



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO
INALÁMBRICO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE
SEMOVIENTES EN TIEMPO REAL”

TRABAJO DE TITULACIÓN: **DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS**

Para optar al Grado Académico de:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

AUTORES: EDWIN JAVIER RAMÍREZ CHINLLI
EDISON ALFONSO CHANGO SAILEMA
TUTOR: Ing. JOSÉ ENRIQUE GUERRA SALAZAR. MSc.

Riobamba – Ecuador
2018

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO INALÁMBRICO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE SEMOVIENTES EN TIEMPO REAL”**, de responsabilidad de los señores; EDWIN JAVIER RAMÍREZ CHINLLI y EDISON ALFONSO CHANGO SAILEMA, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

| NOMBRE | FIRMA | FECHA |
|---|--------------|--------------|
| Dr. Julio Santillán C. VICEDECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA. | _____ | _____ |
| Ing. Freddy Chávez. V DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES. | _____ | _____ |
| Msc. José Guerra. S DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN | _____ | _____ |
| Ing. Freddy Chávez. V MIEMBRO DEL TRIBUNAL. | _____ | _____ |

Nosotros, Edwin Javier Ramírez Chinlli y Edison Alfonso Chango Sailema declaramos ser los autores del presente trabajo de titulación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO INALÁMBRICO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE SEMOVIENTES EN TIEMPO REAL”, haciéndonos totalmente responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio de la misma pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Edwin Javier Ramírez Chinlli

Edison Alfonso Chango Sailema

DEDICATORIA

A mi Dios quien es mi motor y mayor inspiración de vida, mi padre Gerardo que es mi ejemplo de lucha y nunca darse por vencido, mi madre Teresa por su cuidado y amor, mi Geo por su apoyo incondicional en cada sueño emprendido y mi Dani quien es la causante de sacarme sonrisas inesperadas y las más sinceras.

Javier

A mi consejera y fiel amiga, mi madre Celina, quien con su esfuerzo y sacrificio me supo llevar de la mano y sacarme adelante sin importar las adversidades, a mi padre Luis por su confianza, a mi sobrina Génesis, a mis hermanos Fredy, Gustavo, Milton, gracias por sus consejos y apoyo incondicional brindado. A todos ellos dedico con orgullo y esmero este logro alcanzado.

Edison

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud completa a mi Señor, por darme una familia unida y que siempre fue y será mi mayor soporte para enfrentar nuevos sueños y proyectos, gracias a mis hermanos y amigos quienes hicieron de esta etapa estudiantil, no solo académica, sino de fabricar y conservar memorias inolvidables de vida, gracias a Edy por su amistad y esfuerzo para culminar con éxito la meta planteada.

Javier

El más sincero agradecimiento a toda mi familia por su apoyo y comprensión brindada quienes fueron fieles testigos de los esfuerzos y malas noches que pase para poder salir adelante, a mi compañero de trabajo de titulación Javier por su paciencia, comprensión y sincera amistad brindada a lo largo de mi vida estudiantil en la ESPOCH, infinitas gracias a todos.

Edison.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| RESUMEN..... | xiv |
| ABSTRACT..... | xv |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPITULO I | |
| 1 MARCO TEÓRICO..... | 3 |
| 1.1 Semovientes..... | 3 |
| 1.2 Valores fisiológico normales del semoviente..... | 3 |
| 1.3 Ciclo estral de los animales | 4 |
| 1.4 Producción ganadera..... | 5 |
| 1.5 Identificación del ganado | 7 |
| 1.5.1 Identificación del ganado en el mundo..... | 7 |
| 1.5.2 <i>Métodos de identificación.....</i> | <i>7</i> |
| 1.5.2.1 <i>Tatuaje</i> | <i>7</i> |
| 1.5.2.2 <i>Herraje.....</i> | <i>8</i> |
| 1.5.2.3 <i>Número de animal.....</i> | <i>8</i> |
| 1.5.2.4 <i>Muecas en la oreja.....</i> | <i>8</i> |
| 1.5.2.5 <i>Aretes</i> | <i>8</i> |
| 1.5.2.6 <i>Dispositivo de cola.....</i> | <i>9</i> |
| 1.5.2.7 <i>Discos, hebillas</i> | <i>9</i> |
| 1.5.2.8 <i>Bolo reticular</i> | <i>9</i> |
| 1.5.2.9 <i>Método metálico.....</i> | <i>10</i> |
| 1.5.3 Identificación por rastreo en tiempo real..... | 10 |
| 1.5.4 Identificación por redes inalámbricas..... | 11 |
| 1.6 Elementos que componen un dispositivo para el control de un semoviente | 11 |
| 1.6.1 Tarjetas de Desarrollo | 11 |

| | | |
|-------|---|----|
| 1.6.2 | <i>Sensores</i> | 12 |
| 1.6.3 | <i>Dispositivos de localización</i> | 13 |
| 1.6.4 | <i>Comunicaciones</i> | 14 |
| 1.6.5 | <i>Componentes de alimentación</i> | 14 |

CAPÍTULO II

| | | |
|---------|---|----|
| 2 | MARCO METODOLÓGICO | 16 |
| 2.1 | Requerimientos del prototipo | 16 |
| 2.1.1 | <i>Técnicas de recolección de datos</i> | 16 |
| 2.1.2 | <i>Método de investigación</i> | 17 |
| 2.1.3 | <i>Técnicas de investigación</i> | 17 |
| 2.2 | Concepción universal del diseño de hardware del dispositivo electrónico para el control y supervisión de los semovientes | 17 |
| 2.3 | Diseño de los bloques del prototipo de collar | 18 |
| 2.3.1 | <i>Bloque de adquisición y procesamiento</i> | 18 |
| 2.3.2 | <i>Bloque de comunicación</i> | 20 |
| 2.4 | Elección de los dispositivos electrónicos para la construcción del prototipo de collar | 20 |
| 2.4.1 | <i>Dispositivos de adquisición y procesamiento</i> | 21 |
| 2.4.1.1 | <i>Sensor infrarrojo de temperatura MLX90614</i> | 21 |
| 2.4.1.2 | <i>Sensor de pulsos cardíacos</i> | 22 |
| 2.4.1.3 | <i>Módulo GPS Neo-7M</i> | 23 |
| 2.4.1.4 | <i>Sensor Ultrasónico HC-SR04</i> | 24 |
| 2.4.1.5 | <i>Tarjeta de desarrollo Arduino MICRO</i> | 25 |
| 2.4.2 | <i>Dispositivos para el bloque de comunicación</i> | 26 |
| 2.4.2.1 | <i>Módulo SIM900 (GSM/GPRS)</i> | 26 |
| 2.5 | Fuente de alimentación | 27 |
| 2.5.1 | <i>Panel Solar</i> | 37 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.5.2 | <i>Bateria de Litio</i> | 29 |
| 2.6 | Esquema de conexión electrónica | 30 |
| 2.7 | Diseño del software para el prototipo de collar | 31 |
| 2.7.1 | <i>Requerimientos del software del sistema</i> | 32 |
| 2.7.2 | <i>Función para la adquisición de información</i> | 32 |
| 2.7.3 | <i>Función de seguridad y detección de etapa estral del semoviente (FS&DEE)</i> | 34 |
| 2.7.4 | <i>Función para la comunicación</i> | 35 |
| 2.8 | Diseño de la página web | 37 |
| 2.9 | Diseño estructural del prototipo | 37 |

CAPÍTULO III

| | | |
|-------|--|----|
| 3 | DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS | 42 |
| 3.1 | Requerimientos del prototipo | 42 |
| 3.1.1 | <i>Prueba de medición del sensor ultrasónico HC-SR04</i> | 43 |
| 3.1.2 | <i>Prueba de medición de pulsos cardíaco</i> | 44 |
| 3.1.3 | <i>Prueba de medición del sensor de temperatura infrarrojo</i> | 46 |
| 3.1.4 | <i>Prueba de localización geográfica</i> | 47 |
| 3.1.5 | <i>Prueba de asignación de identificación al semoviente</i> | 49 |
| 3.2 | Prueba de repetitividad de datos | 51 |
| 3.3 | Prueba de seguridad del prototipo de collar | 52 |
| 3.4 | Prueba de detección estral | 53 |
| 3.5 | Prueba de comunicación | 55 |
| 3.5.1 | <i>Prueba de conexión GSM</i> | 55 |
| 3.5.2 | <i>Prueba de conexión GPRS y envío de información</i> | 57 |
| 3.6 | Consumo de energía del prototipo de collar | 59 |
| 3.7 | Análisis económico del prototipo de collar | 60 |

| | |
|------------------------------|----|
| CONCLUSIONES | 62 |
| RECOMENDACIONES | 64 |
| BIBLIOGRAFÍA | |
| ANEXOS | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|--------------------|--|----|
| Tabla 1-1: | Valores normales de temperatura rectal | 3 |
| Tabla 2-1: | Valores normales para la frecuencia cardiaca | 4 |
| Tabla 3-1: | Denuncias presentadas por abigeato en Latinoamérica | 5 |
| Tabla 4-1: | Número de cabezas de ganado a nivel nacional | 6 |
| Tabla 5-1: | Número de denuncias de abigeato en Ecuador..... | 6 |
| Tabla 6-1: | Comparativa de las características de las tarjetas de desarrollo..... | 12 |
| Tabla 7-1: | Comparativa entre los sensores de distancia óptico y ultrasónico | 13 |
| Tabla 8-1: | Comparativa entre los sensores de temperatura | 13 |
| Tabla 9-1: | Comparativa entre los componentes de posicionamiento | 14 |
| Tabla 10-1: | Comparativa entre los dispositivos de comunicación..... | 14 |
| Tabla 11-1: | Especificaciones entre los componentes de alimentación | 15 |
| Tabla 1-2: | Características Sensor Infrarrojo de temperatura MLX90614 | 22 |
| Tabla 2-2: | Características del sensor de pulsos cardíacos | 23 |
| Tabla 3-2: | Características del módulo GPS NEO-7 | 24 |
| Tabla 4-2: | Características del Sensor Ultrasónico HC-SR04..... | 25 |
| Tabla 5-2: | Características Arduino MICRO..... | 26 |
| Tabla 6-2: | Especificaciones técnicas del módulo SIM900 | 27 |
| Tabla 7-2: | Características y especificaciones del panel solar | 28 |
| Tabla 8-2: | Características de la batería de litio | 29 |
| Tabla 9-2: | Terminales de conexión de Arduino MICRO | 31 |
| Tabla 1-3: | Mediciones de voltaje | 43 |
| Tabla 2-3: | Mediciones de BPM..... | 45 |
| Tabla 3-3: | Mediciones de temperatura corporal | 46 |
| Tabla 4-3: | Pruebas de localización GPS y velocidad | 48 |
| Tabla 5-3: | Información enviada y recibida de un dispositivo móvil al prototipo de collar | 50 |
| Tabla 6-3: | Datos suministrados por el prototipo de collar..... | 52 |
| Tabla 7-3: | Estado de la bandera “S” de seguridad del prototipo de collar | 53 |
| Tabla 8-3: | Registro de la información etapa estral | 55 |
| Tabla 9-3: | Tiempo de espera para establecer comunicación GSM..... | 56 |
| Tabla 10-3: | Tiempo de espera para establecer comunicación GPRS..... | 58 |
| Tabla 11-3: | Consumo de corriente DC..... | 60 |
| Tabla 12-3: | Costo del prototipo de collar | 61 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|---------------------|--|----|
| Figura 1-1: | Dispositivo Runitag | 9 |
| Figura 2-1: | Dispositivo Gesreader 2S | 10 |
| Figura 3-1: | Principales tarjetas de desarrollo | 12 |
| Figura 1-2: | Concepción universal del diseño de hardware del dispositivo electrónico para el control y supervisión de los semovientes | 17 |
| Figura 2-2: | Bloque de adquisición y procesamiento de información..... | 19 |
| Figura 3-2: | Sub-bloque de seguridad y detección de la etapa estral | 20 |
| Figura 4-2: | Bloque de comunicación | 20 |
| Figura 5-2: | Sensor GY-906-BCC MLX90614 | 21 |
| Figura 6-2: | Sensor de pulso cardíaco | 22 |
| Figura 7-2: | Módulo GPS Neo – 7M..... | 23 |
| Figura 8-2: | Sensor Ultrasónico HC-SR04..... | 24 |
| Figura 9-2: | Tarjeta de desarrollo Arduino Micro..... | 25 |
| Figura 10-2: | Módulo SIM900 (GSM/GPRS) | 27 |
| Figura 11-2: | Panel solar | 28 |
| Figura 12-2: | Batería de litio | 29 |
| Figura 13-2: | Esquema de conexión eléctrica..... | 30 |
| Figura 14-2: | Diagrama de flujo de la función de adquisición de información (FAI)..... | 33 |
| Figura 15-2: | Diagrama de flujo de la función de seguridad y detección de etapa estral | 35 |
| Figura 16-2: | Diagrama de flujo de la función de comunicación..... | 36 |
| Figura 17-2: | Página principal del sitio web elaborado | 37 |
| Figura 18-2: | Página inicio del sitio web elaborado | 38 |
| Figura 19-2: | Ventana de la pestaña servicios-posición | 38 |
| Figura 20-2: | Ventana de la pestaña información-datos semoviente | 39 |
| Figura 21-2: | Modelo de estructural del prototipo..... | 40 |
| Figura 22-2: | Estructura impresa en 3D | 40 |
| Figura 23-2: | Cinturón incorporado los panles solares | 41 |
| Figura 24-2: | Diseño estructural del prototipo finalizado..... | 41 |
| Figura 1-3: | Prototipo de collar implementado en el semoviente. | 42 |
| Figura 2-3: | Prueba de medición del sensor ultrasónico HC-SR04 | 44 |
| Figura 3-3: | Mediciones con los sensores de pulsos cardíacos | 45 |
| Figura 4-3: | Prueba de medición del sensor de temperatura infrarrojo, lecturas generadas en el monitor serie de Arduino..... | 47 |

| | |
|--|----|
| Figura 5-3 (a): Mediciones de posición geográfica con el módulo GPS NEO7 y Google Maps. | 48 |
| Figura 5-3 (b): Extracto de información obtenida por el puerto serial de Arduino. | 49 |
| Figura 6-3 (a): Prueba de envío y recepción de ID. | 50 |
| Figura 6-3 (b): Extracto de la información obtenida por el puerto serial de Arduino..... | 51 |
| Figura 7-3: Visualización del estado de “S” por el monitor serie de Arduino. | 53 |
| Figura 8-3: Toma de lecturas para determinar la etapa estral del semoviente. | 54 |
| Figura 9-3 (a): Prueba de funcionamiento del módulo SIM/GSM recibiendo y enviando mensajes de texto, mostrado por el monitor serial de Arduino..... | 56 |
| Figura 9-3 (b): Prueba de funcionamiento del módulo SIM/GSM recibiendo y enviando llamadas, mostrado por el monitor serial de Arduino..... | 57 |
| Figura 10-3 (a): Prueba envió de datos del Arduino a la nube vía GPRS..... | 58 |
| Figura 10-3 (b): Ventana de la pestaña información-registro de eventos..... | 59 |

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

| | |
|-----------------------|---|
| APPCTD&PG: | Adquisición y procesamiento de Pulsos Cardíaco, Temperatura, Distancia y Posición Geográfica. |
| CBC&STR: | Comunicación Bidireccional, Control y Supervisión en Tiempo Real |
| DH&CS: | Detección de Hurto y Celo del Semoviente |
| GPS: | Sistema de Posicionamiento Global |
| GPRS: | Sistema de Rastreo de Posicionamiento Global |
| IP: | Protocolo de Internet |
| FTP: | Protocolo de Transferencia de Archivos |
| SIM: | Módulo de Identidad del Suscriptor |
| HTML: | Lenguaje de marcas de Hipertexto |
| SPS&DEE | Software para la seguridad y detección de etapa estral del semoviente |
| ID: | Identificador o número de identificación |
| UTP: | Par trenzado no blindado |

RESUMEN

El objetivo fue la implementación de un sistema electrónico inalámbrico para supervisar y controlar semovientes en tiempo real por medio de un sitio web. El sistema comprende dos bloques principales, el primero de adquisición - procesamiento y el otro de comunicación. El prototipo de collar inteligente permite supervisar el estado del semoviente, mediante el sensor infrarrojo MLX-90614 se obtiene información de temperatura corporal/ambiente, con el GPS NEO-7M se adquiere valores de velocidad y localización. El sensor ultrasónico HC-SR04 proporciona valores de distancia que son necesarios para la toma de decisiones en la detección de la etapa estral del semoviente, el módulo GSM/GPRS SIM900 permite la conexión para el envío y recepción de la información procesada mediante un Arduino Micro hacia un teléfono celular y una base de datos alojada en un servidor web. Las pruebas realizadas en la Hacienda Experimental de Tunshi mostraron tiempos de registro de información hacia el servidor web en un intervalo de 2 a 2.5 minutos, el tiempo de respuesta ante posibles violaciones de seguridad mediante SMS es aproximadamente 30 segundos, un error de posicionamiento del semoviente de 2 metros. Las pruebas realizadas determinaron que el dispositivo implementado tiene una precisión del 60% para la detección de la etapa estral y no incorporan error al dispositivo. Se concluye que el prototipo de collar implementado sirve como una herramienta de ayuda al sector ganadero en el control, supervisión y toma de decisiones. Se recomienda realizar estudios con grupos interdisciplinarios especializados en pos de mejorar el porcentaje de efectividad que presenta el prototipo en la detección de la etapa estral del semoviente.

Palabras Claves: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <REDES>, <RED DE SENSORES INALÁMBRICOS (WSN)>, <TRANSMISIÓN DE DATOS>, < ARDUINO (SOFTWARE - HARDWARE)>, <MÓDULO GPS/GPRS>, <ETAPA ESTRAL>, <LOCALIZACIÓN DE SEMOVIENTE>.

ABSTRACT

The objective was the implementation of a wireless electronic system to monitor and control farm animals in real time through a website. The system has two main blocks the first of acquisition-processing and the other of communication. The intelligent collar prototype allows to monitor the status of the farm animals, by means of the infrared sensor MLX-90614, body/environment temperature information is obtained, with the GPS NEO-7M it acquires values of speed and location. The HC-SR04 ultrasonic sensor provides distance values that are necessary for the decision in the detection of the estrous stage of the farm animals, the module GSM/GPRS SIM900 allows the connection for sending and receiving the information processed by an Arduino Micro towards a cell phone and a database hosted on a web server. The test carried out in the Tunshi Experimental Farm showed information logging times to the web server in an interval of 2 to 2.5 minutes, the response time for possible security breaches by SMS is approximately 30 seconds, a positioning error of the farm animals 2 meters. The test carried out determined that the implementing device has a precision of 60% for the detection of the estrous stage and not incorporate any error at the device. It is concluded that the implant collar prototype serves as a tool to help the livestock sector in the control, supervision and decision making. It is recommended to carry out studies with specialized interdisciplinary groups in order to improve the percentage of effectiveness that the prototype presents in the detection of the estrous stage of the farm animals.

Keywords: <TECHNOLOGY AND SCIENCE OF ENGINEERING>, <NETWORKS>, <WIRELESS SENSOR NETWORKS (WSN)>, <DATA TRANSMISSION>, <ARDUINO (SOFTWARE-HARDWARE)>, <GPS / GPRS MODULE>, <ESTROUS STAGE>, <FARM ANIMALS LOCATION>

INTRODUCCIÓN

El constante crecimiento de ganado a nivel mundial complica la labor de cuidado, un factor principal es el robo por el alto costo que puede tener una cabeza de ganado según la raza entre 500 a 10000 dólares. En los últimos años en el Salvador el abigeato dejó más de \$1 millón de pérdidas por año, en México se dio un incremento del robo, entre el 2014 y 2017 y las bandas dedicadas a este delito tienen una organización desarrollada, incluso más que los productores y autoridades. No existe una forma de asegurar al ganado para su recuperación, pues los seguros solo contemplan fenómenos catastróficos relacionados con el clima. (MATA, 2017, goo.gl/9xzneh).

En Ecuador según la Unidad de Investigación Contra el Abigeato (UICA), se recuperaron 223 cabezas de ganado, 10% menos que el 2014, se pretende disminuir en un 50% los robos en zonas ganaderas, al momento se trata de entablar mecanismos que permitan la devolución inmediata de semovientes. Cada año crece el volumen de ganado, en alrededor del 4%, concentrándose en Manabí el mayor número de cabezas de ganado a nivel nacional. Aquí el principal motivo por el cual crece las probabilidades de robo es porque no se presentan denuncias formales o sustentables, por no contar con la respectiva información para el reconocimiento de su ganado, lo que dificulta su rastreo representando pérdida para el dueño, tomando en cuenta que una cabeza de ganado oscila entre \$500 y \$10000 según la raza, y las reproductoras pueden llegar a costar hasta 15 mil dólares. (EL UNIVERSO, 2016, goo.gl/yeDcg9)

Chimborazo, es una provincia ganadera de crianza y consumo de carne, existen razas de ganado como Kiwi Croos, Holstein, Freisian, cuyo precio redondea los \$2500 en el mercado (Ganadería, 2017, goo.gl/wtwLZG). Uno de los principales aspectos para que ocurra el robo es que se liberan a los semovientes en bastos y extensos campos de potreros, con el fin de pastarlos sin ningún tipo de supervisión sobre ellos.

