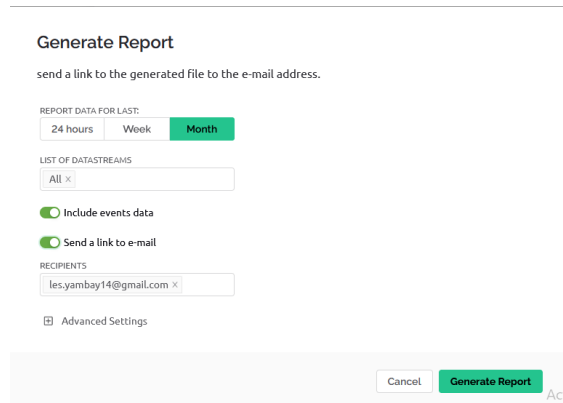


Figura 40. Reporte de los datos del sensor

Elaborado por: El investigador

3.1.11. Pruebas de funcionamiento del sistema electrónico

El sistema electrónico fue puesto a prueba previo a la conexión final, por lo cual se realizó la conexión en una protoboard para la simulación del circuito y las pruebas de funcionamiento como se muestra en la figura 41.

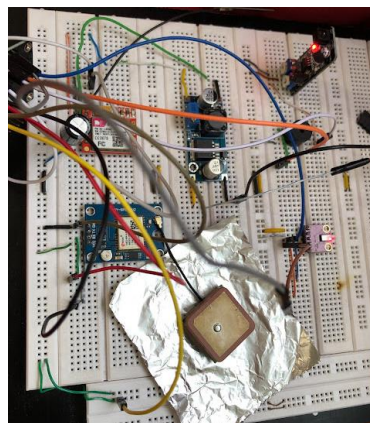


Figura 41. Prueba de funcionamiento en protoboard

Elaborado por: El investigador

Para el arnés se realizaron pruebas previas que se ajusten a los perros de razas medianas y grandes como se muestra en la figura 42, donde se hicieron las respectivas pruebas para que este sea cómodo para la mascota.



Figura 42. Arnés para perros ciegos

Elaborado por: El investigador

Después de realizar las dos pruebas se procedió a realizar la conexión final junto con el arnés como se muestra en la figura 43.



Figura 43. Dispositivo electrónico para perros con déficit visual

Elaborado por: El investigador

Una vez realizada la conexión se comprobó el funcionamiento del dispositivo electrónico, en cuanto al sistema de monitoreo de signos vitales como se observa en la figura 44.



Figura 44. Prueba de funcionamiento del dispositivo electrónico

Elaborado por: El investigador

Para el sistema de rastreo se envía un mensaje de texto y como respuesta envía la localización en tiempo real de la mascota como se observa en la figura 45.

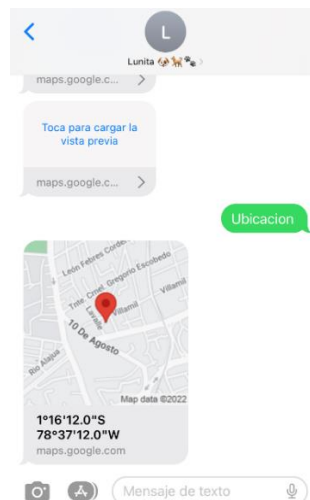


Figura 45. Prueba de funcionamiento del sistema de rastreo

Elaborado por: El investigador

3.2.Presupuesto

En la tabla 25 se visualiza de forma detallada el presupuesto que se utilizó en la ejecución del presente proyecto, en el que consta el costo de los materiales electrónicos utilizados para el dispositivo, y la implementación del dispositivo junto con la impresión 3D, obteniendo un valor de \$224,16.

Tabla 25. Presupuesto del dispositivo electrónico

Ítem	Componente	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	ESP8266	1	\$12,00	\$12,00
2	Sensor KY-032	1	\$5,00	\$5,00
3	Sensor MAX30102	1	\$10,00	\$10,00
4	Módulo NEO-6M	1	\$12,00	\$12,00
5	Módulo SIM800L	1	\$18,00	\$18,00
6	Buzzer Activo	1	\$2,00	\$2,00
7	Step-down LM2596	1	\$3,00	\$3,00
8	Fuente de alimentación	2	\$5,00	\$10,00
9	Servidor en la nube Blynk	-	\$7,00	\$7,00
10	Capacitor	1	\$2,50	\$2,50
11	Cables	-	\$5,00	\$5,00
12	Plan telefónico	-	\$10,00	\$10,00
13	Impresión en 3D	-	\$45,00	\$45,00
14	Diseño e implementación	-	\$40,00	\$40,00
Subtotal				\$176,50
IVA (12%)				\$21,18
Imprevistos (15%)				\$26,48
TOTAL				\$224,16

Elaborado por: El investigador

3.3. Análisis y Discusión de Resultados

3.3.1. Análisis de la duración de la batería

Para el cálculo del tiempo de duración de la batería de 9V 1300mAh, se utilizó la ecuación 1.

$$Tiempo\ estimado_{horas} = \frac{Corriente\ de\ la\ batería\ (mAh)}{Corriente\ de\ la\ carga\ (mA)} \quad (1)$$

Para conocer la corriente de la carga se suman las corrientes de todos los dispositivos electrónicos que conforman el sistema como se muestra en la tabla 26.