Dentro del país se desconoce de empresas que desarrollen y comercialicen dispositivos electrónicos con el fin de dar seguimiento y control al ganado, sin embargo, hay un método que identifica el ganado llamado areteo del semoviente, que consiste en un número de identificación único. En Santo Domingo se utilizaron bolos intrarrumiales importados que muestran la actividad del semoviente, pero esta no es en tiempo real, y para la recuperación del dispositivo deben esperar hasta la muerte.

Por tal motivo se plantea el desarrollo de un sistema electrónico inalámbrico de supervisión y control de semovientes en tiempo real, como herramienta de ayuda para mejorar la seguridad y calidad de vida de los animales. Los resultados que se obtengan en esta investigación serán el inicio de nuevas investigaciones, encausadas a generar proyectos futuros que solucionen la problemática mencionada. El desarrollo del prototipo pretende ser una herramienta de ayuda a los ganaderos, para que puedan supervisar, controlar y tengan la posibilidad de tomar decisiones con la información obtenida de, el estado de salud del semoviente e incluso saber si el mismo está en etapa estral. Para lo cual se plantea como objetivos lo siguiente;

- Analizar el método más adecuado para supervisar y controlar los semovientes en tiempo real.
- Conocer el estado de salud y posible etapa estral del semoviente.
- Seleccionar un medio de comunicación óptimo para la transmisión de información en forma bidireccional y unidireccional.
- Estudio y selección de tecnología adecuada para adquirir y procesar la información obtenida. Cumplir con los requerimientos presentes en el diseño del prototipo a implementar
- Valoración de los resultados y análisis del prototipo.
- Elaborar el informe final.

El prototipo implementado consta de; una introducción, tres capítulos, conclusiones y recomendaciones. El primer capítulo, contempla aspectos relacionados a datos estadísticos del crecimiento de ganado en el país, valores fisiológicos normales de los semovientes, formas de identificación que se utilizan, y los componentes que intervienen para la localización de los mismos. El segundo capítulo, presenta en detalle el *hardware* del prototipo a implementar. Se plantean los requerimientos del dispositivo y el diseño del mismo en bloques: adquisición, procesamiento, comunicación, seguridad, detección de la etapa estral y el almacenamiento de la información en un sitio web elaborado. También se define el *software* que controlara todos los dispositivos en cada uno de los bloques enunciados. Finalmente, el Tercer Capítulo presenta el análisis de los resultados, las pruebas de funcionamiento y un estudio económico de su costo, seguidamente se muestran las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de titulación.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

En el siguiente apartado se detalla la información en que se fundamenta la presente investigación, también se muestra el estado actual de la problemática.

1.1 Semovientes.

Son todos aquellos animales que comprenden cabezas de ganado como por ejemplo vacuno, ovino, porcino, caprino y demás especies menores, además son considerados animales de labor como: caballos, burros, mulas, etc. Los semovientes representan una actividad económica que viene dada por su precio que varían según su raza, edad y estado del mismo. (Española, 2014, <https://goo.gl/1tgL6R>)

1.2 Valores fisiológicos normales del semoviente.

Son todos aquellos valores que reflejan un individuo en estado saludable, cualquier alteración de las medidas normales indica el mal funcionamiento del organismo y por ende se puede sospechar de un estado mórbido. Los valores fisiológicos normales de temperatura son los mostrados en la tabla 1-1. (Dueñas, 2013, <goo.gl/pNya2J>).

Tabla 1-1: Valores normales de temperatura rectal.

| Animal | Temperatura (°C) |
|-----------------|-------------------------|
| Bovino de carne | 38.3 |
| Bovino de leche | 38.6 |
| Cabra | 38.9 |
| Yegua | 37.8 |
| Caballo | 37.6 |
| Cerdo | 39.2 |
| Conejo | 39.5 |
| Oveja | 39.1 |

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018
Fuente: (Gélvez, 2016, <goo.gl/FSFoio>)

Los valores normales para la frecuencia cardiaca de diferentes especies se reflejan en la tabla 2-1.

Tabla 2-1: Valores normales para la frecuencia cardiaca.

| Especie | Promedio(latidos / minutos) | Limites (inferior – superior) |
|-------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Asno | 50 | (40-56) |
| Pollito bebe | 400 | (350-450) |
| Pollos de engorde | 275 | (250-300) |
| Bovinos | 65 | (60-70) |
| Cabras | 90 | (70-135) |
| Caballo | 44 | (23-70) |
| Cerdo | 70 | (55-86) |
| Conejo | 205 | (123-304) |
| Oveja | 75 | (60-120) |

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

Fuente: (Gélvez, 2016, goo.gl/FSFoio)

1.3 Ciclo estral en los animales

Es el fenómeno reproductivo que tiene periodos regulares pero limitados de receptividad sexual. El macho es aceptado por la hembra en el momento del celo, este periodo varía según la especie: en ovejas 16-17 días; en vacas, cabras y cerdas 20-21 días y en yeguas 20-24 días. (Gélvez, 2016, goo.gl/gywfdP).

Tipos de ciclo:

1. Poliestricos: se repite cada 21 días es el caso de la vaca, cerda y cabra.
2. Poliestricos estacionales: su ciclo se repite regularmente en una estación del año.
3. Monoestricos: el celo se da una o dos veces al año.

Fases del ciclo estral (Gélvez, 2016, goo.gl/wJj7pF):

- Se presentan cuatro fases en ciclo estral, a continuación, se describe cada una de ellas:
- Proestro: su duración es de 3 a 4 días, empieza la regresión del cuerpo lúteo y empieza la secreción de limo.
- Estro o celo: Abunda el limo claro y viscoso, la hembra se deja montar del macho y se presentan los signos característicos del celo.

- **Metaestro:** Empieza la formación del cuerpo lúteo, la hembra rechaza al macho y disminuye el flujo del limo.
- **Diestro:** El cuerpo lúteo completa su desarrollo y el útero se prepara para recibir al embrión, sino presenta preñez el ciclo se repite.

1.4 Producción ganadera.

A nivel mundial se caracteriza por la existencia de diversidad de semovientes y el incremento de su producción, esto hace que el abigeato también crezca directamente al igual que las denuncias implantadas por sus propietarios, como se aprecia en la tabla 3-1, de acuerdo a las estadísticas nacionales algunos países. (Informador, 2014, goo.gl/Kd96E2).

Tabla 3-1: Denuncias presentadas por abigeato en Latinoamérica

| País | Número de denuncias |
|-------------|----------------------------|
| Colombia | 1291 |
| México | 5635 |
| El Salvador | 1156 |
| Uruguay | 1756 |
| Ecuador | 2066 |

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

Fuente: (Informador, 2014, goo.gl/Kd96E2)

Ecuador cuenta con una población aproximada de 4,5 millones de bovinos, de los cuales un 37% se encuentran en la costa; la cual está asentada en 3,35 millones de hectáreas de pastos cultivados y 1,12 millones de hectáreas de pastos naturales. Del stock total, el 55% son de raza criolla, 43% mestizos Holstein Friessian, Brahman, Cebuina y otros; una mínima proporción corresponde a razas puras para la línea de carne, leche y doble propósito. (Ecuatoriano, 2015, goo.gl/9omW2Z).

Las provincias de Manabí, Loja, Pichincha, Azuay, Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi y Carchi son las de más consumo de carne a nivel nacional. La Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria 2013 arrojó que los habitantes de esas jurisdicciones consumieron 203 195 reses (Mestanza & Velasco, 2016, goo.gl/HYdXqd).

La población nacional ganadera lidera el sector pecuario con 4,127 millones de cabezas de ganado vacuno en el año 2016, como se apreciado en la tabla 4-1. Manabí, Azuay y Esmeraldas, representan el 36,36% del total nacional.

Tabla 4-1: Número de cabezas de ganado a nivel nacional.

| Año | Vacuno | Porcino | Ovino |
|------------|---------------|----------------|--------------|
| 2014 | 4,579 | 1,910 | 619 |
| 2015 | 4,115 | 1,638 | 507 |
| 2016 | 4,127 | 1,141 | 478 |

Fuente: (Ecuatoriano, 2015, goo.gl/9omW2Z)

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

En Chimborazo el ganado vacuno lidera el sector pecuario con un 5,54 % del total nacional y el 10,41% del total de la región sierra con un aproximado de 228.500 cabezas de ganado vacuno. En el año 2015 se entregaron 300 vaconas de la raza Holstein Freisian y 120 de la raza Kiwi Croos que ayudaran aumentar la producción de leche y mejoras de cría en dichas zonas (Ganadería, s.f, goo.gl/aGaTrC).

Estos semovientes estan propensos a robo por, estar ubicados en pampas o cerros, lugares lejanos a sus propietarios y por su precio que oscila entre \$500 y \$10000 dependiendo la raza, en el caso de ser reproductoras su costo alcanzaría los \$15.000. El ganadero no posee un tipo de seguridad confiable de su ganado al ser liberados para pastarlos en sus fincas, esto incremente el riesgo de robo de los mismos. Según las denuncias presentadas en la Policía, este delito ha experimentado un incremento en los últimos años, como se muestra en la tabla 5-1. (Ecuador. Telégrafo, 2015, goo.gl/4DrDKX)

Tabla 5-1: Número de denuncias de abigeato en Ecuador.

| Ganado | |
|---------------|----------------------------|
| Año | Número de denuncias |
| 2011 | 1227 |
| 2012 | 1877 |
| 2013 | 1760 |
| 2014 | 2066 |
| 2015 | 1345 |

Fuente: Ministerio del Interior – 2015.

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

1.5 Identificación del ganado

Según Moreno F. y Moreno B., (2006), la identificación de los animales se viene haciendo durante siglos, primero para demostrar la propiedad y después para la mejora de las razas. Los sistemas de marcado utilizados han ido variando de acuerdo a la necesidad del ganadero, mismo que han ido evolucionando acorde a la tecnología, en nuestro país el sistema de marcado más utilizado es el areteo, mismo que no posee ningún tipo de tecnología, solo posee una identificación que facilite el censo a nivel nacional. (Garcia, 2015, p. 96)

La identificación electrónica animal aparece en los años 70 para la mejora del ganado lechero, desde entonces hasta la actualidad los sistemas de lectura electrónica han evolucionado considerablemente. Luego de desechar varios prototipos en 1973 Mario Cardullos desarrollo un dispositivo electrónico llamado “Transponder” de aplicación directa bajo la piel del animal, encontrándose inconvenientes como: gran tamaño, corta distancia de lectura, necesidad de baterías entre otros. (Garcia, 2015, p. 96).

1.5.1 Identificación del ganado en el mundo

A nivel de Latinoamérica países como Brasil, Argentina, Uruguay y México apuestan a la tecnología para localización de ganado mismo que siguen modelos europeos, pero no poseen todos los requerimientos necesarios para que sea un sistema confiable para el ganadero. Brasil implementa sistemas que integran 3 actores como son productores, institución intermedia, institución central. Siendo la institución intermedia, empresas certificadoras que actúan como validadores de la calidad de la información y se encargan de la comunicación de la base de datos. El modelo a usar en Argentina es más para combatir las enfermedades que afectan al ganado tal como la erradicación de la fiebre Aftosa. (Frechou, 2012, p. 171)

1.5.2 Métodos de identificación

1.5.2.1 Tatuaje

Consiste en perforar el pabellón de la oreja en el espacio libre de pelos, en la derecha el número de identificación de la vaca, en la izquierda identificación individual, con equipos debidamente esterilizados, requiere una aplicación cuidadosa y por tanto es laborioso, el tatuaje es

permanente y no deprecia el valor del animal, puede presentar dificultades de lectura en animales de piel oscura. (FAO/OMS, 2014, p. 4)

1.5.2.2 Herraje

Se efectúa con hierro caliente con una medida de 7 x 10 cm y un espesor de 5 a 8mm, se aconseja la herradura abierta al animal para evitar daños a la piel. Se coloca sin fuerza hasta que quemé la piel. (FAO/OMS, 2014, p. 5)

1.5.2.3 Número de animal

Se coloca un número en una pata trasera del animal en el orden de nacimiento dentro del mes, es decir se marca la primera letra del mes de nacimiento, seguido del número al año de nacimiento. Se imprimen en calor pequeños números en sus cuernos, no se aplican en animales jóvenes, se ve afectado por la quebradura o descascaramiento de los cuernos. (Fiegehen & Gorrin, 2007, goo.gl/HMcUuX)

1.5.2.4 Muestras en la oreja

Son señales que se hacen en las orejas similares a una clave numérica determinada por el ganadero, a través de señales permite construir números únicos. Se realizan con pinzas especiales, en las orejas no deben sobrepasar el tamaño de 2cm de largo por 0,4 de ancho, teniendo en cuenta que la oreja crece y la muesca se modifica en mayor o menor grado, según el diseño. Siendo diseños muy complicados de implementar. (FAO/OMS, 2014, p. 5)

1.5.2.5 Aretes

Dispositivos colocados en las orejas del semoviente, normalmente en forma de botón y utilizados como pieza hembra de los aretes plásticos tradicionales, son echas de material flexible, resistencia y gran dureza. Los aretes electrónicos poseen un número ISO, similar al sistema que utilizan las tarjetas RFID, pueden ser programados para varios campos únicos en para sistemas de gestión. (FAO/OMS, 2014, p. 6)

1.5.2.6 Dispositivo de cola

Es un método temporal de identificación del semoviente, similar a un código de barras, es de bajo costo y permite un registro de lectura y transmisión de datos, fácil de remover, pero no puede ser reutilizado una vez desprendido del animal, este dispositivo se aplica a animales destinados a faenamiento. (Moncayo, et al., 2011, goo.gl/dwRIIM)

1.5.2.7 Discos, hebillas

Transpondedores recubiertos de plástico o metal, colocados en las patas o cuello del animal, en algunos animales son colocados collares que poseen un número de identificación y datos del ganadero para casos de pérdida, al igual que hebillas con medallas que cumplen la misma función. (Caja, et al., s.f., p. 6)

1.5.2.8 Bolo reticular

Encapsulado cerámico de 7cm de largo por 3cm de ancho que contiene un microchip en su interior, desarrollado en España (Vaccarezza, 2010, goo.gl/EsGGo5), siendo uno de los más utilizados en dicho país, permite almacenar de forma electrónica la identificación única de cada animal, entre sus ventajas esta conocer rápidamente las fuentes potenciales de riesgos para la salud animal, evita pérdida de valor del cuero por marcado a fuego. Su desventaja principal es que se recupera solo con la muerte del animal, es decir esperar a que la plata faenadora o camal recupere en bolo reticular para poder ser reutilizados. (RUMITAG, s.f, goo.gl/tLHrbo)



Figura 1-1: Dispositivo Rumitag
Fuente: (RUMITAG, s.f, goo.gl/tLHrbo)

1.5.2.9 Método metálico

Al Antena Stick funciona con el lector Gesreader 2S, para la lectura del dispositivo implantado en el semoviente y controlar su actividad, no en tiempo real, ligero de alta resistencia mide aproximadamente unos 50cm, el cual va conectado a un dispositivo para mostrar la actividad (máximo 5 actividades) que ha tenido en el día y almacenarlos en una memoria Stick. El lector es liviano y versátil, permite grabar el número del arete del animal identificado asociado al número de chip. (RUMITAG, s.f, goo.gl/h9jc32)



Figura 2-1: Dispositivo Gesreader 2S
Fuente: (RUMITAG, s.f. goo.gl/h9jc32)

1.5.3 Identificación por rastreo en tiempo real

Los sistemas de rastreo en tiempo real ofrecen la capacidad de identificar y rastrear la ubicación física de los dispositivos en tiempo real, el seguimiento de la ubicación de una persona y la optimización de flujos de operativos. RTLS utiliza la intensidad de la señal Wi-Fi de un dispositivo para obtener su ubicación aproximada, pueden leer la señal Wi-Fi de una función de adaptadores (por ejemplo, en iPads, iPhones, ordenadores portátiles, etc.). El Rastreo Satelital es un servicio que permite localizar objetos, personas, animales, etc., en cualquier parte del mundo por medio de triangulación de señales emitidas por 27 satélites geoestacionarios alrededor del planeta. El servicio de Rastreo Satelital como tal es abierto, aunque para hacer uso de él es necesario tener un dispositivo habilitado con GPS (Global Positioning System), comúnmente un celular, PDA, navegador personal o equipo AVL. (Anon., 2015, goo.gl/WKmvuE).

1.5.4 Identificación por redes inalámbricas

Este tipo de tecnología en nuestro país es inexistente ya que se desconocen investigaciones de control y supervisión aplicados a la ganadería, en países como Brasil, Argentina, Uruguay si son mayormente explotadas, debido a su gran auge en la ganadería. Empresas internacionales como Traxco, Oviaragon, Damatars, entre otros, han desarrollado este tipo de dispositivos basados en la tecnología GPS y un servidor que almacena las ubicaciones de los animales. Los datos son usados para evitar la pérdida o robo de los semovientes, usan dispositivos como un collar que cumplen con ciertas características que requieren los ganaderos. (Castellanos, 2016, goo.gl/duqQhd)

Los sistemas electrónicos de control son de gran utilidad para supervisar la actividad del semoviente, ya que se pueden obtener varios datos para mejorar la toma de decisiones además de supervisar al animal en tiempo real de forma remota mediante una página web. La problemática en el sector, requiere implementar un dispositivo electrónico capaz de supervisar y controlar a los semovientes en tiempo real, el mismo debe tener los siguientes elementos.

1.6 Elementos que componen un dispositivo para el control de un semoviente.

1.6.1 Tarjetas de Desarrollo

Se dividen en tres principales categorías: reconfigurables, microprocesadores y microcontroladores, hoy en día hay una proliferación de tarjetas para todos los usuarios, poseen una plataforma de código abierto por lo que se puede usar sin tener que realizar algún pago basados en su *hardware* y *software* flexibles y fáciles de usar. Pueden sentir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y pueden afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos lo cual nos ayuda al control de muchos tipos de variables en nuestro alrededor según (R, 2009, goo.gl/3LGxC)

Entre las principales ventajas que poseen las tarjetas de desarrollo son que poseen una multiplataforma en un lenguaje de código abierto además de un entorno de programación simple y clara mediante un *Software* y *Hardware* extensible. La figura 3-1 muestra un ejemplo de las principales tarjetas de desarrollo que existen en el mercado.

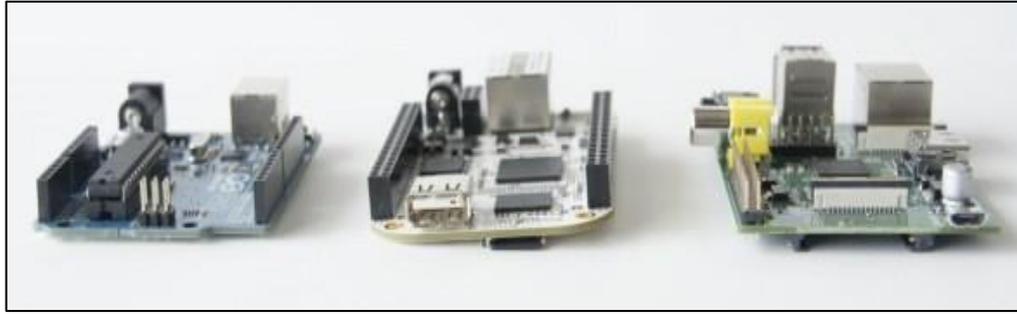


Figura 3-1: Principales tarjetas de desarrollo
Fuente: (Martín, 2013, goo.gl/RsZgMm)

La tabla 6-1 presenta una comparativa de las características de diferentes tarjetas de desarrollo.

Tabla 6-1: Comparativa de las características de las tarjetas de desarrollo.

| Nombre | Arduino | Raspberry | BeagleBone |
|--------------------------|------------|-----------|------------------|
| Procesador | ATmega 328 | ARM11 | TI Sitara AM3359 |
| RAM | 2KB | 256MB | 256MB |
| Flash | 32KB | SD Card | 4GB (Micro SD) |
| Precio | \$20 | \$40 | \$70 |
| Entradas Digitales | 14 | 8 | 66 |
| Entradas Analógicas | 6 - 10bit | N/A | 7 - 12bit |
| Velocidad de transmisión | Baja | Media | Alta |

Fuente: (Aprendiendo Arduino, 2016, goo.gl/gMHc81).
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

1.6.2 Sensores

Dispositivos que proveen una señal transducible que es función de la variable medida o valor (Areny & Custodio, 2009, goo.gl/fhS3VR), por lo que se utiliza para poder medir variables físicas y así poder tener una cuantificación de la mismas. Según las diferentes clasificaciones de las variaciones de tipos sensores se reconocen los de tipo capacitivo, inductivo, de proximidad fotoeléctrica y fotoeléctrica directo, térmicos, de distancia, etc. En la Tabla 7-1 se muestran las principales diferencias que existen entre los tipos sensores ultrasónicos y ópticos.