Tabla 26. Consumo de corriente del sistema

Dispositivo	Consumo
ESP8266	90 mA
KY032	20 mA
Buzzer	30 mA
MAX30102	60 mA
Modulo GPS	11 mA
Modulo GSM	1000 mA
Total Consumo	1211 mA

Elaborado por: El investigador

Conociendo la corriente de la batería y la corriente de la carga, se tiene como resultado que el tiempo estimado de la duración de la batería es de 1 hora.

$$Tiempo\ estimado_{horas} = \frac{1300\ mAh}{1211\ mA}$$

$$Tiempo\ estimado_{horas} = 1.07\ horas$$

3.3.2. Análisis de potencia

Una vez realizada la investigación de los parámetros técnicos de cada uno de los elementos que conforman el dispositivo electrónico, se realizó el cálculo de la potencia de cada uno de los mismo con base en la ecuación 2. Obteniendo los datos de la tabla 27.

$$Potencia = Voltaje (V) * Corriente(A) \quad (2)$$

Tabla 27. Consumo de potencia del dispositivo electrónico

Dispositivo	Corriente	Voltaje	Potencia
ESP8266	90 mA	3.3V	297 mW
KY-032	20 mA	3.3V	66 mW
Buzzer	30 mA	3.3V	99 mW
MAX30102	60 mA	3.3V	198 mW
NEO-6M	11 mA	3.3V	36,3 mW
SIM800L	1000 mA	3.7V	3700 mW
TOTAL			1396,3 mW

Elaborado por: El investigador

El dispositivo electrónico cuenta con 1 microcontrolador, 2 sensores, 2 actuadores y 2 módulos, mediante los cuales se obtuvo un valor de consumo de potencia total con base a la ecuación 3 de todos los elementos que conforman el dispositivo electrónico de 4,39 W.

$$Potencia_{Total} = \sum Potencia \text{ dispositivos} \quad (3)$$

$$Potencia_{Total} = 297 \text{ mW} + 66 \text{ mW} + 99 \text{ mW} + 198 \text{ mW} + 36,3 \text{ mW} + 3700 \text{ mW}$$

$$Potencia_{Total} = 4396,3 \text{ mW} = 4,39W$$

La potencia de la batería se calcula utilizando la ecuación 2, obteniendo una potencia de 11,7Wh.

$$Potencia = 9V * 1300mAh$$

$$Potencia = 11,7Wh$$

Considerando la duración de la batería que es de 1 hora se calcula el Wh de la carga con la ecuación 4, donde resulta que la carga utilizará una potencia de 4,39Wh durante la duración de la batería. Comparando con la potencia de la batería se puede definir que la potencia de la carga es la adecuada ya que la batería tiene una potencia de hasta 11,7Wh.

$$Potencia_{Wh} = Potencia * horas \quad (4)$$

$$Potencia_{Wh} = 4,39W * 1h$$

$$Potencia_{Wh} = 4,39Wh$$

3.3.3. Análisis de la distancia de detección de obstáculos

Se realizaron pruebas para conocer la efectividad del sistema de detección de obstáculos frente a la distancia a la que se espera que se detecten los obstáculos. Por lo que en la Tabla 28 se muestran las pruebas realizadas en 10 días diferentes con distintos obstáculos.

El cálculo de la efectividad se desarrolló una vez conocido el promedio de la distancia real sobre la distancia esperada por el cien por ciento, con el uso de la ecuación 5 se obtuvo que la efectividad del sistema de detección de obstáculos es de 97,2%.

$$Efectividad = \frac{Distancia Real}{Distancia Esperada} \times 100\% \quad (5)$$

$$Efectividad = \frac{4,86}{5} \times 100\%$$

$$Efectividad = 97,2\%$$

Tabla 28. Análisis de la distancia de detección de obstáculos

Día	Distancia esperada (cm)	Distancia Real (cm)
1	5	5,0
2	5	4,5
3	5	4,8
4	5	4,9
5	5	4,7
6	5	5,0
7	5	5,0
8	5	4,9
9	5	5,0
10	5	4,8
PROMEDIO	5	4,86

Elaborado por: El investigador

3.3.4. Análisis del tiempo de respuesta del sistema de rastreo

El sistema de rastreo funciona de tal manera que el dueño pueda enviar un mensaje de texto al número usado para la mascota, obteniendo como resultado un SMS de respuesta con la ubicación en Google maps en tiempo real del perro. Para las pruebas de funcionamiento se realizó un análisis del tiempo de respuesta desde el momento en que el dueño envía el mensaje hasta el momento que obtiene el enlace de Google maps.

Tabla 29. Pruebas de funcionamiento del tiempo de respuesta del sistema de rastreo

Día	Medición de la distancia de detección de obstáculos				
	N° de pruebas	Pruebas exitosas	Pruebas fallidas	Porcentaje de pruebas exitosas	Tiempo de respuesta (segundos)
1	10	10	0	100%	10
2	10	9	1	90%	24
3	10	8	2	80%	20
4	10	9	1	90%	30
5	10	9	1	90%	60
6	10	8	2	80%	41
7	10	8	2	80%	35
8	10	9	1	80%	24
9	10	8	2	80%	29
10	10	10	0	100%	51
Total	100	88	12	Promedio 88%	Promedio 32 segundos

Elaborado por: El investigador

Mediante las pruebas que se realizaron al sistema de rastreo, se simuló el extravió de la mascota, tomando 10 pruebas diarias con una duración de 10 días, con los resultados que se muestran en la tabla 29.

En la figura 46 se observa la cantidad de pruebas exitosas frente a las pruebas fallidas del sistema de rastreo, de acuerdo con los datos tomados y obteniendo como resultado un promedio de tiempo de respuesta de 32 segundos aproximadamente.

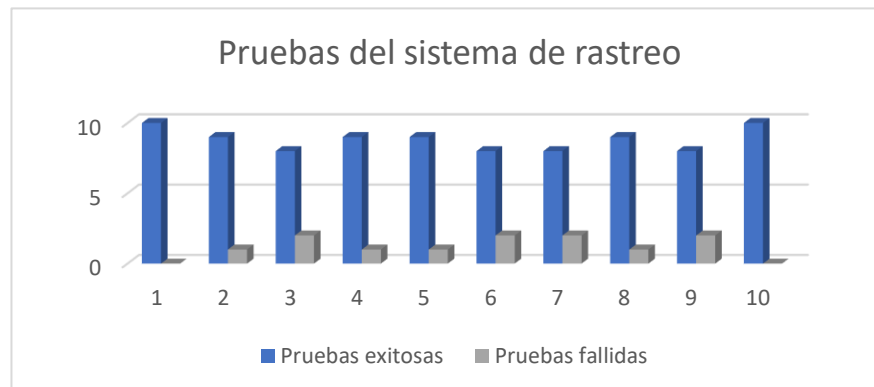


Figura 46. Gráfica estadística de las pruebas exitosas y fallidas

Elaborado por: El investigador

3.3.5. Análisis de precisión del sistema de monitoreo de signos vitales

Una vez realizadas las pruebas se analiza la precisión de la obtención de datos, para lo cual se utiliza la teoría de cálculo de errores con el uso de las ecuaciones 6 y 7.

$$Error\ Absoluto\ (Ea) = |Valor\ Real - Valor\ del\ dispositivo| \quad (6)$$

$$Error\ Relativo = \left| \frac{Error\ Absoluto\ (Ea)}{Valor\ Real} \right| \times 100 \quad (7)$$

Paciente 1

Tabla 30. Pruebas de la medición de signos vitales

N° de mediciones	Medición de latidos por minuto (ppm)			
	Paciente: Luna			
	Latidos por minuto (ppm)		Error	
	Instrumento médico	Valor dispositivo electrónico	Error Absoluto (Ea)	Error Relativo (Er)
1	95,4	95,0	0,4	0,419
2	96,2	95,7	0,5	0,520
3	97,6	97,5	0,1	0,102
4	98,1	97,8	0,3	0,306
5	97,5	97,5	0	0,000
6	96,3	96,0	0,3	0,312
7	95,7	95,6	0,1	0,104
8	97,4	97,0	0,4	0,411
9	96,2	95,9	0,3	0,312
10	97,7	97,5	0,2	0,205
Total			0,26	0,269

Elaborado por: El investigador

Tabla 31. Prueba de precisión de la medición de temperatura

N° de mediciones	Medición de temperatura			
	Paciente: Luna			
	Temperatura (°C)		Error	
	Instrumento médico	Valor dispositivo electrónico	Error Absoluto (Ea)	Error Relativo (Er)
1	38,2	37,5	0,7	1,832
2	38,5	38,4	0,1	0,260
3	37,9	37,7	0,2	0,528
4	38,7	38,5	0,2	0,517
5	38,4	38	0,4	1,042
6	38,6	38,5	0,1	0,259
7	37,8	36,9	0,9	2,381
8	38,2	38	0,2	0,524
9	37,9	37,8	0,1	0,264
10	38,0	37,4	0,6	1,579
Total			0,35	0,918

Elaborado por: El investigador

Paciente 2

Tabla 32. Pruebas de la medición de signos vitales

N° de mediciones	Medición de latidos por minuto (ppm)			
	Paciente: Molly			
	Latidos por minuto (ppm)		Error	
	Instrumento médico	Valor dispositivo electrónico	Error Absoluto (Ea)	Error Relativo (Er)
1	96,2	95,4	0,8	0,832
2	95,8	95,7	0,1	0,104
3	96,1	95,8	0,3	0,312
4	97,1	96,7	0,4	0,412
5	96,3	95,1	1,2	1,246
6	95,8	95,7	0,1	0,104
7	96,3	95,4	0,9	0,935
8	96,7	96,7	0	0,000
9	95,8	95,1	0,7	0,731
10	96,7	95,9	0,8	0,827
Total			0,53	0,550

Elaborado por: El investigador

Tabla 33. Prueba de precisión de la medición de temperatura

N° de mediciones	Medición de temperatura			
	Paciente: Molly			
	Temperatura (°C)		Error	
	Instrumento médico	Valor dispositivo electrónico	Error Absoluto (Ea)	Error Relativo (Er)
1	38,0	37,5	0,5	1,316
2	37,9	37,6	0,3	0,792
3	38,2	37,7	0,5	1,309
4	37,5	37,5	0	0,000
5	38,6	38,0	0,6	1,554
6	37,9	37,5	0,4	1,055
7	37,6	36,9	0,7	1,862
8	38,1	37,8	0,3	0,787
9	37,7	37,6	0,1	0,265
10	38,2	37,7	0,5	1,309
Total			0,39	1,025

Elaborado por: El investigador

Paciente 3

Tabla 34. Pruebas de la medición de signos vitales

N° de mediciones	Medición de latidos por minuto (ppm)			
	Paciente:Toto			
	Latidos por minuto (ppm)		Error	
	Instrumento médico	Valor dispositivo electrónico	Error Absoluto (Ea)	Error Relativo (Er)
1	97,1	96,7	0,4	0,412
2	98,2	97,7	0,5	0,509
3	96,6	96,5	0,1	0,104
4	98,4	97,8	0,6	0,610
5	97,1	97,1	0	0,000
6	96,2	95,8	0,4	0,416
7	95,9	95,6	0,3	0,313
8	96,1	95,4	0,7	0,728
9	97,6	96,9	0,7	0,717
10	97,2	97,0	0,2	0,206
Total			0,39	0,401