Tabla 7-1: Comparativa entre los sensores de distancia óptico y ultrasónico.

| Elemento | Óptico | Ultrasónico |
|------------------------|--|---|
| Objeto detectable | Detección afectada por materiales/colores del objeto | Detección no afectada por materiales/colores del objeto |
| Distancia de detección | Máx. 1000 mm 3.94” | Máx. 10 m 32.8” |
| Precisión | Alta | Baja |
| Velocidad de respuesta | Rápida | Lenta |
| Polvo/agua | Afectado | Inmune |
| Rango de medición | Pequeño | Grande |

Fuente: (KEYENCE, 2016, goo.gl/1WVnkw)

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

La tabla 8-1 presenta las principales diferencias que existen entre los tipos sensores de temperatura.

Tabla 8-1: Comparativa entre los sensores de temperatura.

| Elemento | Digitales | Infrarrojos |
|----------------------------------|------------------|--------------------|
| Alcance | Bajo | Alto |
| Señal de salida | Digital | Digital |
| Sensibilidad | Baja | Alta |
| Resolución de temperatura máxima | 0.1°C | 0.02°C |
| Procesador Interno | Si | No |
| Costo | Bajo | Alto |

Fuente: (Carrod Electronica Online S, 2014, goo.gl/a2jdgj)

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

1.6.3 Dispositivos de localización.

Estos módulos están disponibles para una gran variedad de aplicaciones. Todos los módulos ofrecen una excelente compatibilidad con sistemas y tarjetas de desarrollo para su accionamiento, utilizados para diversas aplicaciones, proporcionan una ubicación exacta con márgenes mínimos de error utilizada también para mapeos de lugares predeterminados. El sistema de posicionamiento global mediante satélites (GPS: Global Positioning System) supone uno de los más importantes avances tecnológicos de las últimas décadas. Diseñado inicialmente como herramienta militar para la estimación precisa de posición, velocidad y tiempo, se ha utilizado también en múltiples aplicaciones civiles. (Pozo-Ruiz, et al., s.f. goo.gl/P4FQHU). La tabla 9-1 presenta las características de funcionamiento de ciertos componentes de GPS.

Tabla 9-1: Comparativa entre los componentes de posicionamiento.

| Elemento | NEO | EM | QUECTEL |
|--------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Precisión | Alta | Media | Alta |
| Sensibilidad | -156dBm | -159dBm | -165dBm |
| Velocidad de transmisión | 9600 Baudios | 4800 Baudios | 9600 Baudios |
| Número de terminales | 4 | 6 | 16 |
| Dimensiones | (16 x 12.2 x 8) mm | (30 x 30 x 10.5) mm | (16 x 16 x 6.45) mm |

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

1.6.4 Comunicaciones

Estos destinados a permitir y facilitar el envío y recepción de datos e información entre dispositivos, programas, entre servidores (y sus componentes) y los clientes. Adicionalmente debe exponer funcionalidades para la identificación de usuarios, así como la obtención/modificación de estos. (IStation, 2016, goo.gl/ngw9So). La tabla 10-1 describe las especificaciones de ciertos módulos de comunicación.

Tabla 10-1: Comparativa entre los dispositivos de comunicación.

| Elemento | Bluetooth | Wifi | GPRS |
|------------------------|------------------|-------------|-------------------------------------|
| Alcance | Bajo | Medio | Alto |
| Alimentación VDC | Si | Si | Si |
| Soprote comandos AT | Si | Si | Si |
| Comando FTP | No | Si | Si |
| Cobertura (aire libre) | 10m | 30m | Cualquier lugar mediante red móvil. |

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

1.6.5 Componentes de alimentación

La alimentación es uno de los componentes más importantes dentro del prototipo debido a que el garantizar el tiempo de funcionamiento del dispositivo, por lo que se debe analizar qué tipo de fuente se debe utilizar en el prototipo ya sea con pilas, baterías, panel solar, etc., seguidamente se describen varios elementos de alimentación DC. La tabla 11-1 describe las especificaciones de ciertos componentes de alimentación.

Tabla 11-1: Especificaciones entre los componentes de alimentación.

| Componente | Panel Solar | Baterías de Litio | Pilas |
|-------------------|--|--|---|
| Ventajas | Energía aprovechada por el sol sin importar el estado del clima. | Capacidad de carga alta Recargables | Fáciles de encontrar en el mercado |
| Desventajas | Solo funcionan a la luz de sol | Costo elevado. | Corriente máxima baja Potencia de consumo alto |

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

A continuación, se especifica el diseño de *hardware* y *software* del prototipo de collar para el control y supervisión de semovientes en tiempo real, se describe cada uno de los módulos, componentes que lo conforman, sus características técnicas y esquemas electrónicos de los circuitos implementados.

2.1 Requerimientos del prototipo

El dispositivo electrónico para el control y supervisión de semovientes debe cumplir los siguientes requerimientos.

- Tener bajo costo para que garantice la aceptación de la comunidad ganadera.
- Fácil de implementar, resistente a condiciones ambientales severas.
- Proveer mediciones de; temperatura, ritmo cardíaco, posición y velocidad del semoviente.
- Visualizar la información adquirida al ganadero.
- Tener un histórico de la información adquirida en una base de datos.
- Enviar señales de alerta al sobrepasar los valores normales del semoviente y en caso de ser violada la seguridad del collar.
- Visualizar la ubicación de los semovientes en tiempo real en una plataforma web.
- Personalizar el dispositivo con un ID para cada semoviente.

2.1.1 Técnicas de recolección de datos

La observación directa nos permite valorizar y validar la adquisición de información, mediante la medición se facilita la evaluación de los requerimientos del sistema tanto en *hardware* como en *software* para dimensionar cada uno de los elementos a utilizar, y con la experimentación, se da paso a la simulación y las diversas pruebas antes del desarrollo del dispositivo físico en sí, para finalmente pasar a la comprobación del correcto funcionamiento del prototipo.

2.1.2 Método de investigación

El método sintético es una herramienta que mediante el análisis nos permite reconstruir un todo, a partir de los elementos o estudios previos, para encontrar de mejor manera un camino hacia la solución de esta problemática.

2.1.3 Técnicas de investigación

Las técnicas a emplear son, la observación directa para así poder entender de mejor manera el problema y obtener una solución adecuada para la misma y la observación en equipo ya que así vamos a poder tener diferentes perspectivas para alcanzar las metas que nos proponemos para llegar al objetivo final.

2.2 Concepción universal del diseño de hardware del dispositivo electrónico para el control y supervisión de los semovientes.

La concepción general del dispositivo electrónico se muestra en la figura 1-2, se presenta los diferentes bloques que lo conforman, para realizar la supervisión y control en tiempo real.

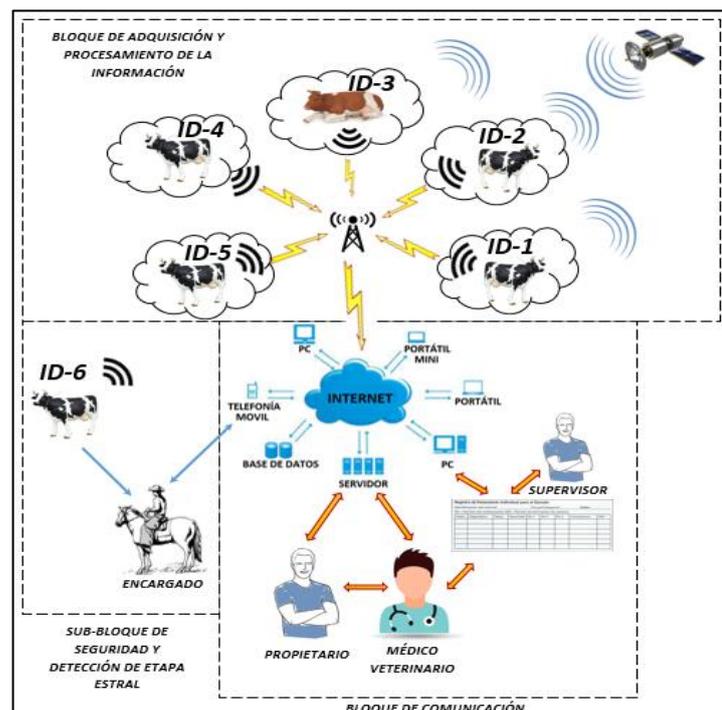


Figura 1-2: Concepción universal del dispositivo electrónico para el control y supervisión de los semovientes

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

El dispositivo electrónico en su primer bloque constituye la adquisición y procesamiento de las diferentes señales como: pulso cardíaco, la temperatura ambiental y corporal, la posición geográfica, velocidad y altura que se encuentra del suelo, toda la información adquirida es procesada a través de la placa Arduino Micro. La supervisión de los semovientes se da en tiempo real, bajo esta información, se puede determinar parámetros de seguridad para el collar y estado de la etapa estral del ganado, la cual constituye un sub-bloque de la concepción general.

En el bloque de comunicación el módulo GSM/GPRS permite tener comunicación bidireccional/unidireccional entre el dispositivo y el ganadero para tomar decisiones según se requiera. La bidireccional se da por medio del módulo SIM900 a un teléfono celular, el cual utiliza las redes de telefonía móvil que permite controlar y supervisar verificando el estado del semoviente y la seguridad del collar.

En la unidireccional se basa en la tecnología GPRS, la misma que se conecta por medio de protocolos FTP al servidor de la página web elaborada específicamente para esta tarea. Posteriormente guarda la información adquirida creando un historial de cada semoviente, esta información se actualiza cada cierto intervalo de tiempo. La página web se creó en un lenguaje HTML y PHP, su base de datos esta en MYSQL con un servidor en la nube. El sitio web muestra toda la información recibida de una manera ordenada, provee datos de posición geográfica y el estado de salud de cada semoviente.

2.3 Diseño de los bloques del prototipo de collar

Al tener definida la concepción universal del dispositivo, se presenta el diseño y construcción de cada bloque que conforma el prototipo de collar para la supervisión y control de semovientes en tiempo real.

2.3.1 Bloque de adquisición y procesamiento.

La figura 2-2 representa el bloque de adquisición y procesamiento de pulso cardíaco, temperatura, distancia, posición geográfica, la función de cada sub bloque y como están vinculados cada uno entre sí. El sub bloque inicial adquiere datos de pulsos cardíaco los mismos son acondicionados para ser procesados en el siguiente sub bloque, paralelamente el sensor de temperatura infrarrojo recepta los grados ambiente y corporal, el módulo GPS adquiere medidas

de altitud, latitud, longitud, velocidad para el siguiente sub bloque. El módulo SIM900 recibe el número de identificación asignado. Toda la información obtenida es enviada al sub bloque de procesamiento obteniendo así, valores numéricos de pulsos cardíaco, valores en grados centígrados de temperatura, unidades conocidas de kilometro/hora para la velocidad, metros en el caso de la altitud, un formato conocido para la fecha/hora y datos alfanuméricos para la ID de cada semoviente. El procesador almacena todos los valores y a través de la comunicación GSM/GPRS transmite toda la información.

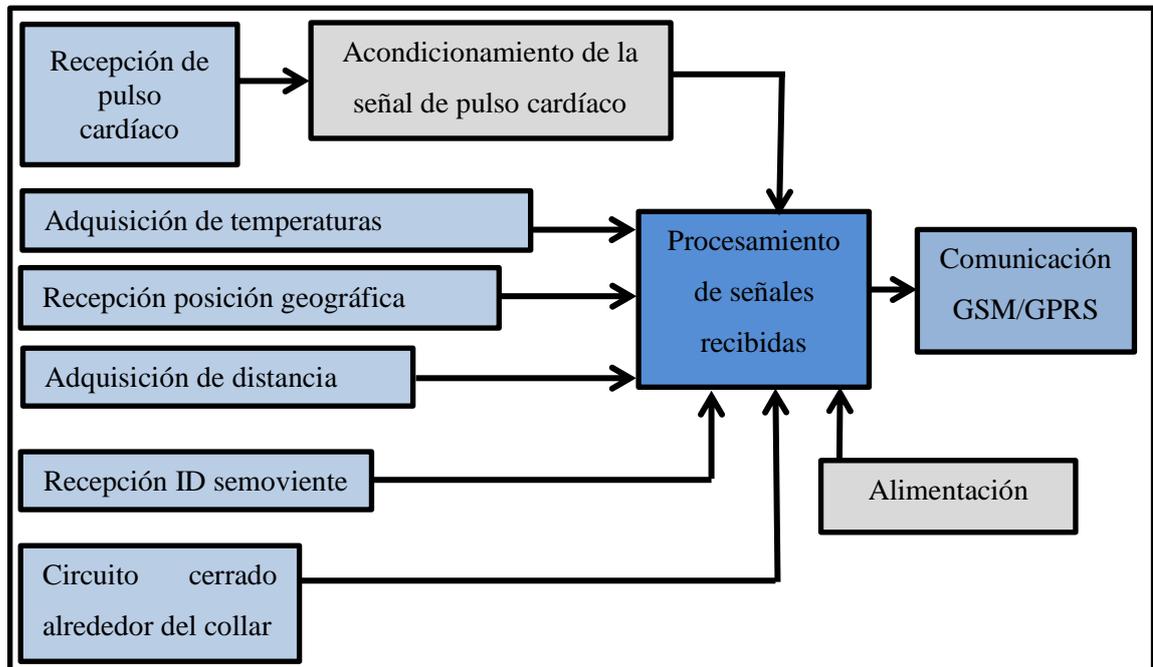


Figura 2-2: Bloque de adquisición y procesamiento de información.

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

En la figura 3-2 se muestra el sub-bloque de seguridad y detección de la etapa estral. El procesador utilizado es un Micro Arduino que analiza la información recibida, para detectar la etapa estral del animal y saber si la seguridad del prototipo de collar ha sido violada o no. De acuerdo a la información procesada, el dispositivo puede enviar mensajes de alerta a un teléfono celular o a la página web por medio de la comunicación GSM/GPRS.

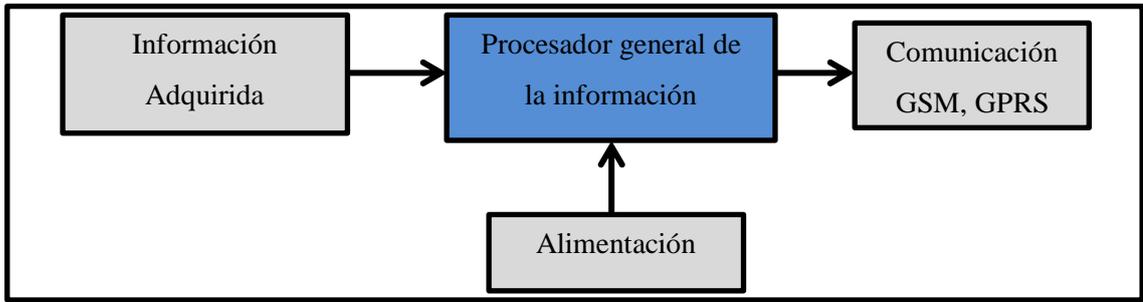


Figura 3-2: Sub-bloque de seguridad y detección de la etapa estral
 Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

2.3.2 Bloque de comunicación.

La figura 4-2 ilustra todos los sub bloques que forman el bloque de comunicación, supervisión y visualización. El bloque de adquisición y procesamiento se comunica bidireccionalmente con el ganadero o doctor de turno mediante una red móvil (claro) por comunicación SIM a un teléfono celular. El prototipo de collar también se comunica unidireccionalmente a la página web, a través del módulo GSM/GPRS que envía y recibe datos por medio del protocolo FTP a la nube y es visible en el sitio web mencionado.

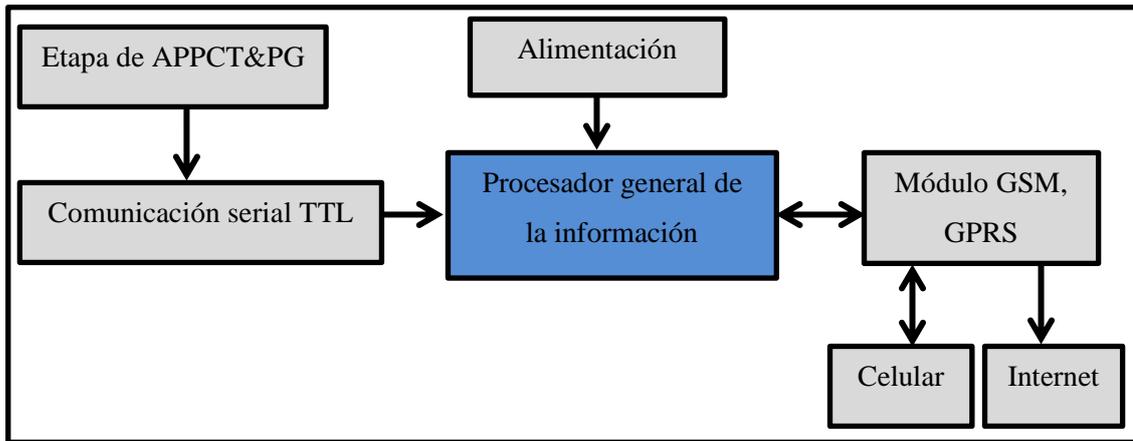


Figura 4-2: Bloque de comunicación.
 Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

2.4 Elección de los dispositivos electrónicos para la construcción del prototipo de collar

El siguiente apartado permite conocer las principales características de los dispositivos seleccionados para el montaje del prototipo de collar, aquellos que se ajustan a los requerimientos que necesita el dispositivo, las mediciones no deben incorporar error al dispositivo para garantizar el cumplimiento de los objetivos del prototipo de collar. Los anexos de la A hasta la F permiten visualizar de manera más detallada las diferentes características de los sensores a utilizar.

2.4.1 Dispositivos de adquisición y procesamiento.

Son los encargados de adquirir, procesar y medir parámetros ambientales, geográficos, corporales y eléctricos. El sistema que permite la adquisición, procesamiento de pulsos cardíaco, temperaturas, distancia y posición geográfica posee; un sensor infrarrojo de temperatura MLX90614, el sensor de pulsos cardíaco, un módulo GPS Ublox Neo-7M y un sensor ultrasónico HC-SR04.

2.4.1.1 Sensor infrarrojo de temperatura MLX90614

La figura 5-2 muestra el sensor de temperatura infrarroja, mide la temperatura sin necesidad del contacto. El chip detector de termopila sensible IR y el acondicionador de señal ASSP están integrados en el mismo. Gracias a este amplificador de ruido bajo, 17 bit de ADC la unidad logra una alta exactitud y resolución mediante un PWM digital y una salida SMBus (System Management Bus). El PWM 10-bit es configurado para transmitir continuamente y medir la temperatura en un rango de -20 a 120 °C, con una resolución de salida de 0.14 °C. (Melexis, 2014, p. 1)



Figura 5-2: Sensor GY-906-BCC MLX90614
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018.

La tabla 1-2 presenta las principales características del sensor MLX90614, que se presentan en el ANEXO E. (Melexis, 2006, goo.gl/1d5pNW)

Tabla 1-2: Características Sensor Infrarrojo de temperatura MLX90614

| Descripción | Características |
|--|-----------------|
| Corriente DC | 2Ma |
| Voltaje | 3.6-5.5V |
| Rango de temperatura de operación | -40 ... +85 °C |
| Rango de temperatura de almacenamiento | -20 ... +120 °C |
| Corriente DC en el pin SDA/ PWM | 25mA |
| Corriente DC en el pin SCL | 25mA |

Fuente: (Melexis, 2014, p. 4)

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

2.4.1.2 Sensor de pulsos cardíacos

Este sensor es muy sencillo de utilizar, requiere 5 Volts para funcionar, la salida de datos es analógica. Las dimensiones de sensor hacen que sea muy útil su colocación en un dedo o en el lóbulo de una oreja ya que su tamaño es similar a una moneda de 1 ctv., como se observa en la figura 6-2, interiormente posee un proceso de filtrado de señal y un led emisor de luz infrarroja, no perceptible al ojo humano, que al contacto con el cuerpo la luz infrarroja detecta el movimiento del flujo sanguíneo representando un pulso además posee un led luminoso para visualizar si esta encendido o no el sensor.



Figura 6-2: Sensor de pulsos cardíaco

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

La tabla 2-2 presenta las principales características del sensor de pulsos cardíacos que se describe con más detalle en el ANEXO F. (AG Electrónica S.A. de C.V, 2015, goo.gl/9yMMfv).