Elaborado por: El investigador

Tabla 35. Prueba de precisión de la medición de temperatura

N° de mediciones	Medición de temperatura			
	Paciente: Toto			
	Temperatura (°C)		Error	
	Instrumento médico	Valor dispositivo electrónico	Error Absoluto (Ea)	Error Relativo (Er)
1	37,7	37,7	0	0
2	38,2	38,0	0,2	0,524
3	38,4	37,7	0,7	1,823
4	37,7	37,5	0,2	0,531
5	37,6	37,0	0,6	1,596
6	38,4	38,1	0,3	0,781
7	37,1	36,9	0,2	0,539
8	38,6	38,4	0,2	0,518
9	37,5	37,1	0,4	1,067
10	38,2	37,7	0,5	1,309
Total			0,33	0,869

Elaborado por: El investigador

Tabla 36. Análisis de la medición de latidos por minuto de pacientes

Medición de latidos por minuto (ppm)		
Paciente	Valor Absoluto	Valor Relativo
Luna	0,26	0,269
Molly	0,53	0,550
Toto	0,39	0,401
Promedio	0,39	0,407

Elaborado por: El investigador

Tabla 37. Análisis de la medición de temperatura de los pacientes

Medición de temperatura		
Paciente	Valor Absoluto	Valor Relativo
Luna	0,35	0,918
Molly	0,39	1,025
Toto	0,33	0,869
Promedio	0,36	0,937

Elaborado por: El investigador

Para la medición de los latidos por minuto (ppm) se determinó después del análisis que los valores que se obtuvieron al realizar un promedio Tabla 36 en base a los tres pacientes se tienden a acercarse al valor exacto con una confiabilidad que podría variar hasta 1,2 ppm en situaciones en las que el sensor se encuentre mal posicionado. El valor del error absoluto promedio es de 0,39 ppm y una confiabilidad de 99,59%,

obtenido después de la realización de las pruebas pertinentes comparado con un medidor veterinario utilizado comúnmente.

Para la temperatura se determinó después del análisis que los valores que se obtuvieron Tabla 37 se tienden a acercarse al valor exacto con una confiabilidad que podría variar hasta 0,9 °C en situaciones en las que el sensor se encuentre mal posicionado. El valor del error absoluto promedio es de 0,36 °C y una confiabilidad de 99,06%, obtenido después de la realización de las pruebas pertinentes comparado con un instrumento veterinario.

3.3.6. Análisis Ergonómico

El dispositivo electrónico fue diseñado en base a las necesidades del perro con déficit visual, sin embargo, se tomó en cuenta un análisis del peso y tamaño del dispositivo que sea acorde a la mascota por lo que se detalla en la Tabla 38.

Tabla 38. Análisis del peso del dispositivo electrónico para perros con déficit visual

Sistema	Peso (g)
Sistema de detección de obstáculos	37
Sistema de monitoreo de signos vitales	23
Sistema de rastreo	180
Total	240 g

Elaborado por: El investigador

El peso es considerado como muy adecuado ya que los perros pueden cargar hasta un 20% de su propio peso, tomando en cuenta que el promedio de peso de los perros medianos es de entre 14 y 27 kilos se realizan los siguientes cálculos.

$$240g = \frac{0.001kg}{1g} = 0,24kg$$

Una vez transformado el peso total del dispositivo de gramos a kilogramos, se realizó una regla de tres con base en el peso aproximado de un perro de raza mediana para conocer el porcentaje que representa el dispositivo frente al peso de la mascota, teniendo como resultado que el dispositivo es el 1,71% del peso de la mascota, siendo adecuado para el mismo.

$$\frac{0,24 \text{ kg} * 100\%}{14 \text{ kg}} = 1,71\%$$

Para el diseño del arnés se tomó en cuenta el cumplimiento de ciertos parámetros que se muestran en la Tabla 39, evitando que la mascota se sienta incomoda y que pueda desplazarse de manera libre.

Tabla 39. Análisis ergonómico del dispositivo

Parámetro	Muy adecuado	Adecuado	Nada adecuado
Forma de Y	✓		
Comodidad del perro	✓		
No bloquea articulaciones	✓		
Peso	✓		

Elaborado por: El investigador

El arnés junto con el dispositivo es adecuado tomando en cuenta cada uno de los parámetros que debe cumplir el arnés para evitar que existan complicaciones futuras, además, el dispositivo tiene un peso adecuado para la mascota.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- El dispositivo electrónico permite que la mascota con déficit visual pueda desplazarse libremente, aumentando la confianza del perro para caminar; además, el dueño puede cuidar al perro mediante el monitoreo de los signos vitales y también de la ubicación en tiempo real de la mascota para evitar pérdidas.
- El sistema de rastreo que se encuentra incluido en el dispositivo electrónico tiene un 88% de eficiencia, puesto que la conexión del GSM y el GPS no tuvieron problemas al conectarse a las antenas, teniendo un tiempo de respuesta promedio de 32 segundos para que el usuario pueda obtener la ubicación en tiempo real de la mascota mediante el uso de mensajes de texto.
- Se determinó que las mediciones de los latidos por minuto de la mascota pueden variar hasta en 1,2 ppm debido a mala posición del sensor, teniendo entonces un margen de confiabilidad del 99,59% con respecto a los medidores veterinarios utilizados actualmente.
- La temperatura corporal de los perros puede variar hasta 0,35°C en el dispositivo electrónico para la toma de signos vitales, es decir, el medidor tiene una eficiencia de 99,08% en cuanto a un termómetro utilizado comúnmente para la evaluación de los animales.
- Se definió que en el sistema de detección de obstáculos la bocina debe adaptarse a la frecuencia de 20kHz ya que esta no es perjudicial para los perros y es diferente a la de los humanos.

- El peso del dispositivo electrónico es el 1,71% del peso del animal según el análisis ergonómico realizado, esto quiere decir que el dispositivo permite que se adapte ergonómicamente a las cualidades del animal.

4.2.Recomendaciones

- Se recomienda que el sensor para la detección de obstáculos se encuentre direccionado correctamente de forma que sea más fácil la detección de algún elemento en el camino de la mascota.
- La alimentación del GSM SIM800L es de 3,7 V a 4,2V y trabaja a 2 A es por ello por lo que se recomienda que este sea alimentado con un regulador de voltaje y de forma independiente, para evitar fallas en el envío de datos y señales.
- El sensor MAX30102 debe ser colocado en el pecho de la mascota para tener mayor precisión en los datos de los latidos por minuto y de la temperatura que se obtienen en la aplicación.
- Se recomienda realizar un estudio de la batería y el consumo de los dispositivos, puesto que en el trabajo de titulación se realizó un prototipo y la batería únicamente es funcional para 1 hora.
- Se recomienda buscar diferentes materiales para la construcción del arnés que permitan acoplarse adecuadamente a la mascota, ya que el arnés del proyecto fue construido de manera artesanal se vio necesario buscar varios materiales para que se acople a la mascota.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D. Lomas, «Diseño y construcción de un bastón guía para ayuda en la movilidad de personas no videntes,» Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2022.
- [2] P. Mekha y K. Osathanukul, «Web Application for Sick Animals Health Monitoring System,» *IEEE Xplore*, 2020.
- [3] V. Meshram, K. Patil, V. Meshram y F. Che Shu, «An Astute Assistive Device for Mobility and Object Recognition for Visually Impaired People,» *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, vol. 49, 2019.
- [4] A. Gavilanes, «Sistema Electrónico de Detección y Rastreo de Mascotas,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2018.
- [5] K. Patil, Q. Jawadwala y F. Che Shu, «Design and Construction of Electronic Aid for Visually Impaired People,» *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, vol. 48, 2018.
- [6] B. Hugues y M. Torres, «Enfermedades del sistema ocular diagnosticadas en perros y gatos de La Habana,» Universidad Agraria de la Habana, Cuba, 2022.
- [7] M. J. Arias, «ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE TRES ENFERMEDADES OCULARES EN CANINOS, RELACIONADAS A LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO,» Quito, 2018.
- [8] P. Guzmán, «CUANTIFICACION DE LAS PATOLOGÍAS OCULARES ENCONTRADAS EN CANINOS EN EL HOSPITAL VETERINARIO DOGTOR'S CAT,» Quito, 2018.
- [9] A. Cortés, «Dispositivo de seguridad para la ceguera parcial o total canina,» Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, 2015.
- [10] L. Fidalgo, *Patología Médica Veterinaria: Libro de Texto para la Docencia de la Asignatura*, Compostela: Univ Santiago de Compostela, 2003.
- [11] M. Schaer, *Clinical Medicine of the Dog and Cat*, Elsevier España, 2002.
- [12] Survet, «Survet,» 03 junio 2021. [En línea]. Available: <https://urgenciasveterinarias.com/cataratas-perros-gatos-que-son-diagnostico/>. [Último acceso: mayo 2022].

- [13] M. Besteiros, «Nfnatcane,» 25 marzo 2019. [En línea]. Available: <https://nfnatcane.es/blog/glaucoma-canino-que-es-tipos-sintomas-y-tratamiento/>. [Último acceso: mayo 2022].
- [14] R. Quivira, «Experto Animal,» 12 abril 2017. [En línea]. Available: <https://www.expertoanimal.com/atrofia-progresiva-de-retina-en-perros-22027.html>. [Último acceso: mayo 2022].
- [15] A. Vater y J. D. S. M. Bernades, «Degeneración retina adquirida súbita y retinis inmunomediada,» Tandil, 2019.
- [16] L. Sarmiento, «Mundo Perros,» [En línea]. Available: <https://www.mundoperros.es/neuritis-optica-perros/>. [Último acceso: mayo 2022].
- [17] «Todo para tu mascota,» 2022. [En línea]. Available: <https://fundacionluca.org.mx/perros/collares-y-correas/pecheras-para-perros-ciegos/>.
- [18] Andeanvet, «Andeanvet,» [En línea]. Available: <https://andeanvet.com/product/walkin-halo-para-perro-ciego/>. [Último acceso: mayo 2022].
- [19] J. Hyde, A. Cuspinera y J. Regué, Control electroneumático y electrónico, Marcombo, 1997.
- [20] Naylamp, «Naylamp Mechatronics,» [En línea]. Available: <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/589-sensor-de-proximidad-inductivo-lj12a3-4-zby-pnp-no.html>. [Último acceso: Mayo 2022].
- [21] Naylamp, «Naylamp Mechatronics,» [En línea]. Available: <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/295-sensor-de-proximidad-capacitivo-ljc30a3-h-zbx-npn-no.html>. [Último acceso: Mayo 2022].
- [22] T. Maloney, Electrónica industrial moderna, Pearson Educación, 2006.
- [23] «AV Electronics,» [En línea]. Available: <https://avelectronics.cc/producto/sensor-proximidad-infrarrojo-ajustable-e18-d80nk/>. [Último acceso: Mayo 2022].
- [24] Naylamp, «Naylamp Mechatronics,» [En línea]. Available: <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/10-sensor-ultrasonido-hc-sr04.html>. [Último acceso: Mayo 2022].
- [25] A. Baturone, Robótica: Manipuladores y Robots Móviles, Marcombo, 2005.
- [26] V. autores, «Nuevas tecnologías en tenis,» Wanceulen S.L., 2009.