Tabla 2-2: Características del sensor de Pulsos cardíaco

| Descripción | Características |
|----------------------|----------------------|
| Voltaje | (3-5)VDC |
| Salida analógica | 1 |
| Consumo de corriente | 4Ma |
| Dimensiones | (1,6 x 1,6 x 0.03)cm |
| Peso | 01.8oz (5g) |

Fuente: (ElectronicaStore, 2016, goo.gl/opKh56)

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

2.4.1.3 Módulo GPS Neo-7M

La figura 7-2 muestra presenta el módulo GPS Neo-7M es muy potente y de fácil instalación. Su diseño incluye una antena de cerámica plana incorporada en la parte posterior del módulo el cual aumenta considerablemente la precisión y sensibilidad en ambientes hostiles, además posee un procesador U-Blox NEO y memoria EEPROM que permite almacenar datos ante fallos de energía del sistema.



Figura 7-2: Módulo GPS Neo-7M

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

La tabla 3-2 presenta las principales características de dicho módulo. Información a detalle del mismo se encuentra en el ANEXO C. (Ublox, 2014, goo.gl/jap2Kz)

Tabla 3-2: Características del módulo GPS NEO-7

| Descripción | Características |
|------------------------|--------------------|
| Voltaje | 3.5-5VDC |
| Tipo de Comunicación | Serial |
| Tipo de antena | Cerámica |
| Tamaño de antena | 25*25mm/0.98*0.98" |
| Tamaño de modulo | 25*35mm/0.98*1.37" |
| Led indicador de señal | Si(verde) |
| Baudrate | 9600 |
| EEPROM | Si |

Fuente: (Electronicalab, 2015, goo.gl/z81LYC)

Realizado por: Ramírez, Edwin; 2018

2.4.1.4 Sensor Ultrasónico HC-SR04

Es un sensor de distancia de bajo costo, capaz de detectar la distancia a la que se encuentran cualquier objeto dentro de un rango de 2 a 450 cm. Su funcionamiento es por ultrasonidos y contiene en sí, toda la electrónica encargada para realizar dicha medición, envía el pulso de arranque y mide la anchura del pulso de retorno. Su bajo consumo, costo y su gran precisión hacen que sea uno de los más populares e incluso que reemplace a los sensores polaroid en los robots más recientes. (ElectroniLAb, 2015, goo.gl/LbWXXZ). La figura 8-2 representa el sensor ultrasónico físico.



Figura 8-2: Sensor Ultrasónico HC-SR04

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

La tabla 4-2 presenta las principales características del sensor ultrasónico descrito con más detalle en el ANEXO D. (MICROKITS, 2014, goo.gl/KPqVGd)

Tabla 4-2: Características del Sensor Ultrasónico HC-SR04

| Descripción | Características |
|--------------------------------|-------------------------|
| Voltaje | 5VDC |
| Corriente de alimentación | 1.5Ma |
| Frecuencia de pulsos | 40Khz |
| Apertura del pulso ultrasónico | 15° |
| Señal de disparo | 10us |
| Dimensión del módulo | 45x20x15mm. |
| Rango de medición | 2 – 400cm |
| Interface de 4 hilos | Vcc, Trigger, Echo, GND |

Fuente: (ElectroniLAb, 2015, goo.gl/LbWXXZ)

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

2.4.1.5 Tarjeta de desarrollo ARDUINO MICRO

La figura 9-2 muestra la estructura física de la tarjeta Arduino micro, que por su tamaño y número de terminales tanto analógicos como digitales hacen fácil su integración en proyectos. La placa de Arduino micro está basada en el microcontrolador de ATmega32U4 y ofrece un puerto USB incorporado lo que hace que la placa sea recocida como un ratón o un teclado. Dispone de 20 pines digitales de entrada/ salida, de los cuales 7 pueden ser utilizados como salidas PWM 12 como entradas analógicas, tiene un oscilador de cristal de 16 MHz y un botón de reinicio. (WEB-ROBOTICA.COM, 2016, goo.gl/dsreKT)

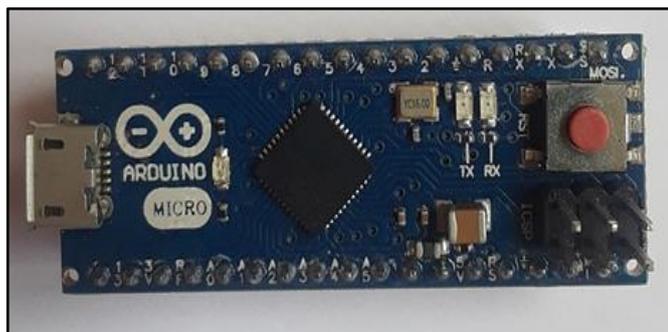


Figura 9-2: Tarjeta de desarrollo ARDUINO MICRO

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

La tabla 5-2 muestra los datos característicos de funcionamiento de la placa Arduino MICRO descritos en el ANEXO A. (ARDUINO, 2015, goo.gl/xxWeMm).

Tabla 5-2: Características Arduino MICRO

| Descripción | Características |
|-----------------------------------|-----------------|
| Procesador | Atmega32U4 |
| Voltaje | 5V/ 7-12 V |
| Velocidad de reloj | 16 MHZ |
| Entradas/ salidas analógicas | 20 |
| Entradas digitales/ PWM | 7 |
| Eeprom [kb] | 1 |
| Sram [kb] | 2.5 |
| Flash [kb] | 4 |
| Corriente DC terminales de in/out | 20Ma |
| Corriente DC PIN 3.3v | 50Ma |
| Puertos seriales | 2 |

Fuente: (WEB-ROBOTICA.COM, 2016, goo.gl/dsreKT)
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

2.4.2 Dispositivos para el bloque de comunicación

Se establece la comunicación inalámbrica unidireccional a internet y bidireccional a un teléfono celular establecido, por medio del módulo SIM900 (GSM/GPRS). La comunicación que se crea, permite enviar y recibir mensajes de alerta, así como, del estado del semoviente por medio del análisis de toda la información que proveen los sensores del dispositivo.

2.4.2.1 Módulo SIM900 (GSM/GPRS)

La figura 10-2 permite conocer el componente físico de SIM900 el cual es una tarjeta compacta de comunicación inalámbrica compatible con todos los modelos de Arduino y microcontrolador. El módulo SIM900 funciona con la red de 2G, está configurado y controlado por vía UART usando comandos AT. Trabaja con 4 bandas en las redes GSM, envía mensajes cortos y datos a través de la red (ASCII o RAW hexadecimal). (Lara, 2015, goo.gl/rVHj51).



Figura 10-2: Módulo SIM900 (GSM/GPRS)
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018.

La tabla 6-2 provee las especificaciones técnicas del módulo descrito con mas detalle en el ANEXO B. (SIM900 The GSM/GPRS Module for M2M applications , 2014, goo.gl/QGskjP).

Tabla 6-2: Especificaciones técnicas del módulo SIM900

| Descripción | Características |
|----------------------------|-----------------------|
| Tensión de funcionamiento | 5 V |
| Consumo de corriente | 1.5Ma |
| Quad-Band | 850/900/1800/1900 Mhz |
| Red para su funcionamiento | 2G |
| Conexión con Arduino | Puerto Serial |

Fuente: (Lara, 2015, goo.gl/rVHj51)
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

2.5 Fuente de alimentación

El dispositivo seleccionado para proveer 5 Volts al sistema electrónico del prototipo de collar son dos paneles solares fotovoltaicos conectado en paralelo para suministrar mayor intensidad de corriente al momento de carga. Este elemento permite tener una fuente de energía limpia, todo el voltaje será almacenado en una batería de litio recargable a 5 VDC a 5600 mA por hora.

2.5.1 Panel Solar

Es un elemento que convierte la energía solar en electricidad, es ideal para proyectos de tamaño reducido y otras aplicaciones. Funciona con microcontroladores, Arduino o cualquier tarjeta de desarrollo existente, el material del cual está compuesto es el policristalino epoxi, que protege al panel solar dando una vida útil de hasta 25 años. La figura 11-2 representa el elemento físico.



Figura 11-2: Panel solar

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

La tabla 7-2 muestra las características y especificaciones del panel solar.

Tabla 7-2: Características y especificaciones del panel solar

| Descripción | Características |
|----------------------------|-----------------|
| Tensión de salida | 5 V |
| Corriente máxima de salida | 200mA |
| Tamaño | 112x84mm |
| Potencia | 1W |

Fuente: (Lara, 2015, goo.gl/rVHj51)

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

2.5.2 Baterías de litio

También conocidas como baterías Li-Ion, son dispositivos que permiten el almacenamiento de energía, proporcionan mayor intensidad de corriente y por ende mayor energía a diferencias de baterías convencionales, están compuestas por varias celdas de carga en su interior, separadas por iones de litio que reaccionan químicamente para proporcionar energía, poseen una vida útil de 1 a 2 años sin pérdidas de energía, la figura 12-2 muestra el elemento físico.



Figura 12-2: Batería de Litio
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

La tabla 8-2 muestra las características de la batería de litio.

Tabla 8-2: Características de la batería de litio

| Descripción | Características |
|-------------------------|-----------------|
| Tensión de salida | 5 V |
| Intensidad de corriente | 5600mAh |
| Tamaño | 60x80x30mm |
| Tensión de entrada | 5 V |
| Corriente de salida | 1 - 2 A |

Fuente: (Lara, 2015, goo.gl/rVHj51)
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

2.6 Esquema de conexión electrónica

La figura 13-2 presenta el esquema general de conexión electrónica de *hardware* del prototipo de collar, además de la distribución de cada uno de sus terminales para su respectiva conexión, cuyo principal elemento es el Arduino micro.

- El módulo SIM900 (GSM/GPRS) se comunica con el Arduino por los puertos serial 7 y 8(RX, TX) respectivamente.
- El modulo GPS NEO7 está en comunicación con el micro Arduino por los puertos seriales 10 y 11(RX, TX) respectivamente.
- El sensor de temperatura infrarrojo MLX90614 ocupa los terminales SDA y SCL (2 y 3 respectivamente).
- Los terminales digitales designados para el ultrasónico son el 4 y 5 para el trigger y el echo respectivamente.
- El sensor de pulsos cardíacos ocupa el terminal analógico (A0).

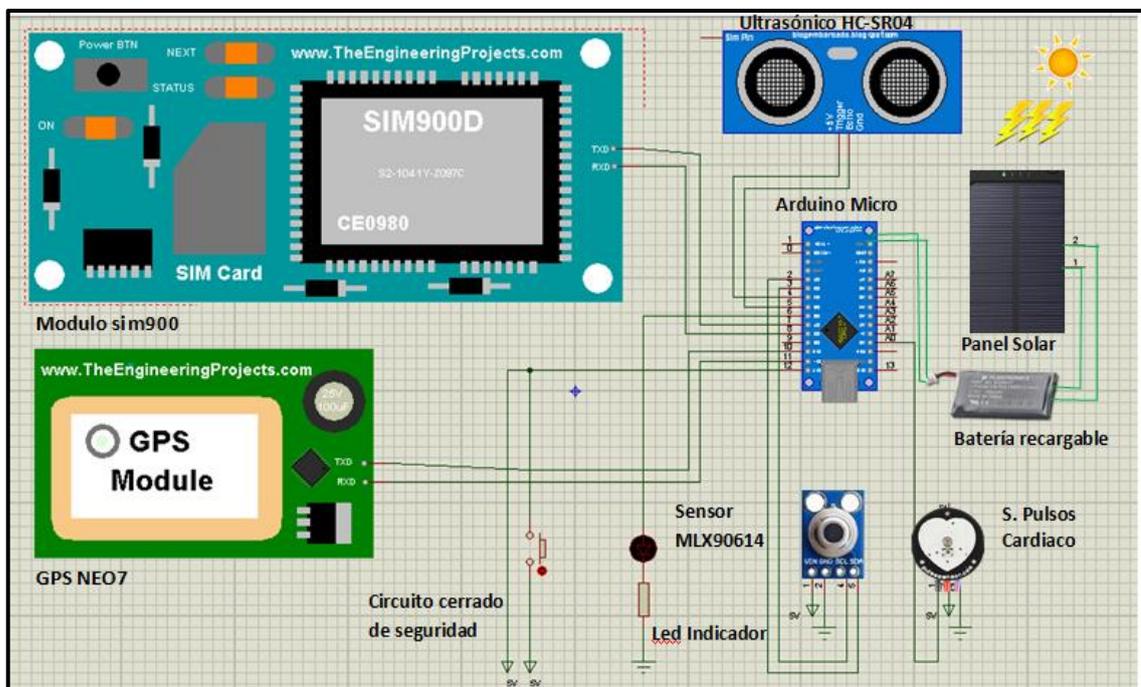


Figura 13-2: Esquema de conexión electrónica
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

En la tabla 9-2 se muestra la distribución de terminales de conexión de los dispositivos con el Arduino Micro.

Tabla 9-2: Terminales de conexión de Arduino micro

| TERMINALES DE ARDUINO | ESPECIFICACIONES |
|------------------------------|-------------------------|
| MODULO GSM/GPRS | |
| 8 (Tx) | Rx Módulo SIM900 |
| 7 (Rx) | Tx Módulo SIM900 |
| MODULO GPS | |
| 11 (Tx 2) | Rx Módulo GPS |
| 10 (Rx 2) | Tx Módulo GPS |
| SENSOR DE TEMPERATURA | |
| 2 (SDA) | SDA sensor |
| 3(SCL) | SCL sensor |
| S. PULSO CARDIOCO | |
| A0 (salida analógica) | Señal |
| ULTRASONICO | |
| 4(Salida digital) | Trigger |
| 5(Salida digital) | Echo |
| BATERIA RECARGABLE | |
| Vin | Vcc |
| Gnd | Gnd |
| CIRCUITO DE SEGURIDAD | |
| 12 (Entrada digital) | 5V, pulsador |
| 6 (Salida digital) | LED Indicador |

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

2.7 Diseño del software para el prototipo de collar

La programación se realizó en la plataforma IDE Arduino basado en el lenguaje de programación C++, es un código de fácil comprensión y de gran soporte a nivel mundial, dispone de una variedad de librerías las cuales son requeridas para operación específicas. La fácil adquisición de códigos gratuitos de proyectos para Arduino y la diversidad de su *hardware* a precios muy convenientes, hacen que sea muy utilizado y requerido.

La programación de la página web se realizó en el programa Aptana Studio 3, (Appcelerator, 2014, <https://goo.gl/JVLdoj>), que soporta lenguajes de programación HTML y PHP en sus diferentes versiones, la base de datos se creó en el servidor web de la nube mediante MYSQL Server en un dominio gratuito que posee un protocolo seguro de transferencia de hipertexto lo cual permite que nuestro sitio sea seguro al abrir en cualquier navegador.

2.7.1 Requerimientos del software del sistema

El prototipo de collar debe cumplir con los siguientes parámetros:

- Permitir la identificación de cada semoviente por medio de una cadena de hasta 10 caracteres ASCII.
- Obtener información del ID, de temperatura ambiental y corporal, pulso cardíaco, distancia del semoviente en referencia al suelo, localización geográfica, velocidad entre otros.
- Analizar los datos de distancia, velocidad y pulso cardíaco para determinar si el semoviente (vaca) está en etapa estral.
- Comprobar el estado del circuito cerrado y la señal que envía al terminal digital 12 del Arduino para detectar violaciones a la seguridad del collar.
- Establecer la comunicación bidireccional por medio del módulo SIM900 GSM/GPRS para dar a conocer la información adquirida al ganadero o médico responsable del estado del semoviente y proporcionar alertas de hurto o no del mismo.
- Determinar una ID para cada semoviente utilizando el módulo SIM900 GSM/GPRS.

El *software* para el prototipo de collar es uno solo, pero incluye tres funciones específicas que son:

1. Función para la adquisición de información (FAI)
2. Función de seguridad y detección de etapa estral del semoviente (FS&DEE)
3. Función para la comunicación, control y supervisión en tiempo real (FCBC&STR)

2.7.2 Función para la adquisición de información

La figura 13-2 representa el diagrama de flujo del *software* para la lectura de los parámetros de cada sensor y módulos del sistema. El sensor infrarrojo MLX90614 entrega 2 tipos de temperaturas, la ambiental y la corporal (°C), por medio de las librerías `#include <Wire.h>` e `#include <Adafruit_MLX90614.h>`. El sensor ultrasónico HC-SR04 da lecturas de distancia del semoviente en referencia al suelo, la información del pulso cardíaco es entregada por el sensor de pulsos, finalmente el módulo GPS NEO7 es el encargado de entregar lecturas de altitud, longitud, latitud, velocidad, por medio de la librería `#include <TinyGPS.h>`, cada sensor mencionado se comunica con el Arduino mediante el protocolo serial de comunicación el cual

maneja la librería #include <SoftwareSerial.h>. A continuación, se muestra el algoritmo para la adquisición de la información.

- En el inicio se incluyen todas las librerías necesarias, declaración de variables e inicialización de valores requeridos.
- Se inicializa el puerto serial y la tasa de transición de datos a 9600 baudios, así como la conexión del GPS que utiliza la misma transición de datos.
- Se inicializa el bloque de repetición indefinida (void loop) recibiendo los datos de cada sensor y módulo por el puerto serial cada 1 minuto.
- Los datos son colocados en las variables para su posterior manejo y procesamiento.

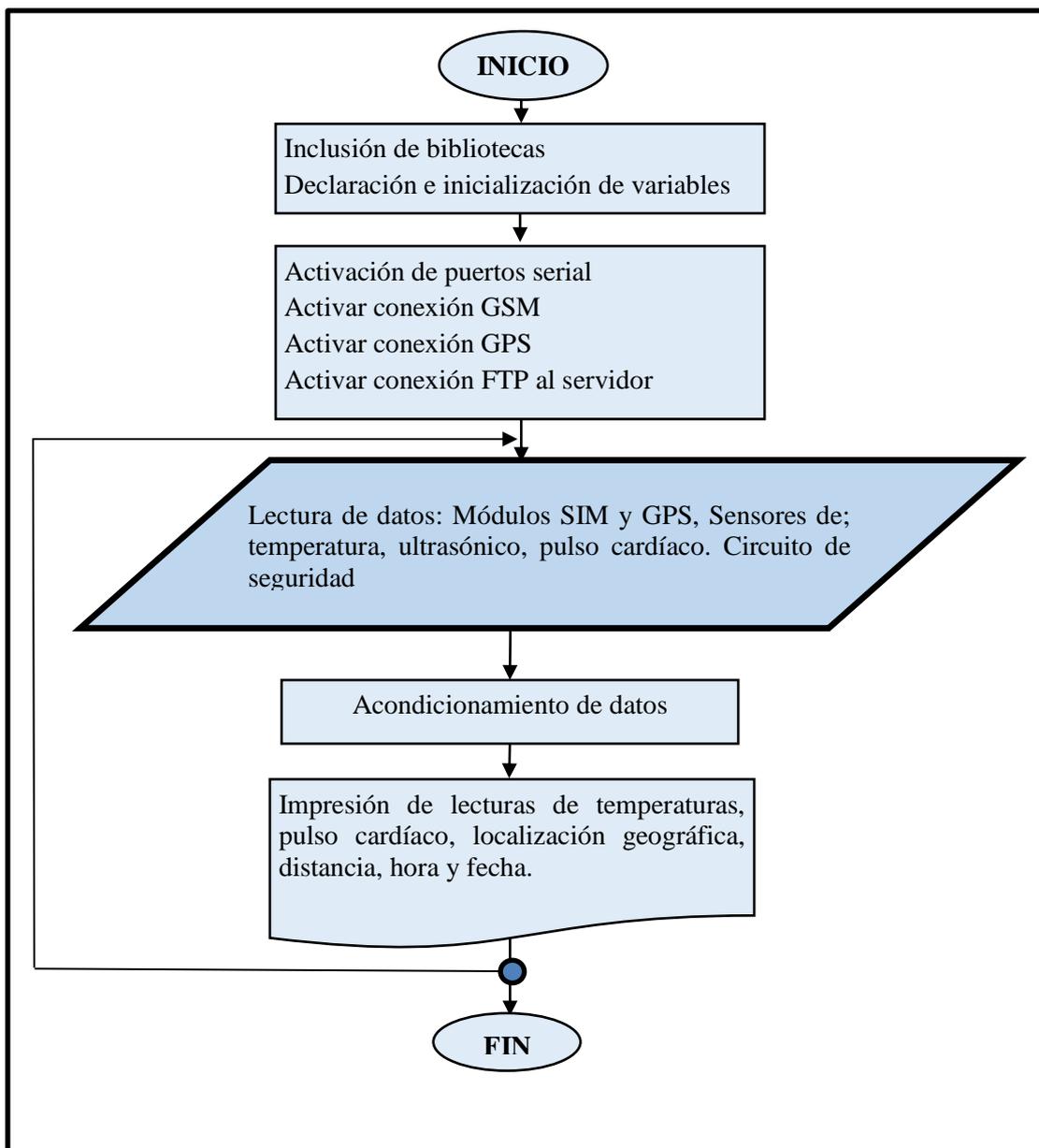


Figura 14-2: Diagrama de flujo de la función de adquisición de información (FAI)
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

2.7.3 Función de seguridad y detección de etapa estral del semoviente (FS&DEE)

Las diversas formas de violar la seguridad del collar son detectadas por el cambio de estado de una bandera que se establece en el programa, esta acción se da cuando el collar es abierto sin presionar un botón de seguridad que está en un lugar estratégico del prototipo. La detección de la etapa estral se puede detectar si las variables distancian, velocidad y ritmo cardíaco cumplen ciertos parámetros en el mismo tiempo.

El diagrama de flujo de la figura 14-2 se muestra lo que se describe a continuación.

- Se adquiere las lecturas del circuito de seguridad que ingresa al terminal digital de entrada 12, información del sensor de pulsos cardíaco, del ultrasónico HC-SR04 y del módulo GPSNEO7.
- Se acondiciona cada uno de los valores recibidos, se analiza si, para la detección de violaciones a la seguridad del collar la variable (S) está en 0, existe fraude. Para la detección de celo las variables tanto de distancia, velocidad y ritmo cardíaco deben estar por encima de los valores nominales.
- Todos los sensores nunca deben leer valores de 0 porque el animal está vivo, si se da el caso de que algún sensor mide, el dispositivo enviara la información de alerta al ganadero y al sitio web seleccionado.
- Este proceso se repite de manera indefinida.

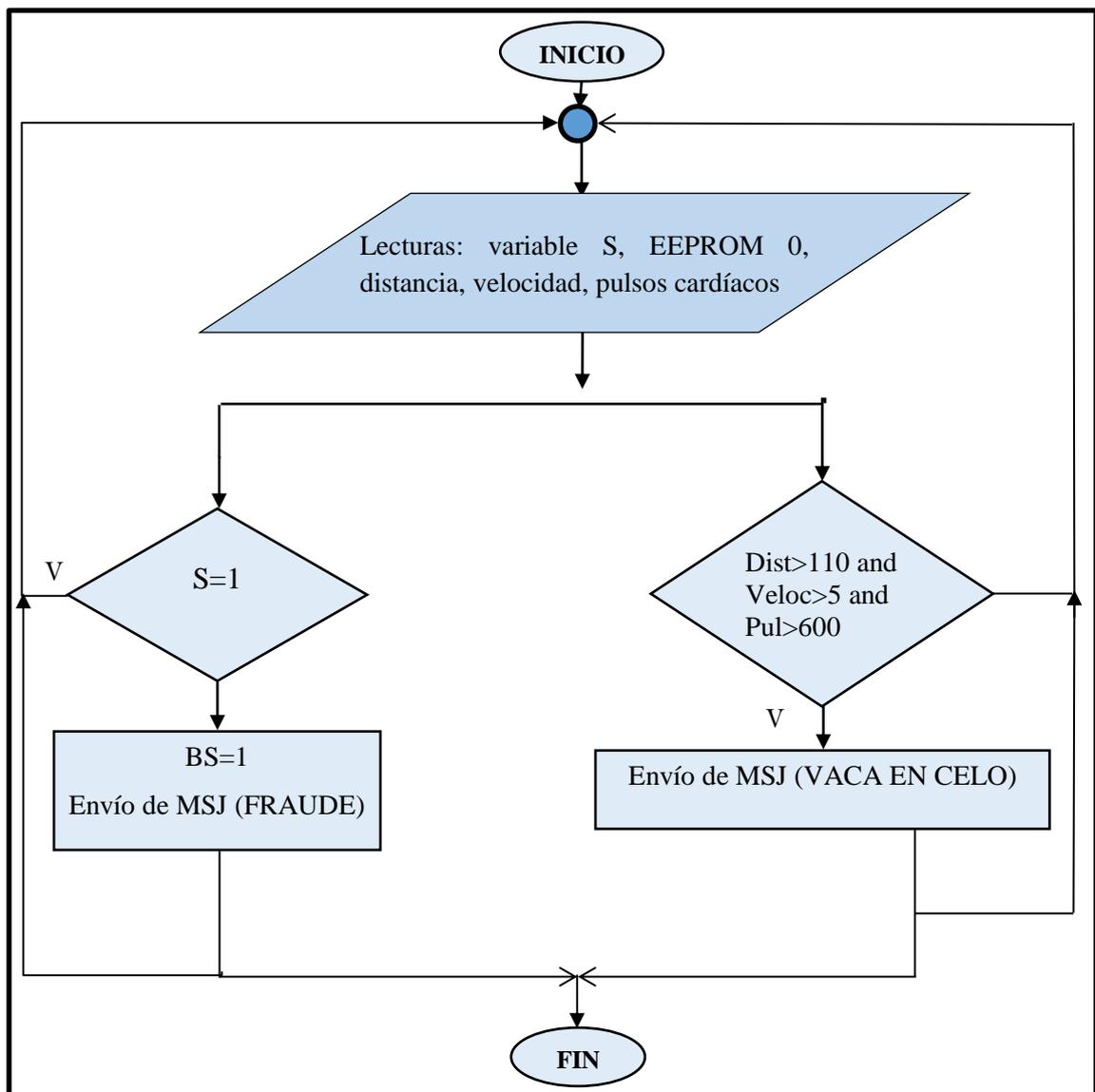


Figura 15-2: Diagrama de flujo de la función de seguridad y detección de etapa estral del semoviente.

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

2.7.4 Función para la comunicación

La figura 15-2 muestra el diagrama de flujo del *Software* de CBC&STR, la forma de comunicarse el Arduino micro con la página web es vía GPRS del módulo SIM, la comunicación al usuario es por las redes móviles (claro). Cada etapa se describe a continuación:

- Se incluye la librería `#include <String.h>` quien maneja los protocolos de comunicación GSM, GPRS y FTP entre otros.

- Se inicializa la función GPRS y FTP que por medio de comandos AT se conectan con la red móvil y el servidor respectivamente.
- En el servidor se establece usuario y password por seguridad además se crea un archivo .txt para poder subir los datos obtenidos.
- A través de comandos AT se ingresa al servidor y se escribe los datos en el archivo.txt para ser visualizados en su entorno.
- Al detectar hurto o celo las señales de alerta son enviadas por mensajes de texto al dueño, la comunicación es posible por la programación de los comandos AT y la conexión a la red móvil que accede por medio de estos.
- La actualización de los datos en la página web se da cada 2.5 minutos, tiempo que tarda en hacer la conexión y subir todos los datos.

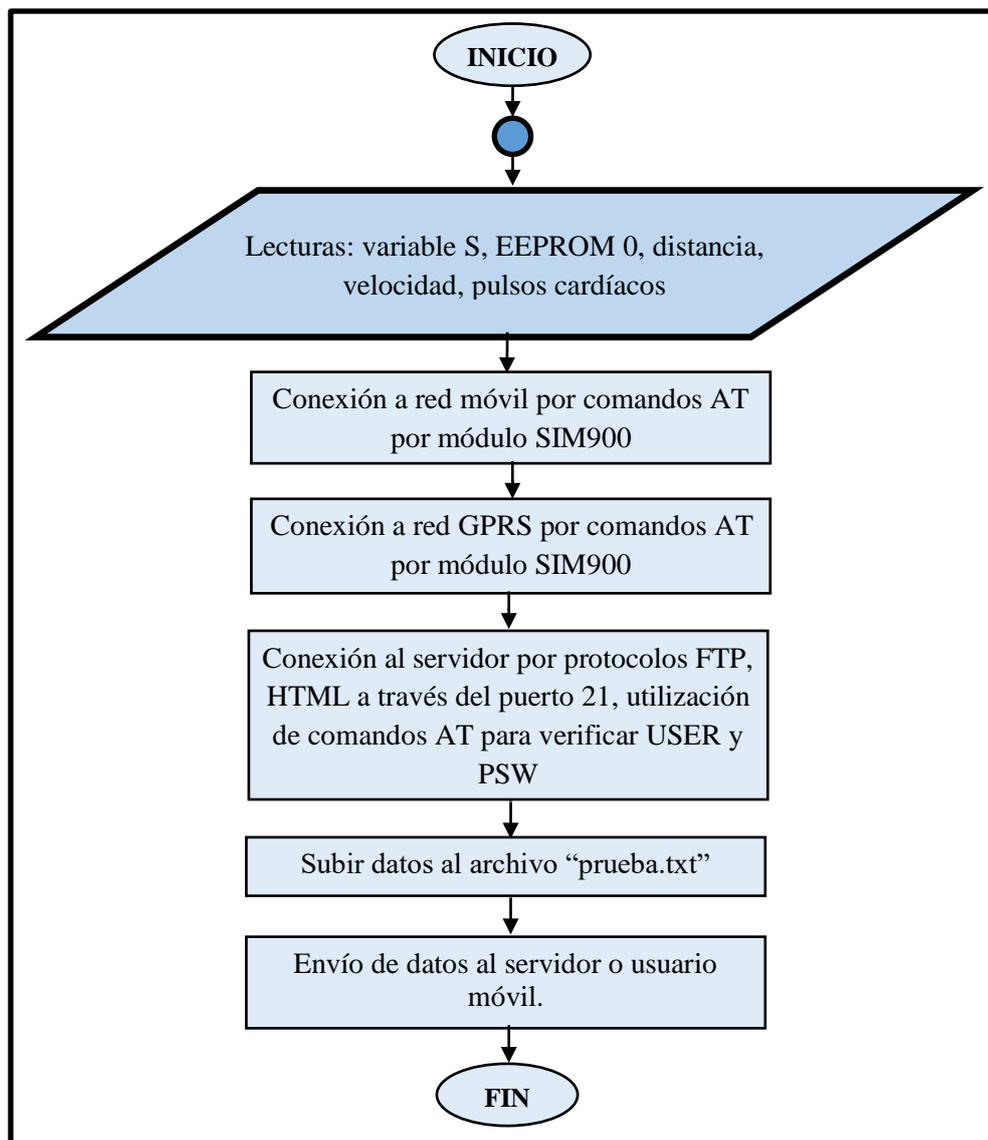


Figura 16-2: Diagrama de flujo para la función de comunicación.
 Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

2.8 Diseño de la página web

Los lenguajes de programación utilizados fueron HTML y PHP, son códigos muy utilizados para la elaboración y diseño de sitios web. La fácil adquisición de estos programas lo hacen popular para este tipo de proyectos. El sitio web crea un historial de la información adquirida gracias a que trabaja con una base de datos creado en MYSQL propio del sitio web, el entorno de la página está configurado sobre un dominio gratuito, <https://control-ganado.000webhostapp.com/>, que facilita el acceso seguro a la página desde cualquier navegador. La figura 16-2 muestra la página principal del sitio web elaborada.

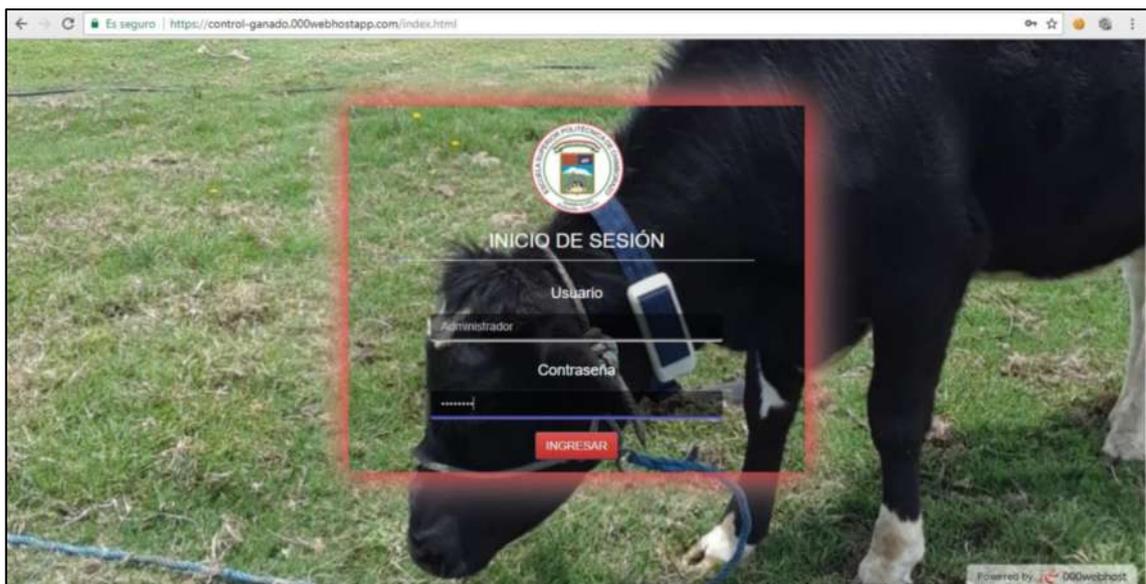


Figura 17-2: Página principal del sitio web elaborado
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

La información puede ser desplegada y visualizada en varias pestañas como son Inicio, Servicios, Información y Contacto como se muestra en la figura 17-2.



Figura 18-2: Página principal del sitio web elaborado
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

En la figura 18-2 se observa el menu de servicios donde se puede apreciar el posicionamiento del ganado el tiempo real, mediante los parametros de latitud y longitud obtenidos por el dispositivo y visualizados mediante una API de Google .



Figura 19-2: Ventana de la pestaña servicios-posición
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

El menú de información proporciona dos opciones de selección, la primera para la visualización del historial de información del animal y la segunda opción para los datos del estado tanto del collar como del semoviente, en la figura 19-2 se puede observar los datos adquiridos por el dispositivo.

The screenshot shows a web application interface for the 'ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FIE' (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Facultad de Ingeniería Electrónica). The page title is 'INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES'. A navigation menu includes 'INICIO', 'SERVICIOS', 'INFORMACIÓN', and 'CONTACTO'. The main content area displays 'DATOS DEL SEMOVIENTE' (Semovient Data) in a table format. The table has two columns: '-- DATOS --' and '-- VALORES --'. The data includes ID (SEMOV00157), LATITUD (-1.655574), LONTIGUD (-78.677444), PULSOS CARDÍACOS (2), TEMP. CORPORAL (18 °C), TEMP. AMBIENTE (20 °C), ESTADO DEL SEMOVIENTE (NORMAL), and ESTADO DEL COLLAR (NORMAL). Below the table is a 'NUEVA CONSULTA' button. The footer contains 'SUPERVISIÓN Y CONTROL DE SEMOVIENTES EN TIEMPO REAL', '© Copyright by Edison Chango - Javier Ramirez - 2018', and 'Powered by Joomla! 000webhost'.

| -- DATOS -- | -- VALORES -- |
|-----------------------|---------------|
| ID | SEMOV00157 |
| LATITUD | -1.655574 |
| LONTIGUD | -78.677444 |
| PULSOS CARDÍACOS | 2 |
| TEMP. CORPORAL | 18 °C. |
| TEMP. AMBIENTE | 20 °C. |
| ESTADO DEL SEMOVIENTE | NORMAL |
| ESTADO DEL COLLAR | NORMAL |

Figura 20-2: Ventana de la pestaña información-datos semoviente
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

2.9 Diseño estructural del prototipo.

La estructura va estar expuesta a la intemperie, por lo tanto, debe ser resistente a golpes y maltratos que se den por otros semovientes que estén juntos o por otras distintas causas que puedan inferir en la seguridad del prototipo, se realizaron dos tipos de modelos, como se aprecia en la figura 21-2, diseñados bajo el *Software Solid Works 2017*, (Systemes, 2018, <https://goo.gl/9NMhZy>).

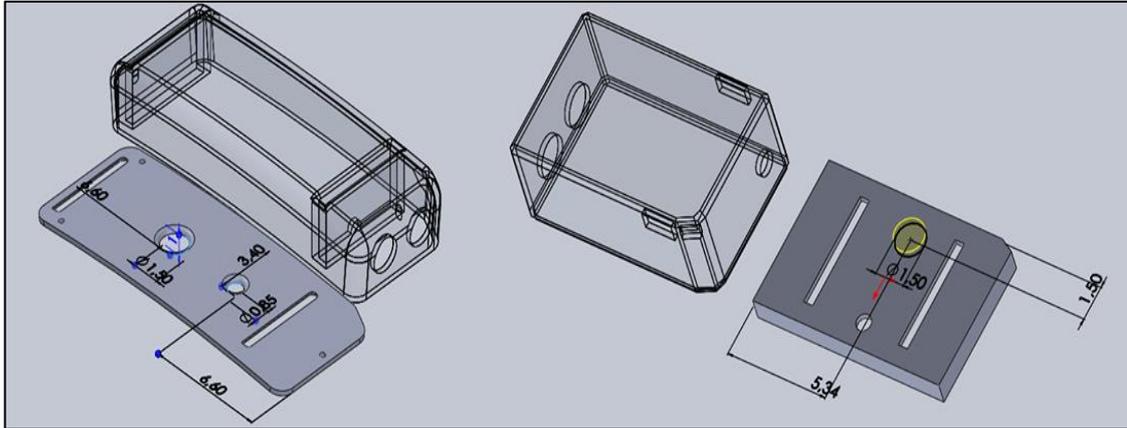


Figura 21-2: Modelo estructural del prototipo.
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

Se optó por un modelo ergonómico que satisfaga los requerimientos del prototipo, las medidas de la estructura son 17,5cm de largo x 6,8cm de ancho y 3cm de alto, para su proceso de impresión en 3D con material PLA, en la figura 22-2 se observa la impresión final de la estructura.



Figura 22-2: Estructura impresa en 3D.
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

Para la incorporación y sujeción de la caja y los paneles solares al cuello del semoviente se realizó un cinturón con material impermeable, resistente al agua y polvo, con dimensiones: 1,20m de largo y 5 cm de ancho, en sus extremos posee una hebilla para cerrar el cinturón, en la figura 23-2 se aprecia el cinturón con los paneles solares instalados en su interior.



Figura 23-2: Cinturón incorporado los paneles solares.
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

En la figura 24-2 se observa el diseño final del prototipo de collar mismo que tiene un peso de 0.88 libras.



Figura 24-2: Diseño estructural del prototipo finalizado.
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

CAPÍTULO III

3. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

En este capítulo se presentan los resultados que se obtuvieron en cada una de las pruebas realizadas del prototipo de collar implementado. Se realizaron 5 pruebas de validación entre las más importantes están las de sensores, seguridad y comunicación. También se analiza los alcances y limitaciones que tiene el *hardware* y *software* en sus requerimientos planteados en el capítulo anterior. Se incluye además un estudio económico del mismo.



Figura 1-3: Prototipo de collar implementado en el semoviente.
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

3.1 Pruebas de sensores del prototipo de collar.

El dispositivo electrónico tiene como función medir varios parámetros dentro de los cuales los más destacados son: distancia, pulso cardíaco, temperatura corporal/ambiental, posición geográfica y su velocidad. El mismo fue sometido a las siguientes pruebas para la verificación de su funcionamiento. Se tomaron 10 lecturas para todas las pruebas.

3.1.1 Prueba de medición del sensor ultrasónico HC-SR04

Pa verificar que el sensor ultrasonico funciona se realizo la siguiente prueba, el ultrasónico fue colocado a distancias variable de 30 a 120 cm del suelo. La herramienta patrón que se utiliza para verificar cada dato obtenido es una cinta métrica de 500cm. El error absoluto que presenta es de ± 1 cm como se aprecia en la tabla 1-3. Los resultados experimentales obtenidos verifican que el dispositivo no incorpora error al sensor.

Tabla 1-3: Mediciones de voltaje

| Nº | Cinta métrica advance 500 cm | Sensor ultrasónico HC-SR04 (cm) | Error Absoluto (cm) |
|----|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| 1 | 35 | 34 | -1 |
| 2 | 41 | 42 | +1 |
| 3 | 77 | 77 | 0 |
| 4 | 94 | 93 | -1 |
| 5 | 100 | 100 | 0 |
| 6 | 103 | 104 | +1 |
| 7 | 115 | 115 | 0 |
| 8 | 116 | 115 | -1 |
| 9 | 118 | 117 | -1 |
| 10 | 120 | 120 | 0 |

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

Se verificó las medidas que genera el sensor a través del monitor puerto serial de la plataforma Arduino como se puede apreciar en la figura 2-3.