- [27] P. Salazar, Robótica Y Automática en El Aula: Trabajando Con Microcontroladores Picaxe, Lulu.com.
- [28] R. Beiroa, Aprender Arduino, electrónica y programación con 100 ejercicios prácticos, Marcombo, 2019.
- [29] J. Crespo, «Wordpress,» 14 noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2019/03/03/buzzer-con-arduino/>. [Último acceso: mayo 2022].
- [30] J. Cuello y J. Vittone, Diseñando apps para móviles, 2013.
- [31] S. Serna, Diseño de interfaces en aplicaciones móviles, Grupo Editorial RA-MA.
- [32] Blynk, «Blynk IOT,» mayo 2015. [En línea]. Available: <https://blynk.io/>. [Último acceso: marzo 2022].
- [33] B. Forouzan y S. Chung, Protocolo TCP/IP - 3.ed., McGraw Hill Brasil, 2009.
- [34] Gilchrist, The Concise Guide to SSL/TLS for DevOps, 2015.
- [35] J. Huidobro, Comunicaciones Móviles. Sistemas GSM, UMTS y LTE, Grupo Editorial RA-MA.
- [36] L. Letham, GPS fácil. Uso del sistema de posicionamiento global, Editorial Paidotribo, 2001.
- [37] E. López, Arduino. Guía práctica de fundamentos y simulación, Grupo Editorial RA-MA.
- [38] A. Astarloa, Sistemas de Procesamiento Digital., Delta Publicaciones, 2008.
- [39] E. d. Geekflare, «Geekflare,» 16 agosto 2022. [En línea]. Available: <https://geekflare.com/es/iot-platform-tools/>.
- [40] O. Foundation, «Node-RED,» marzo 2022. [En línea]. Available: <https://nodered.org/>.

ANEXOS

ANEXO A

Encuestas sobre el déficit visual en perros y las consideraciones que se deben tomar al realizar la construcción del dispositivo electrónico.

¿Cuáles son las causas comunes del déficit visual en perros?

- Glaucoma
- Mala alimentación
- Edad avanzada
- Cataratas

¿Cuáles considera que son los efectos secundarios de la ceguera en perros?

- Fractura de extremidades
- Cambio de conducta
- Desorientación
- Alteración de nervios
- Otro

¿En qué razas de perros hay más incidencia de perros con casos de ceguera en Ambato?

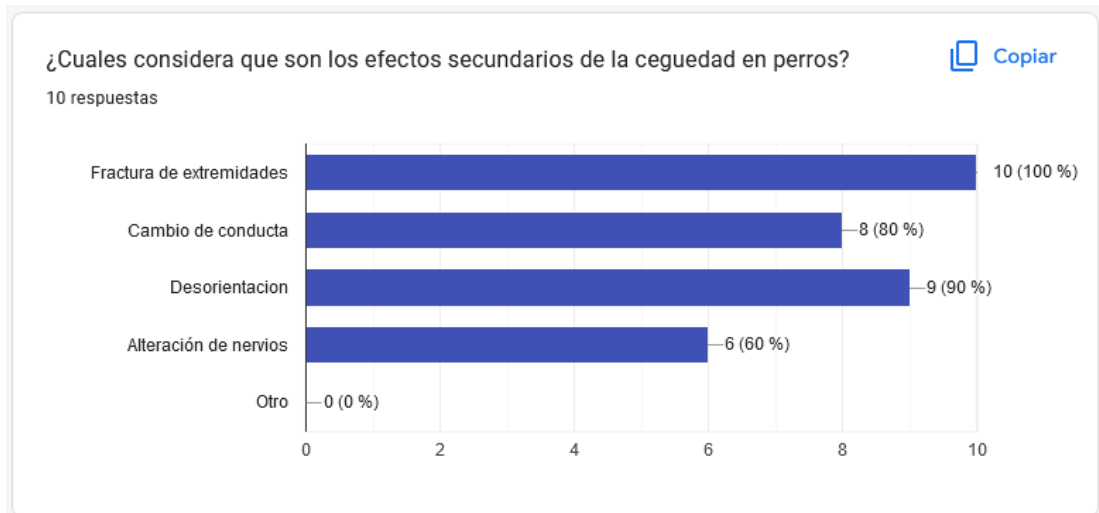
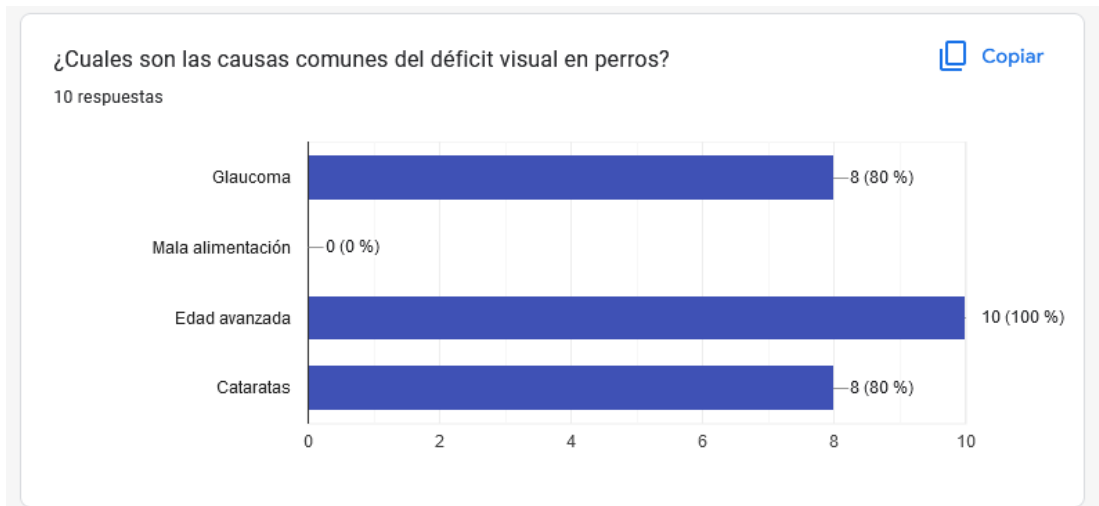
- Cocker americano
- Schnauzer
- Beagle
- San Bernardo
- Otros

¿En qué rango de edades se ve más perros con estas alteraciones visuales en Ecuador?