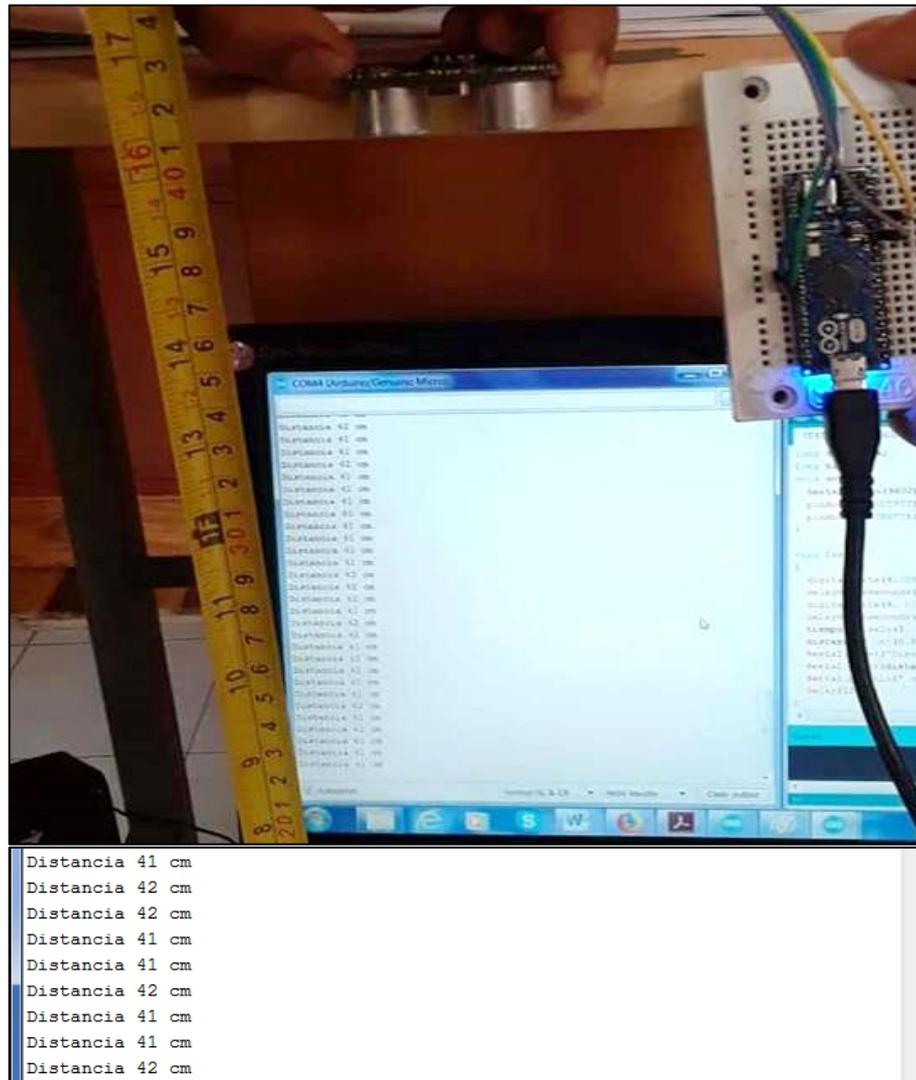


Figura 2-3: Prueba de medición del sensor ultrasónico HC-SR04
 Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

3.1.2 Prueba de medición de pulso cardíaco

El objetivo de esta prueba es medir el pulso cardíaco en la muñeca de una persona, utilizando al mismo tiempo el sensor de pulsos y el equipo patrón reloj Samsung Gear que tiene una resolución de 5 BPM. La tabla 2-3 muestra los resultados obtenidos y se concluye que el dispositivo mide el pulso cardíaco con un error absoluto de ± 4 BPM (Pulso cardíaco por minuto) el cual es despreciable y no influye en el objetivo del prototipo de collar.

Tabla 2-3: Mediciones de BPM

| Nº | Medidor de pulsos Reloj Samsung Gear (BPM) | Medidor de pulsos SEN-11574 (BPM) | Error Absoluto (BPM) |
|----|--|-----------------------------------|----------------------|
| 1 | 64 | 62 | -2 |
| 2 | 65 | 69 | +4 |
| 3 | 64 | 64 | 0 |
| 4 | 66 | 68 | +3 |
| 5 | 77 | 73 | -4 |
| 6 | 75 | 75 | 0 |
| 7 | 76 | 76 | 0 |
| 8 | 76 | 72 | -4 |
| 9 | 65 | 69 | +4 |
| 10 | 59 | 59 | 0 |

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

Ambos sensores fueron colocados en la misma posición para realizar las mediciones respectivas, se evidencia lo dicho en la figura 3-3

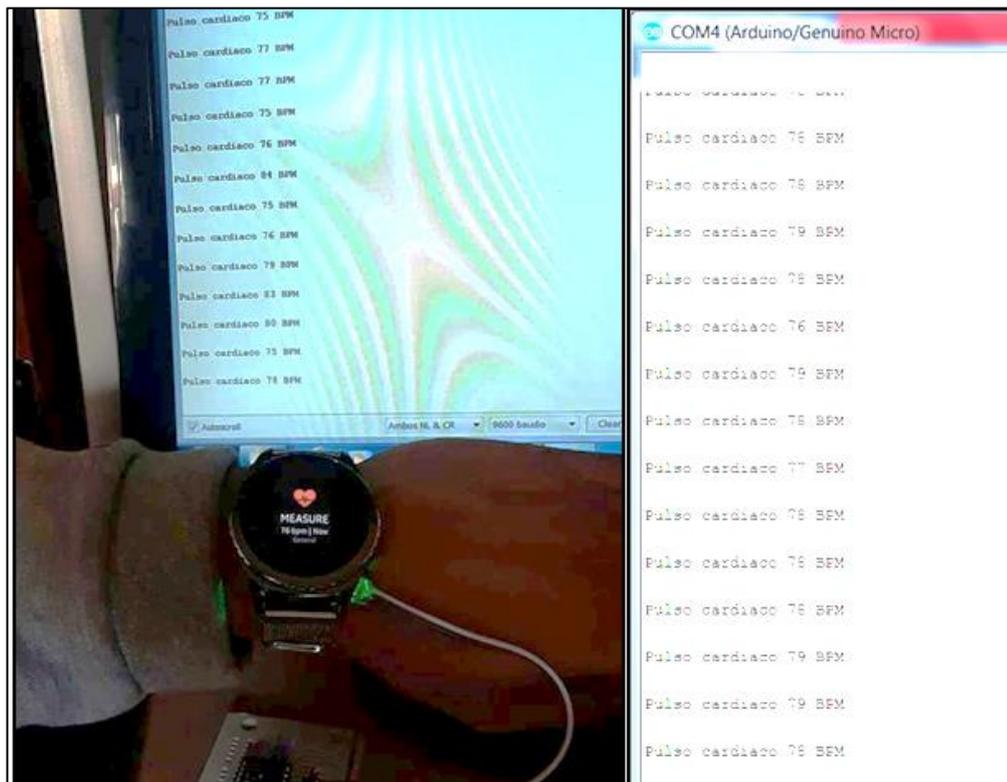


Figura 3-3: Mediciones con los dos sensores de pulsos cardíacos.

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

3.1.3 Prueba de medición del sensor de temperatura infrarrojo

Esta prueba permite determinar la exactitud de las mediciones que realiza el sensor infrarrojo MLX90614 con resolución de 0.025 °C. Las lecturas se realizaron al mismo tiempo con el equipo patrón, termómetro MDT102 con resolución de 0.03°C. La tabla 3-3 presenta los resultados que se obtuvieron con un error absoluto de ± 0.02 °C para la temperatura corporal, esto permitió verificar que el prototipo tiene un error mínimo y no afecta a la resolución del sensor utilizado.

Tabla 3-3: Mediciones de temperatura corporal

| N° | <i>Medidor de temperatura patrón</i> MDT102 (°C) | | <i>Medidor de temperatura infrarrojo</i> MLX90614 (°C) | | Error Absoluto (°C) | |
|----|---|-------------|---|-------------|-------------------------------|-------------|
| | T. Ambiente | T. Corporal | T. Ambiente | T. Corporal | T. Ambiente | T. Corporal |
| 1 | 5.05 | 7.02 | 5.01 | 7.00 | -0.04 | -0.02 |
| 2 | 9.15 | 13.20 | 8.70 | 13.18 | +0.65 | -0.02 |
| 3 | 10.45 | 15.49 | 10.10 | 15.50 | -0.35 | +0.01 |
| 4 | 16.60 | 19.65 | 16.20 | 19.65 | -0.40 | 0 |
| 5 | 19.55 | 23.50 | 19.55 | 22.50 | 0 | 0 |
| 6 | 22.78 | 25.80 | 22.25 | 25.82 | +0.43 | +0.02 |
| 7 | 25.80 | 29.75 | 25.80 | 29.74 | 0 | -0.01 |
| 8 | 29.55 | 33.60 | 29.55 | 33.60 | 0 | 0 |
| 9 | 34.12 | 39.20 | 33.90 | 39.20 | -0.22 | 0 |
| 10 | 38.15 | 43.10 | 37.80 | 43.115 | -0.35 | +0.015 |

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

La figura 4-3 permite evidenciar la prueba realizada y parte de la información tomada del monitor serie de Arduino.

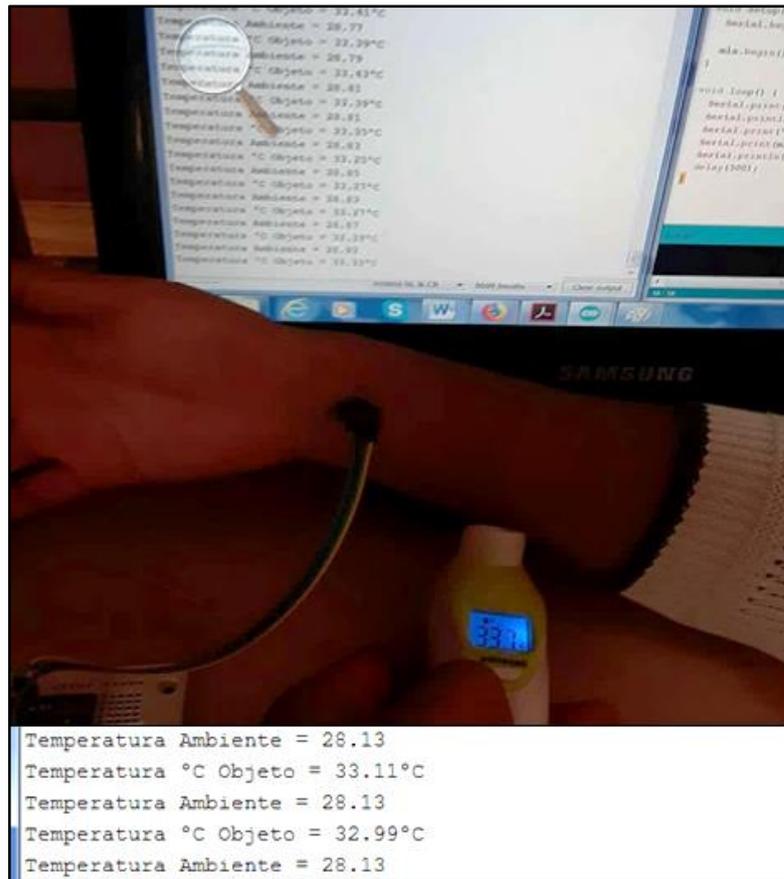


Figura 4-3: Prueba de medición de temperatura con ambos sensores, lecturas generadas en el monitor serie de Arduino.
 Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

3.1.4 Prueba de localización geográfica

El objetivo de esta prueba es verificar que las mediciones de localización geográfica y tiempo sean adquiridas con el modulo GPS NEO 7, el cual tiene una resolución de 2.5 metros para la posición y 0.5 kph para la velocidad. Dichas lecturas son tomadas al mismo tiempo por el dispositivo mencionado y el localizador patrón Google Maps que tiene una resolución de 7 metros para la latitud/longitud, la velocidad presenta una resolución de 0.8 kph. La tabla 4-3 muestra los datos obtenidos y verifica que los valores de latitud y longitud tienen un error absoluto de 2 metros, mientras que la velocidad tiene un error de ± 0.5 (kph). La información obtenida permite concluir que los errores absolutos no se consideran importantes, pues las mediciones se encuentran en un rango de medida aceptable y no alteran los objetivos planteados por el prototipo.

Tabla 4-3: Pruebas de localización GPS y velocidad

| Coordenadas Google Maps | | | Coordenadas GPS Arduino | | | Errores Absolutos | | |
|-------------------------|------------|----------------|-------------------------|------------|----------------|-------------------|-----------|----------------|
| Latitud | longitud | Velocidad(kph) | latitud | longitud | Velocidad(kph) | latitud | longitud | Velocidad(kph) |
| -1.663550 | -78.654646 | 0.24 | -1.663561 | -78.654635 | 0.44 | +0.000011 | -0.000011 | +0.20 |
| -1.664065 | -78.641166 | 0.28 | -1.664064 | -78.641156 | 0.39 | -0.000001 | -0.000010 | +0.11 |
| -1.669809 | -78.653502 | 0.43 | -1.669808 | -78.653501 | 0.56 | +0.000001 | -0.000001 | +0.13 |
| -1.657903 | -78.676305 | 10.25 | -1.657915 | -78.676306 | 10.00 | +0.000012 | +0.000001 | -0.25 |
| -1.680714 | -78.657389 | 15.80 | -1.680715 | -78.657377 | 16.05 | +0.000001 | +0.000012 | +0.25 |
| -1.677835 | -78.641853 | 20.35 | -1.677846 | -78.641864 | 20.35 | +0.000011 | +0.000011 | 0 |
| -1.649860 | -78.642573 | 30.25 | -1.649849 | -78.642574 | 29.50 | -0.000011 | +0.000001 | +0.25 |
| -1.638394 | -78.615767 | 45.80 | -1.638382 | -78.615766 | 45.80 | -0.000012 | -0.000001 | 0 |
| -1.709678 | -78.645723 | 50.60 | -1.709688 | -78.645712 | 50.60 | +0.000010 | -0.000011 | 0 |
| -1.690481 | -78.677129 | 60.50 | -1.690471 | -78.677128 | 60.00 | -0.000010 | -0.000001 | -0.50 |

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

La figura 5-3(a) muestra las mediciones de posición geográfica que hace el módulo GPS NEO7 y Google Maps.

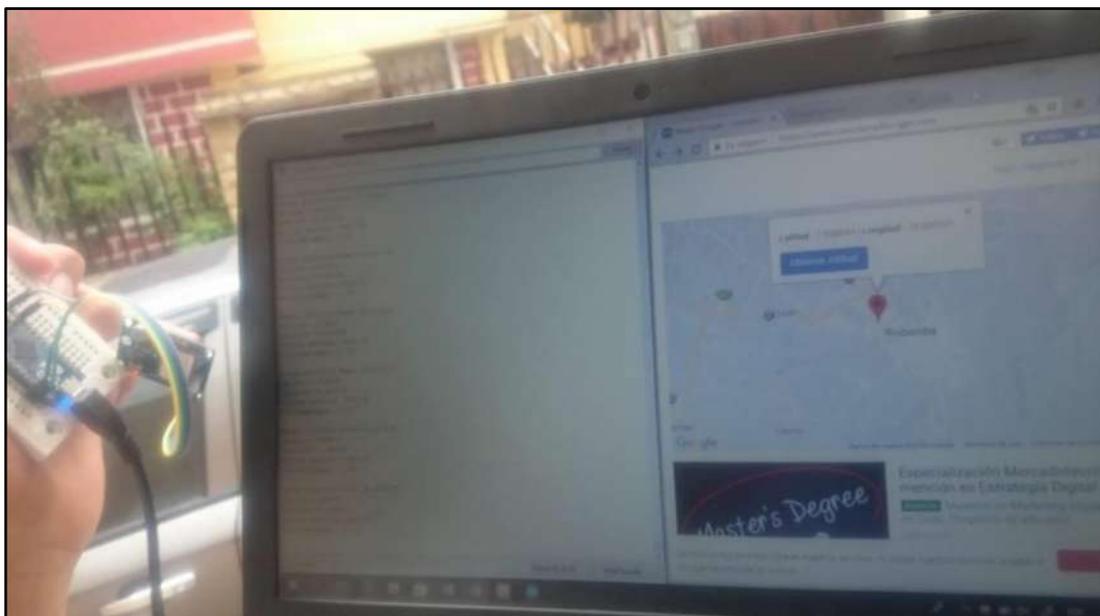


Figura 5-3(a): Mediciones de posición geográfica con el módulo GPS NEO7 y Google Maps.
Fuente: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

En la figura 5-3(b) se presenta un extracto de la información obtenida por el monitor serie de Arduino, así como el interfaz de Google Maps.



Figura 5-3 (b): Extracto de la información obtenida por el monitor del puerto serial de Arduino.
Fuente: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

3.1.5 Prueba de asignación de identificación al semoviente

Esta prueba permite verificar que la identificación que se asigna a los semovientes mediante un teléfono móvil por medio del módulo SIM900, y guardada como identificación de los semovientes en el prototipo. Los diferentes mensajes enviados empiezan con el numeral “#” compuestos de 10 caracteres aleatorios, para comprobar que el prototipo almacene correctamente la ID asignada, y enviada a la base de datos del sitio web. La tabla 5-3 muestra la información enviada y recibida por medio del dispositivo móvil al prototipo de collar, esto permite concluir que el módulo SIM900 no presenta errores al realizar la identificación de los semovientes.

Tabla 5-3: Información enviada y recibida de un dispositivo móvil al prototipo de collar

| Nº | ID enviado por un dispositivo móvil | ID recibido por el prototipo de collar | Error de envió/recepción |
|----|-------------------------------------|--|--------------------------|
| 1 | SEMOV00100 | SEMOV00100 | No |
| 2 | SEMOV00110 | SEMOV00110 | No |
| 3 | SEMOV00120 | SEMOV00120 | No |
| 4 | SEMOV00130 | SEMOV00130 | No |
| 5 | SEMOV00140 | SEMOV00140 | No |
| 6 | SEMOV00150 | SEMOV00150 | No |
| 7 | SEMOV00160 | SEMOV00160 | No |
| 8 | SEMOV00170 | SEMOV00170 | No |
| 9 | SEMOV00180 | SEMOV00180 | No |
| 10 | SEMOV00157 | SEMOV00157 | No |

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 201

La figura 6-3(a) permite visualizar el envío y recepción de la identificación que se asigna al prototipo de collar, por medio del monitor del puerto serial de Arduino y el dispositivo móvil.

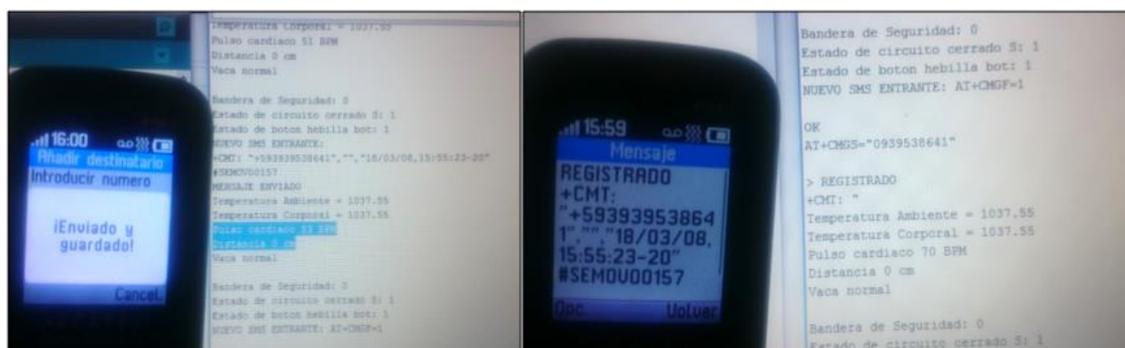


Figura 6-3 (a): Prueba de envío y recepción de ID.

Fuente: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

La figura 6-3(b) Muestra el sitio web con la ID asignada por el teléfono móvil



Figura 6-3 (b): Extracto de la información obtenida por el monitor del puerto serial de Arduino.
Fuente: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

3.2 Prueba de repetitividad de datos

Esta prueba permite determinar la estabilidad del dispositivo, la información utilizada son las 10 lecturas que registraron los sensores y módulos que forman el prototipo de collar. Tanto el sensor de pulsos como el de temperatura y distancia obtuvieron las lecturas en un intervalo de tiempo de 2 segundos, el módulo GPS tuvo un tiempo de 4 segundos. La tabla 6-3 permite visualizar los valores de las lecturas y el análisis estadístico respectivo. Los coeficientes de variación son: 1.08% para el sensor ultrasónico, 0.52% el sensor de pulsos cardíacos, 0.11% de temperatura, 1.65% para la velocidad, 0.00% para latitud y longitud. Al obtener los coeficientes cercanos a cero se concluye que el prototipo de collar implementado presenta estabilidad. (ARMITAGE & BERRY, 1997, p. 37).