- 1 a 2 años
- 3 a 4 años
- 4 a 5 años
- mayor a 5 años

¿Qué signos vitales son los más comunes que se toman en un perro durante una cita médica?

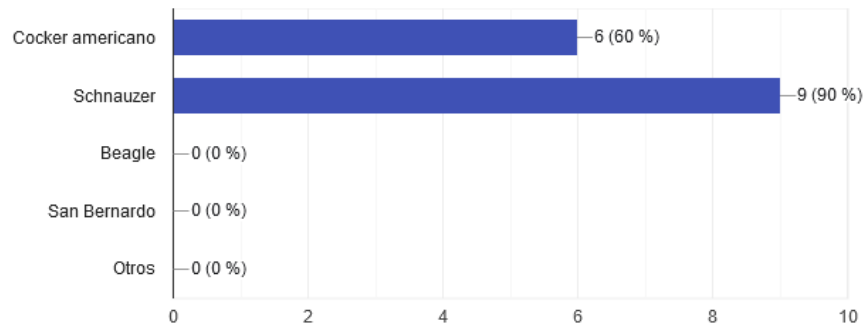
- Temperatura
- Saturación
- Latidos por minuto
- Otros



¿En que razas de perros hay mas incidencia de perros con casos de ceguera en Ambato?

[Copiar](#)

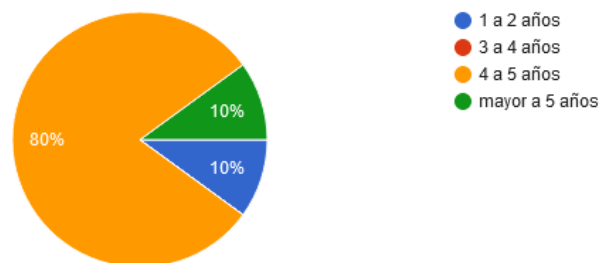
10 respuestas



¿En que rango de edades se ve más perros con estas alteraciones visuales en Ecuador?

[Copiar](#)

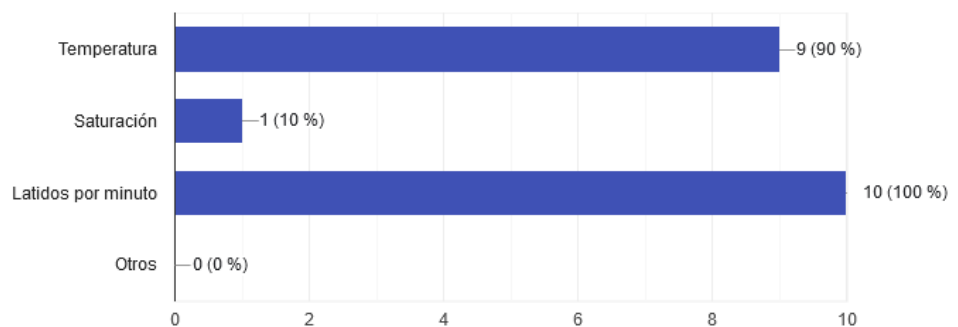
10 respuestas



¿Qué signos vitales son los más comunes que se toman en un perro durante una cita médica?

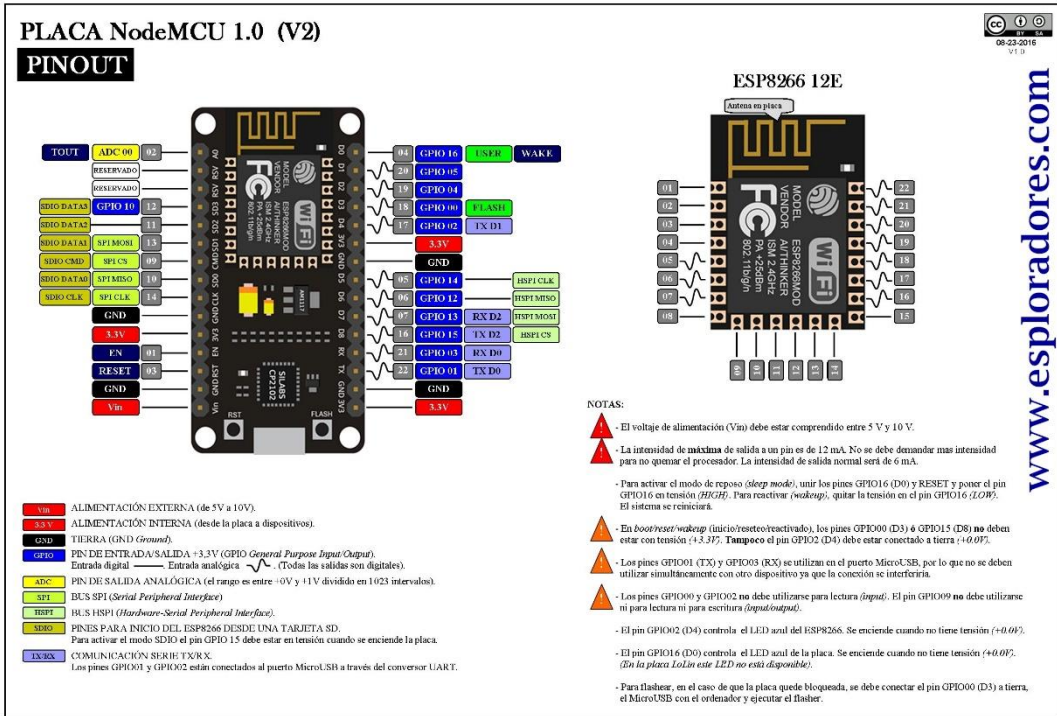
[Copiar](#)