Tabla 6-3: Datos suministrados por el prototipo de collar

| No. | Distancia (m) | P. Cardíaco (BPM) | Temperatura corporal (°C) | Velocidad (kph) | Latitud (° ' ") | Longitud (° ' ") |
|----------------------------------|---------------|-------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 1 | 41 | 78 | 33.11 | 0.24 | -1.663550 | -78.654646 |
| 2 | 42 | 78 | 32.99 | 0.24 | -1.663550 | -78.654646 |
| 3 | 41 | 78 | 32.99 | 0.24 | -1.663550 | -78.654646 |
| 4 | 41 | 79 | 32.99 | 0.24 | -1.663550 | -78.654646 |
| 5 | 41 | 78 | 33.03 | 0.25 | -1.663550 | -78.654646 |
| 6 | 42 | 78 | 32.99 | 0.24 | -1.663550 | -78.654646 |
| 7 | 41 | 78 | 33.03 | 0.25 | -1.663550 | -78.654646 |
| 8 | 41 | 78 | 32.99 | 0.24 | -1.663550 | -78.654646 |
| 9 | 41 | 79 | 32.99 | 0.24 | -1.663550 | -78.654646 |
| 10 | 42 | 78 | 32.99 | 0.24 | -1.663550 | -78.654646 |
| Media | 41,3 | 78,2 | 33,01 | 0,242 | -1.663550 | -78.654646 |
| Desviación estándar | 0,45 | 0,4 | 0,0368 | 0,004 | 0 | 0 |
| Coefficiente de variación | 1,08% | 0,52% | 0,11% | 1,65% | 0,00% | 0,00% |

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

3.3 Prueba de seguridad del prototipo de collar

Al realizar esta prueba se pretende determinar que el dispositivo detecte si alguien quiere violar la seguridad del prototipo de collar, para esto el dispositivo fue sometido a varias formas de vulnerabilidad, este fraude es detectado al colocar alrededor del mismo un circuito cerrado que cambia de estado (1=Estado normal, 0=hurto) enviando una alerta de seguridad (mensaje de texto) a un dispositivo móvil y al sitio web elaborado. La tabla 7-3 presenta el estado de la bandera designada (S) para la seguridad del collar. Esta prueba concluye que el prototipo detecta cualquier anomalía de hurto con un tiempo estimado de 1 minuto.

Tabla 7-3: Estado de la bandera “S” de seguridad del prototipo de collar

| Nº | Estado de la bandera de seguridad (S) | Estado de mensaje |
|----|---------------------------------------|------------------------|
| 1 | 0 | Sin acción |
| 2 | 0 | Sin acción |
| 3 | 1 | Violación de Seguridad |
| 4 | 0 | Sin acción |
| 5 | 1 | Violación de Seguridad |
| 6 | 1 | Sin acción |
| 7 | 0 | Sin acción |
| 8 | 1 | Violación de Seguridad |
| 9 | 0 | Sin acción |
| 10 | 0 | Sin acción |

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

La figura 7-3 permite la supervisión del puerto serie de la plataforma Arduino para verificar si el collar tiene alguna violación de seguridad.

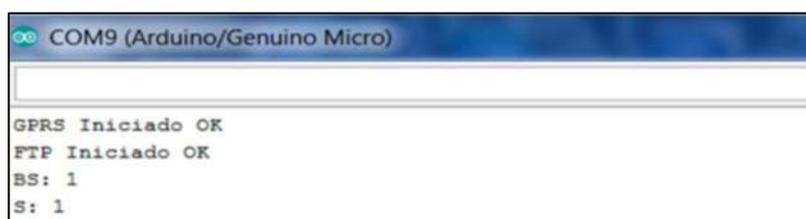


Figura 7-3: Visualización del estado de seguridad “S” por el monitor serie de Arduino

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

3.4 Prueba de detección estral

Las pruebas que se realizaron fueron en base a información adquirida en el campo ganadero, los cambios fisiológicos que presenta el semoviente en dicha etapa son; incremento de pulso cardíaco, aumenta su movilidad, tiende a montar o ser montada para llamar la atención. Por tal motivo se tomó medidas de 4 semovientes durante 3 meses en intervalos de tiempo aleatorios.

Mediante la ayuda de información por parte del personal técnico zootecnista de la hacienda Tunshi, se pudo determinar que, cuando las siguientes variables sobrepasen los límites normales de valores fisiológicos, es posible detectar la etapa estral; pulso cardíaco > 75 BPM, distancia de la vaca hacia el suelo > 130 cm y la velocidad > 2.5 kmph. En esta prueba no existió equipo patrón por no existir un dispositivo con estas características en el mercado. La figura 8-3 muestra el prototipo de collar tomando mediciones en un semoviente.



Figura 8-3: Toma de lecturas para determinar etapa estral del semoviente

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

La tabla 8-3 presenta el registro de la información obtenida para la detección de la etapa estral por el prototipo de collar, se realizó una regla de tres simple para determinar el número de detecciones correctas. El resultado obtenido permite concluir que el prototipo de collar tiene una precisión del 60% para detectar la etapa estral de un semoviente.

Tabla 8-3: Registro de la información etapa estral

| Nº | # Semoviente | Detección Estado Estral | Evaluación Técnico Zootecnista |
|---------------------|--------------|-------------------------|--------------------------------|
| 1 | SEMOV00001 | Si | No |
| 2 | SEMOV00002 | No | Si |
| 3 | SEMOV00003 | No | Si |
| 4 | SEMOV00004 | Si | Si |
| 5 | SEMOV00005 | Si | Si |
| 6 | SEMOV00006 | Si | Si |
| 7 | SEMOV00007 | No | No |
| 8 | SEMOV00008 | Si | No |
| 9 | SEMOV00009 | No | No |
| 10 | SEMOV00010 | Si | Si |
| EFFECTIVIDAD | | | 60% |

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

3.5 Pruebas de comunicación

En esta prueba se pretende demostrar que la comunicación del prototipo es bidireccional entre el prototipo de collar y un dispositivo móvil por la SIM 900, unidireccional entre el dispositivo y el sitio web que se elaboró en un dominio gratuito mediante la programación HTML/PHP, que consta de una base de datos creada en MYSQL con el fin de crear un historial de la información recopilada, esta comunicación se realiza con el mismo módulo pero utilizando la tecnología GPRS y FTP para conectarse con la página web.

3.5.1 Prueba de conexión GSM

Esta prueba pretende demostrar la comunicación bidireccional que debe existir entre el prototipo y el teléfono celular. El número a quien se pretende enviar alertas de seguridad, así como la información obtenida, es programado en la plataforma Arduino mediante comandos "AT", estos permiten configurar el módulo para trabajar con mensajes de texto. Las figuras 9-3(a), 8-3(b) muestran la conectividad que se establece entre los dispositivos. La tabla 9-3 muestra los tiempos que se demora en establecer la comunicación, el tiempo promedio es aproximado a 30 segundos lo cual permite concluir que la tecnología SIM es apta para cumplir con los objetivos del prototipo.

Tabla 9-3: Tiempo de espera para establecer comunicación GSM

| Nº | Hora de envío | Hora de recepción | Tiempo de espera (segundos) |
|----|---------------|-------------------|-----------------------------|
| 1 | 10:15:20 | 10:15:45 | 25 |
| 2 | 11:36:10 | 11:36:40 | 30 |
| 3 | 13:30:00 | 13:30:40 | 40 |
| 4 | 14:45:10 | 14:45:35 | 25 |
| 5 | 16:20:20 | 16:20:45 | 25 |
| 6 | 18:30:05 | 18:30:35 | 30 |
| 7 | 19:40:12 | 19:40:52 | 40 |
| 8 | 19:55:00 | 19:55:25 | 25 |
| 9 | 20:20:35 | 20:21:00 | 25 |
| 10 | 20:45:40 | 20:46:20 | 40 |

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

Las figuras 9-3(a) y 9-3(b) muestran la conectividad que se establece entre los dispositivos.

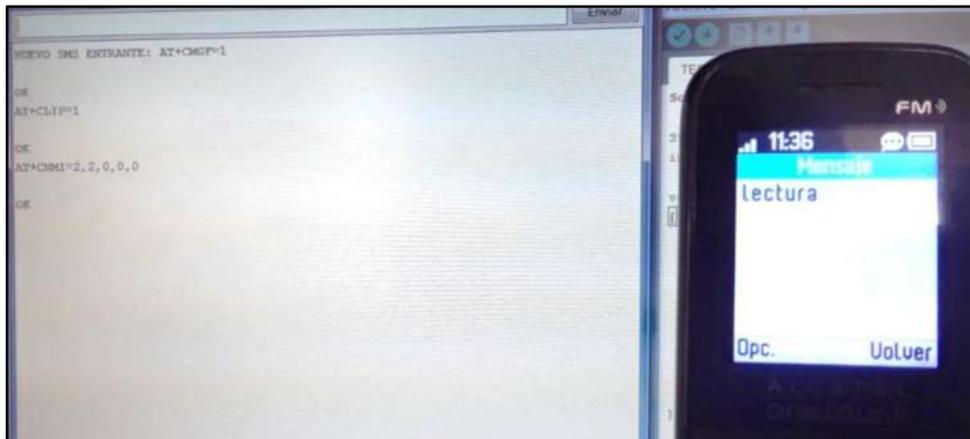


Figura 9-3 (a): Prueba de funcionamiento del módulo SIM/GSM recibiendo y enviando mensajes de texto, mostrado por el monitor serial de Arduino

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

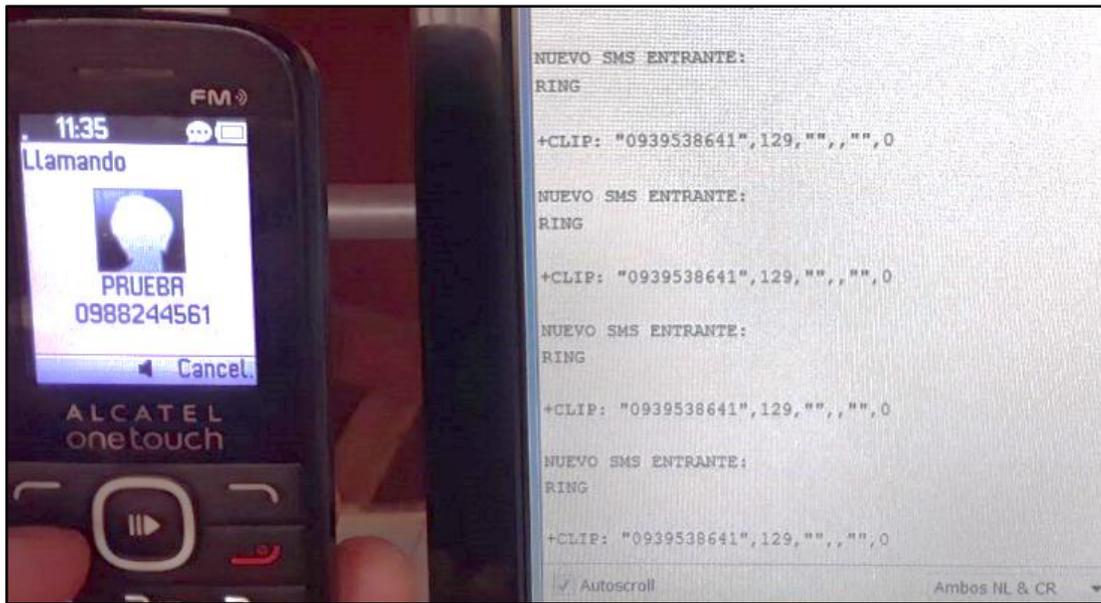


Figura 9-3 (b): Prueba de funcionamiento del módulo SIM/GSM recibiendo y enviando llamadas, mostrado por el monitor serial de Arduino
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

3.5.2 Prueba de conexión GPRS y envío de información

El objetivo de esta prueba es comprobar la existencia de la comunicación unidireccional entre el prototipo de collar y el sitio web establecido. Para esto se programó en la plataforma Arduino utilizando comandos AT, los mismos permiten establecer conexión GPRS y comunicación FTP hacia el sitio web mencionado. Los tiempos de espera se verifican en la tabla 10-3 con un tiempo aproximado de 2 a 2.5 minutos. Esta información permite concluir que el collar inteligente para la supervisión y control de semovientes en tiempo real, puede comunicarse unidireccional/bidireccional en un tiempo aceptable.

Tabla 10-3: Tiempo de espera para establecer comunicación GPRS

| Nº | Número de datos enviados | Hora de envió | Número de datos recibidos | Hora de recepción | Datos perdidos | Tiempo de espera (minutos) |
|----|--------------------------|---------------|---------------------------|-------------------|----------------|----------------------------|
| 1 | 8 | 09:20 | 8 | 09:23 | 8 | 3 |
| 2 | 8 | 11:34 | 8 | 11:36 | 8 | 2 |
| 3 | 8 | 12:30 | 8 | 12:33 | 8 | 3 |
| 4 | 8 | 14:38 | 8 | 14:40 | 8 | 2 |
| 5 | 8 | 15:20 | 8 | 15:23 | 8 | 3 |
| 6 | 8 | 18:32 | 8 | 18:35 | 8 | 3 |
| 7 | 8 | 18:40 | 8 | 18:42 | 8 | 2 |
| 8 | 8 | 19:52 | 8 | 19:54 | 8 | 2 |
| 9 | 8 | 20:20 | 8 | 20:22 | 8 | 2 |
| 10 | 8 | 21:43 | 8 | 21:46 | 8 | 3 |

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

La figura 10-3 (a) supervisa la información obtenida en el monitor serie de la plataforma Arduino

```

COM9 (Arduino/Genuino Micro)

GPRS Iniciado OK
FTP Iniciado OK
BS: 1
S: 1
Pulsos: 428
distancia: 3
Fecha: 6/2/2018 Hora: 16:53:31.0
Latitud=-1.656962
Longitud=-78.659706
Altitud (metros): 2843.10
Velocidad(kmph): 0.76
Temperatura Ambiente = 24.85
°C Objeto = 28.13
DATOS SUBIDOS EXITOSAMENTE =
BS: 1
S: 1
Pulsos: 687
distancia: 45
Fecha: 6/2/2018 Hora: 16:54:20.0
Latitud=-1.657053
Longitud=-78.659774
Altitud (metros): 2847.90
Velocidad(kmph): 1.35
Temperatura Ambiente = 25.09
°C Objeto = 33.87
DATOS SUBIDOS EXITOSAMENTE =
    
```

Figura 10-3 (a): Prueba envió de datos del Arduino a la nube vía GPRS
 Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

La figura 10-3 (b) permite visualizar los datos enviados por el bloque de comunicación a la base de datos del sitio web elaborado.



Figura 10-3 (b): Ventana de la pestaña información-registro de eventos del sitio web
Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

3.6 Consumo de energía del prototipo de collar

El voltaje requerido por los dispositivos del prototipo es 5 VDC, en la tabla 11-3 se indica la corriente de cada componente y se presenta la corriente total necesaria, la cual es 97 mA. La potencia del prototipo se obtiene utilizando la *Ecuación 1*, el resultado de dicha fórmula es 0.49 W, potencia que incluye el consumo de todos los dispositivos que forman el prototipo de collar implementado.

$$P = V_{DC} \times I_{DC} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde:

- P = Potencia
- V_{DC} = Voltaje de corriente continua
- I_{DC} = Corriente directa

Tabla 11-3: Consumo de corriente DC

| Componente | Corriente DC (mA.) |
|---------------------------------|---------------------------|
| Arduino Micro | 50 |
| Módulo SIM900 | 1.5 modo sleep |
| Módulo GPS NEO7 | 40 |
| Sensor de temperatura MLX 90614 | 2 |
| Sensor de pulso cardíaco | 2 |
| Sensor ultrasónico | 1.5 |
| Total | 97 |

Fuente: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

Con la información obtenida del consumo total de potencia, se puede hacer un cálculo para saber cuánto dura en descargarse la batería recargable del panel solar. Los pasos son los siguientes:

- Al tener dos paneles solares conectados en paralelo, esto hace que se duplique la corriente por lo que se realiza la siguiente operación. $5600\text{mA} \times 2 = 11200\text{mA}$
- Luego se obtiene mediante la *ecuación 1* la potencia total de las baterías, la cual es 56Wh.
- Finalmente se obtiene el tiempo de duración de la batería que es 124.44 h, o 5 días y medio aproximadamente. El tiempo se obtuvo a través de la *fórmula 1*.

$$t = \frac{\text{Potencia_almacenada_bateria}}{\text{Potencia_de_consumo}}$$

Esto permite concluir que la batería de ion-litio recargable que se utiliza, puede durar entre 10 a 14 días sin ser recargado por cable, debido a que la misma es recargada a través de los paneles solares.

3.7 Análisis económico del prototipo de collar

En la tabla 12-3 se muestra en detalle los costos de los elementos utilizados en los diferentes bloques que conforman el prototipo de collar implementado. Se aprecia que el bloque que tiene un menor porcentaje del costo total es la de procesamiento y representa el 9.9%, el bloque que

le sigue es el de comunicación con un 12.4% del total, seguido de la construcción de la carcasa, collar, cableado y gastos varios con un porcentaje del 34.6%, el costo más representativo es la etapa de adquisición y procesamiento de la información con el 43.1%.

Tabla 12-3: Costo del prototipo de collar

| Bloques del prototipo de collar | Componentes | Cantidad | Costo (USD) |
|---|---|-----------------|--------------------|
| Bloque de procesamiento | Tarjeta Arduino micro | 1 | \$ 20,00 |
| | Costo de la etapa de procesamiento | | \$ 20,00 |
| Bloque de adquisición | Módulo GPS NEO7 | 1 | \$ 25,00 |
| | Sensores de temperatura MLX90614 | 1 | \$ 30,00 |
| | Sensor de pulso cardíaco | 1 | \$ 10,00 |
| | Sensor ultrasónico HC-SR04 | 1 | \$ 7,00 |
| | Fuente 5 V, 5600mAh | 1 | \$ 15,00 |
| | Costo de la etapa de <i>APPCTD&PG</i> | | \$ 87,00 |
| Bloque de comunicación | Módulo SIM900 | 1 | \$ 25,00 |
| | Costo de la etapa de Comunicación | | \$ 25,00 |
| Collar, carcasas y cableados | Carcasa para prototipo 6.5x10 cm | 1 | \$ 10,00 |
| | Collar | 1 | \$ 10,00 |
| | Cables UTP | 1 | \$ 5,00 |
| | Varios | 1 | \$ 45,00 |
| | Costos adicionales | | \$ 70,00 |
| COSTO TOTAL DEL PROTOTIPO DE COLLAR IMPLEMENTADO | | | \$ 202,00 |

Fuente: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

Realizado por: RAMIREZ Edwin & CHANGO Edison, 2018

El prototipo tiene un costo general de \$202.00 dólares americanos, este equivale a un 3.8% menor del costo de adquisición de otros dispositivos con similares características, proveniente de otros países, debido a que se desconoce la comercialización de estos dispositivos en el Ecuador. Con la información obtenida se puede concluir que, el precio del prototipo de collar implementado, es de bajo costo comercial y se ajusta a los requerimientos planteados.

CONCLUSIONES

- Se implementó el dispositivo electrónico para la supervisión y control de semovientes en tiempo real, mediante módulos SIM y GPS como medios de comunicación con dispositivos móviles y el sitio web elaborado, donde se puede observar el pulso cardíaco, posición, velocidad, distancia, temperatura del semoviente y su identificación personal (ID).
- Se comprobó que el sensor ultrasónico mide valores de distancia con un error absoluto de ± 1 cm, el de temperatura genera lecturas con un error del ± 0.25 °C, el sensor de pulsos tiene un error de ± 5 .BPM. Esta información permite determinar que los mismos no influyen en los objetivos del prototipo y se concluye que el dispositivo implementado no incorpora error a ninguno de los sensores mencionados.
- Se verificó la exactitud de la información recibida por el módulo GPS NEO7, al adquirir la localización geográfica con un error absoluto de ± 6 metros, la velocidad con un error de ± 0.5 kph. La información obtenida permite concluir que dichos errores no se consideran importantes, pues las mediciones se encuentran en un rango de medida aceptable y no alteran los objetivos planteados por el prototipo implementado.
- De las pruebas realizadas para mantener seguro el collar inteligente se puede concluir que, al cambiar el estado de la bandera de seguridad el prototipo de collar vía mensajes de alerta a un dispositivo móvil en aproximadamente 30 segundos. Lo cual permite concluir que la tecnología SIM es apta para cumplir con los requerimientos planteados.
- Se determinó que, con la información adquirida de los sensores, se puede detectar la etapa estral de un semoviente cuando sobrepase los siguientes valores fisiológicos nominales: pulso cardíaco > 75 BPM, distancia de la vaca hacia el suelo > 120 cm y la velocidad > 2 kmph. Mediante esta prueba de detección del prototipo de collar vs. la evaluación del técnico zootecnista se puede concluir que el del prototipo del collar tiene una precisión del 60%.
- En el mercado nacional se desconoce la comercialización de collares para el control de los semovientes, en tiendas online de otros países el costo estimado es de 210 dólares americanos incluido el envío. Se puede concluir diciendo que al tener un 3.8% menos del costo de comercialización en otros países, el collar implementado es de bajo costo y se ajusta a los requerimientos planteados.

- De las pruebas de comunicación GSM/GPRS se determinaron que la información recopilada y enviada a la página web tiene un tiempo de retardo de 2.5 minutos aproximadamente para ser registrada en la base de datos.