10 respuestas



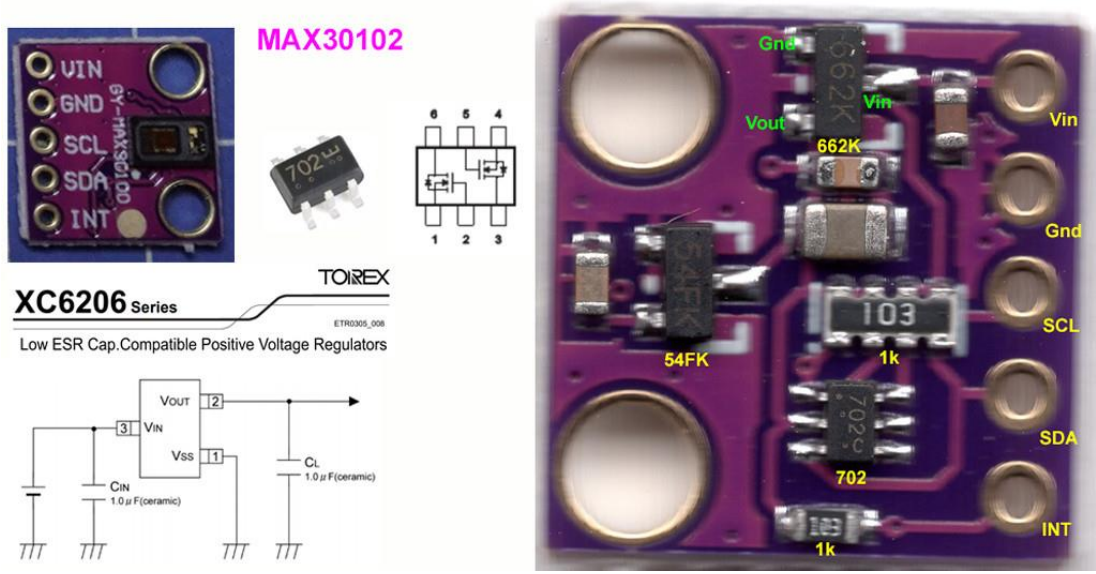
ANEXO B

Diagrama de pines de NodeMCU



ANEXO C

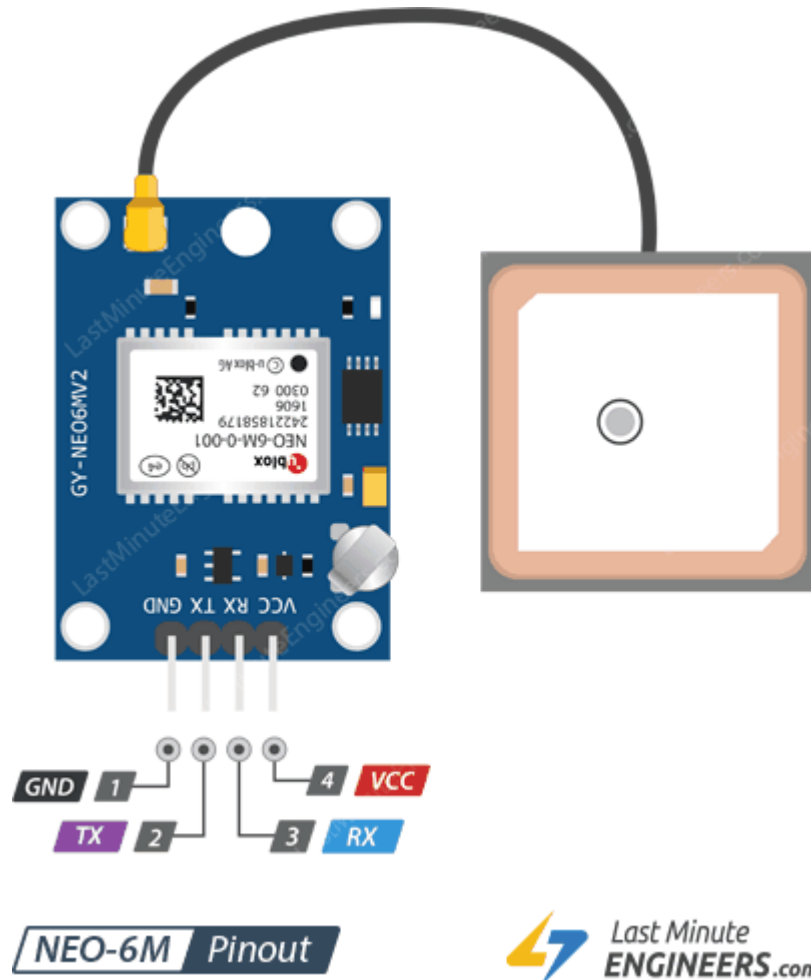
Diagrama de pines del sensor MAX30102



The image displays the MAX30102 sensor module and its pin configuration. On the left, a photograph of the module shows pins labeled VIN, GND, SCL, SDA, and INT. Next to it is a small black component labeled MAX30102 and a TOREX XC6206 Series voltage regulator. A schematic diagram shows the regulator's internal structure and its pin connections: VOUT (pin 2), VIN (pin 3), and VSS (pin 1). The regulator is accompanied by a 1.0 μF ceramic capacitor (CIN) at the input and another 1.0 μF ceramic capacitor (CL) at the output. On the right, a photograph of the sensor module's PCB shows various components labeled: 662K, 54FK, 103, 702, and 1k. The module's pins are labeled: VIN, Gnd, SCL, SDA, and INT.

ANEXO D

Diagrama de pines del módulo NEO-6M



ANEXO E

Diagrama de pines del módulo GSM



ANEXO F

Construcción del sistema electrónico para el desplazamiento y cuidado de perros domésticos con déficit visual