- Se concluye que, al disponer el prototipo implementado un sitio web que maneja una base de datos con un histórico de la información de cada semoviente, se puede conocer el tiempo real información fundamental para la tomar decisiones en pos de mejorar la producción del ganado y la calidad de vida de los mismos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda modificar el diseño del prototipo de collar por uno más ergonómico acorde a los semovientes intervenidos.
- Se recomienda una investigación para la miniaturización del dispositivo con el fin de que pueda ser ingerido.
- Mejorar el porcentaje de la etapa estral por medio de indagaciones con técnicos zootecnistas, incorporando mayor información y parámetros para una mejor detección de dicha etapa.
- Se recomienda establecer un perímetro de movimiento para la seguridad del semoviente ante posibles pérdidas del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

Anon., *Sistemas en tiempo real.* [En línea] 2015. [Último acceso: 15 02 2018]. Disponible en: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/12/141230_tecnologia_rastreo_aviones_vuelo_gps.ig

Appcelerator, *Aptana Studio 3.* [En línea] 2014. [Último acceso: 22 Febrero 2018]. Disponible en: <http://www.aptana.com/products/studio3.html>

Aprendiendo Arduino. [En línea] 2016. [Último acceso: 19 02 2018] Disponible en: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/03/28/arduino-vs-raspberry-pi/>.

Areny, J. & Custodio, A., *Mediciones Industriales.* [En línea] 2009. [Último acceso: 19 02 2018]. Disponible en: <http://cicunexpo-mediciones.blogspot.com/2006/04/tema-i-generalidades-de-los-sistemas.html>

Armitage, P. & Berry, G., *Estadística para la Investigación Biomédica.* 1997. Tercera Edición ed. Madrid, España: Harcourt Brace.

Caja, G., *Aplicación de la identificación electrónica a la trazabilidad del ganado y de la carne.* [En línea]. [Último acceso: 22 02 2018]. Disponible en: http://www.datamarscolombia.com/doc/021001_article_ide-caja-garin.pdf

Carrod, S., *Sensor de temperatura infrarrojo.* [En línea] 2014. [Último acceso: 19 02 2018]. Disponible en: <https://www.carrod.mx/products/sensor-termometro-infrarrojo-mlx90614>

Castellanos, G., *El Comercio - Ecuador.* [En línea] 2016. [Último acceso: 22 02 2018]. Disponible en: <http://www.elcomercio.com/narices-frias/dispositivos-rastreo-animales-collar-tecnologia.html>

Chávez, G., *EL MUNDO.* [En línea] 2016. [Último acceso: 16 02 2018]. Disponible en: <http://elmundo.sv/hurto-y-robo-de-ganado-deja-mas-de-1-millon-de-perdidas/>

Dueñas, A., *Signos vitales de los animales y aspectos generales.* [En línea] 2013. [Último acceso: 18 02 2018]. Disponible en: <http://signosvitalesdelosanimales-afhd.blogspot.com/2013/10/singnos-vitales-de-los-bovinos.html>

Ecuatoriano, G., *Ministerio de Agricultura y Ganadería.* [En línea] 2015. [Último acceso: 15 02 2018]. Disponible en: <http://www.agricultura.gob.ec/>

Ecuador. El Universo., *EU Noticias.* [En línea] 2016. [Último acceso: 16 02 2019]. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/noticias/2016/01/21/nota/5358151/buscan-disminuir-50-robo-ganado-vacuno>

Electronicalab., *Electronica Lab ingenieria y diseño electronico.* [En línea] 2015. [Último acceso: 08 02 2018]. Disponible en: <https://electronilab.co/tienda/modulo-gps-ublox-neo-7m-000-con-memoria-eeeprom-3v-5v/>

ElectronicaStore., *ElectronicaStore.net.* [En línea] 2016. [Último acceso: 08 02 2018]. Disponible en: <https://electronicastore.net/producto/sensor-de-pulso-cardiaco-compatible-con-arduino-o-microcontroladores/>

ElectroniLAB., *ElectroniLab ingenieria y diseño electronico.* [En línea] 2015 [Último acceso: 08 02 2018]. Disponible en: <https://electronilab.co/tienda/sensor-de-distancia-de-ultrasonido-hc-sr04/>

Onofre E., *Topologia y Componentes de una Red Inalambrica.* [En línea] 2015. Disponible en: https://es.slideshare.net/eduardo_onofre123/topologas-y-componentes-de-una-red-inalmbrica.

FAO., *Prácticas de identificación animal.* [En línea] 2014 [Último acceso: 15 02 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/y5454s/y5454s03.pdf>

Fiegehen, P. & Gorrin, R., *SCRIBD*. [En línea] 2007. [Último acceso: 22 02 2018]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/96536612/NUMERACION-de-CRIAS>

Frechou, I., *Libros*. [En línea] 2002. [Último acceso: 15 02 2018]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=7ucqAAAAYAAJ&pg=PA171&lpg=PA171&dq=control+de+semovientes+en+america+latina&source=bl&ots=jlgC8z9L-4&sig=L-0AeDkAEcy84ljw7eqB5M08Rhw&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiH2c_M0qjZAhUIG6wKHQG6CmkQ6AEINDAD#v=onepage&q=control%20de%20s

Ecuador, Ganaderia, Ministerio de Agricultura y Ganaderia Noticias. [En línea] 2017. [Último acceso: 16 02 2018]. Disponible en: <http://www.agricultura.gob.ec/pequenos-ganaderos-de-chimborazo-y-cotopaxi-se-benefician-con-ganado-chileno/>

Ecuador, Ministerio de Agricultura, s.f. *Pequeños ganaderos de Chimborazo y Cotopaxi se benefician con ganado chileno.* [En línea] [Último acceso: 23 02 2018]. Disponible en: <http://www.agricultura.gob.ec/pequenos-ganaderos-de-chimborazo-y-cotopaxi-se-benefician-con-ganado-chileno/>

Garcia, B., *Libros*. [En línea] 2015. [Último acceso: 15 02 2018]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=uSC5BgAAQBAJ&pg=PA96&lpg=PA96&dq=la+identificaci%C3%B3n+de+los+animales+se+viene+haciendo+durante+siglos,+primero+para+demostrar+la+propiedad&source=bl&ots=DrQ8KnBRpV&sig=LLW30kD5lniy4DC0zjldlJiuG1A&hl=es&sa=X&ved=0ahU>

Gélvez, L., *Mundo Pecuario*. [En línea] 2016. [Último acceso: 22 02 2018]. Disponible en: http://mundo-pecuario.com/tema252/reproduccion_bovinos/ciclo_estral_bovinos-1497.

Gélvez, L., *MUNDO PECUARIO*. [En línea] 2016. [Último acceso: 18 02 2018]. Disponible en: http://mundo-pecuario.com/tema104/sanidad_animal/signos_vitales-64.html

Mejia, I., *El aumento del abigeato y el combate; ¿Delincuencia organizada o común?*. [En línea] 2014. [Último acceso: 15 02 2018]. Disponible en: <http://www.periodicomirador.com/2014/05/26/el-aumento-del-abigeato-y-el-combate-delincuencia-organizada-o-comun/>

IStation, *Diseño de Modulo de Comunicaciones*. [En línea] 2016. [Último acceso: 15 02 2018]. Disponible en: <http://portaljuegos.wikidot.com/disenio-del-modulo-de-comunicaciones>

Keyence N., *Fundamentos del sensor*. [En línea] 2016. [Último acceso: 19 02 2018]. Disponible en: <https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/ultrasonic/comparison/>

Lara, E., *HETPRO*. [En línea] 2015. [Último acceso: 08 02 2018]. Disponible en: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sim900-gsm-shieldarduino/>

Martin, L., *Comparativa Arduino Uno, BeagleBone y Raspberry Pi*. [En línea] 2015. [Último acceso: 19 02 2018]. Disponible en: <http://www.automatismos-mdq.com.ar/blog/2013/04/comparativa-arduino-uno-beaglebone-y-raspberry-pi.html>

Mata, M., *Crimen organizado contra el abigeato*. [En línea] 2017. [Último acceso: 16 02 2018]. Disponible en: http://www.milenio.com/policia/abigeato-robo-ganado-productores-crimen-organizado-milenio-noticias-edomex_0_956304496.html

Melexis P., *Electronic Components Datasheet Search*. [En línea] 2014. Disponible en: <http://html.alldatasheet.com/html-pdf/218975/ETC2/MLX90614/97/1/MLX90614.html>

Mestanza, J. & Velasco, B., *El Comercio*. [En línea] 2016. [Último acceso: 22 02 2018]. Disponible en: <http://www.elcomercio.com/actualidad/costa-produccion-carnederes-ganado-consumo.html>

Moncayo, H. & Orejuela, A., *Diseño de un sistema de identificación y su potencial uso en la trazabilidad de la carne bobina*. [En línea] 2011. [Último acceso: 22 02 2018]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v15n1/v15n1a10.pdf>

Pozo-Ruiz, A., *Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)*. [En línea]. [Último acceso: 22 02 2018]. Disponible en: <http://www.peoplematters.com/Archivos/Descargas/GPS.pdf>

Herrador, R., *Guia de Usuario de Arduino*. [En línea] 2009. [Último acceso: 22 02 2018]. Disponible en: http://www.uco.es/aulasoftwarelibre/wp-content/uploads/2010/05/Arduino_user_manual_es.pdf

Rocha, A., *HETPRO*. [En línea] 2015. [Último acceso: 08 02 2018]. Disponible en: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/bluetooth-hc-06-app-arduino/>

RUMITAG, D., *DATAMARS RUMITAG Identificación Electrónica de Animales*. [En línea] [Último acceso: 22 02 2018]. Disponible en: <http://www.datamars.com.ar/es/productos/bolos-intraruminales>

RUMITAG, D., *Identificación Electrónica de Animales*. [En línea]. [Último acceso: 22 02 2018]. Disponible en: <http://www.datamars.com.ar/es/productos/lectores-o-transceivers/gesreader-3s>

Systemes, D., *Solid Works*. [En línea] 2018. [Último acceso: 22 Febrero 2018]. Disponible en: <http://www.solidworks.es/>

TECMIKRO, *Mercado libre Ecuador*. [En línea] 2017. [Último acceso: 19 02 2018]. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-414184649-panel-solar-5v-180ma-carrito-cargador-arduino-tecmikro- JM>

Ecuador. Telegrafo, *21 Bandas de abigeato detenidas*. [En línea] 2015. [Último acceso: 15 02 2018]. Disponible en: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/judicial/13/21-miembros-de-bandas-de-abigeato-detenidos>

Torres, D. H., *Módulo GPS 6M con Matlab*. [En línea] 2014. [Último acceso: 19 02 2018]. Disponible en: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/gps-ublox-neo-6m-modulo-con-matlab/>

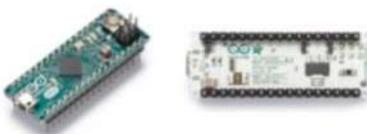
Vaccarezza, S., *Recuperación de mascotas.* [En línea] 2010. [Último acceso: 22 02 2018].
Disponible en: <http://identificacionelectronicaanimal.blogspot.com/>

WEB-ROBOTICA. *WEB-ROBOTICA.COM robotica educativa, ingenieria divertida, inteligencia artificial.* [En línea] 2016. [Último acceso: 15 02 2018].
Disponible en: <http://www.web-robotica.com/arduino/placas-arduino/arduino-micro-genuino-micro-caracteristicas-tecnicas>

ANEXOS

ANEXO A: Hoja de datos Arduino MICRO

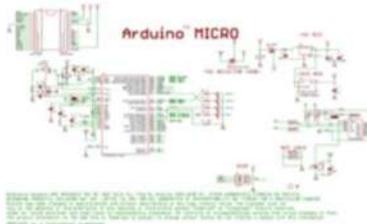
Arduino Micro is the smallest board of the family, easy to integrate it in everyday objects to make them interactive. The Micro is based on the ATmega32U4 microcontroller featuring a built-in USB which makes the Micro recognisable as a mouse or keyboard.



The Micro is a microcontroller board based on the ATmega32U4 ([datasheet](#)), developed in conjunction with [Adafruit](#). It has 20 digital input/output pins (of which 7 can be used as PWM outputs and 12 as analog inputs), a 16 MHz crystal oscillator, a micro USB connection, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a micro USB cable to get started. It has a form factor that enables it to be easily placed on a breadboard.

The Micro board is similar to the Arduino Leonardo in that the ATmega32U4 has built-in USB communication, eliminating the need for a secondary processor. This allows the Micro to appear to a connected computer as a mouse and keyboard. In addition to a virtual (CDC) serial / COM port. It also has other implications for the behavior of the board; these are detailed on the [getting started page](#).

You can find [here](#) your board warranty informations.



Getting Started

You can find in the [Getting Started section](#) all the information you need to configure your board, use the Arduino Software (IDE), and start tinker with coding and electronics.

Technical specs

| | |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| Microcontroller | ATmega32U4 |
| Operating Voltage | 5V |
| Input Voltage (recommended) | 7-12V |
| Input Voltage (min) | 4.5V |
| Digital I/O Pins | 20 |
| DMA Channels | 1 |
| Analog Input Channels | 18 |
| DC Current per I/O Pin | 20 mA |
| DC Current per 3.3V Pin | 50 mA |
| Flash Memory | 32 KB (with 4 KB used by bootloader) |
| SRAM | 2.5 KB (ATmega32U4) |
| EEPROM | 1 KB (ATmega32U4) |
| Clock Speed | 16 MHz |
| USB Serial ID | 16 |
| Length | 46 mm |
| Width | 18 mm |
| Height | 10 g |

Programming

The Micro board can be programmed with the [Arduino Software \(IDE\)](#). Select "Arduino Micro" from the Tools > Board menu. For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega32U4 on the Micro comes preprogrammed with a bootloader that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the AVR109 protocol.

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header using [Arduino ISP](#) or similar; see these [instructions for details](#).

Warnings

The Micro has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Power

The Micro can be powered via the micro USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from a DC power supply or battery. Leads from a battery or DC power supply can be connected to the Gnd and Vin pins.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may become unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- VI. The input voltage to the MICRO board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin.

- 5V. The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- 3V. A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- GND. Ground pins.

Memory

The ATmega32U4 has 32 KB (with 4 KB used for the bootloader). It also has 2.5 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 20 digital I/O pins on the Micro can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive 20 mA as recommended operating condition and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 k ohm. A maximum of 40mA is the value that must not be exceeded to avoid permanent damage to the microcontroller.

In addition, some pins have specialized functions:

- Serial: 0 (RX) and 1 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data using the ATmega32U4 hardware serial capability. Note that on the Micro, the Serial class refers to USB (CDC) communication; for TTL serial on pins 0 and 1, use the Serial1 class.
- TWI: 2 (SDA) and 3 (SCL). Support TWI communication using the [Wire library](#).
- External Interrupts: 0(RX), 1(TX), 2, 3 and 7. These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, 11 and 13. Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- SPI: on the ICSP header. These pins support SPI communication using the [SPI library](#). Note that the SPI pins are not connected to any of the digital I/O pins as they are on the Uno, they are only available on the ICSP connector and on the nearby pins labelled MISO, MOSI and SCK.

ANEXO B: Hoja de datos SIM900 GSM/GPRS

SIM900
The GSM/GPRS Module for M2M applications

SIM900 GSM/GPRS Module



The SIM900 is a complete Quad-band GSM/GPRS solution in a SMT module which can be embedded in the customer applications.

Featuring an industry-standard interface, the SIM900 delivers GSM/GPRS 850/900/1800/1900MHz performance for voice, SMS, Data, and Fax in a small form factor and with low power consumption. With a tiny configuration of 24mm x 24mm x 3 mm, SIM900 can fit almost all the space requirements in your M2M application, especially for slim and compact demand of design.

- SIM900 is designed with a very powerful single-chip processor integrating AMR926EJ-S core
- Quad - band GSM/GPRS module with a size of 24mmx24mmx3mm
- SMT type suit for customer application
- An embedded Powerful TCP/IP protocol stack.
- Based upon mature and field-proven platform, backed up by our support service, from definition to design and production

SIM900
The GSM/GPRS Module for M2M applications

General features

- Quad-Band 850/ 900/ 1800/ 1900 MHz
- GPRS multi-slot class 10/8
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
 - Class 4 (2 W @850/900 MHz)
 - Class 1 (1 W @ 1800/1900MHz)
- Dimensions: 24* 24* 3 mm
- Weight: 3.4g
- Control via AT commands (GSM 07.07 ,07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- SIM application toolkit
- Supply voltage range 3.4 ~ 4.5 V
- Low power consumption
- Operation temperature: -30 °C to +80 °C

Specifications for fax

- Group 3, class 1

Specifications for data

- GPRS class 10: max. 85.6 kbps (downlink)
- PBCC support
- Coding schemes CS 1, 2, 3, 4
- CSD up to 14.4 kbps
- USSD
- Non transparent mode
- PPP-stack

Specifications for SMS via GSM Pin Assignment

/ GPRS

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

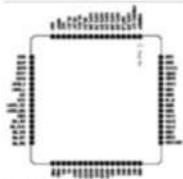
Drivers

- MUX Driver

Specifications for voice

- Ttfsdec
 - Half rate (HR)
 - Full rate (FR)
 - Enhanced Full rate (EFR)

More about SIM900 module, Please contact: Tel:+86 21 33233305
Fax:+86 21 33233301
Email:simcom@sim.com



ITead Studio
Make Innovation easier
Tech Support: support@iteadstudio.com

IComSat v1.0

-SIM900 GSM/GPRS shield

Overview



IComSat is a GSM/GPRS shield for Arduino and based on the SIM900 Quad-band GSM/GPRS module. It is controlled via AT commands (GSM 07.07 ,07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands), and fully compatible with Arduino / Itarduino and Mega.

Features

- Quad-Band 850/900/1800/1900MHz
- GPRS multi-slot class 10/8
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
- Class 4 (2W@850/900MHz)
- Class 1 (1W@1800/1900MHz)
- Control via commands (GSM 07.07, 07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- Short message service
- Free serial port selection
- All SIM900 pins breakout
- RTC supported with SuperCap
- Operation temperature: -40°C ~ +85°C

IComSat V1.0 iteadstudio.com 05.17.2011

ITead Studio
Make Innovation easier
Tech Support: support@iteadstudio.com

Specifications

| | |
|------------------------|---------------------------------|
| PCB size | 71.4mm X 66.0mm X 1.6mm |
| Indicators | PWR, status LED, net status LED |
| Power supply | 9~20V, compatible with Arduino |
| Communication Protocol | UART |
| RoHS | Yes |

Electrical Characteristics

| Specification | Min | Type | Max | Unit |
|----------------------------------|------|------|------|------|
| Power Voltage (Vlogic) | 4.5 | 5 | 5.5 | VDC |
| Power Voltage (Vsupply) | 9 | - | 20 | VDC |
| Input Voltage V _H | 4.5 | 5 | 5.5 | V |
| Input Voltage V _L | -0.3 | 0 | 0.5 | V |
| Current Consumption (pulse) | - | - | 2000 | mA |
| Current Consumption (Continuous) | - | - | 500 | mA |
| Baud rate | - | - | 9600 | bps |

IComSat V1.0 Iteadstudio.com 05.17.2011

ANEXO C: Hoja de datos GPS NEO-6

NEO-6 series

Versatile u-blox 6 GPS modules

Highlights

- UART, USB, I2C (PC compliant) and SPI interfaces
- Available in Crystal and TCXO versions
- Onboard RTC crystal for faster warm and hot starts
- L1-E and L1-E+ variants



NEO-6
12.2 x 18.0 x 2.4 mm

Features

- u-blox 6 position engine
- Single chip to -112 dBm and -140 dBm outdoor
- Fast acquisition with fast-track Autonomous
- Configurable power management
- Hybrid GPS/Galileo engine (NEO-E, NEO-E+, NEO-E+)
- Antenna diversity technology
- Single integration with u-blox receiver modules
- A-GPS, Assisted Drive and Assisted RTK (swarm), CMR, SDR, receiver
- Backward compatible (hardware and firmware) easy migration from NEO-E family or NEO-E+
- I2C package for reliable and cost efficient manufacturing
- Compatible with u-blox GPS solution for Android
- Based on GPS chips qualified according to ASIC-Q100
- Manufactured in ISO9001:2008 certified production sites
- Qualified according to ISO 16750

Product description

The NEO-6 module series brings the high performance of the u-blox 6 position engine to the miniature NEO form factor. u-blox 6 has been designed with low power consumption and low cost in mind. Intelligent power management is a breakthrough for low-power applications. These receivers combine a high level of integration capability with flexible connectivity options in a small package. This makes them particularly suited for manufacturer and integrator with strict size and cost requirements. The I2C interface provides connectivity and enables synergies with u-blox I2C and u-blox receiver modules. All NEO-6 modules are manufactured in ISO9001:2008 certified sites. Each module is tested and inspected during production. The modules are qualified according to ISO 16750 - Environmental conditions and electrical testing for electrical and electronic equipment for road vehicles.

Product selector

| Model | Type | Supply | Interface | Features |
|---------|---------------------------------------|------------------------------|-------------|--|
| NEO-6E | Receiver (PC) Non-Active (Crystal) | 3.3V to 5.0V 1.2V to 1.8V | I2C UART | Programmable Power/Performance Options |
| NEO-6E+ | + | + | + | + |
| NEO-6E+ | + | + | + | + |
| NEO-6E+ | + | + | + | + |

ublox

Receiver performance data

| | |
|------------------------|--|
| Receiver type | Miniaturized u-blox 6 engine GPS L1-Galileo |
| Manufacturer | u-blox, USA, USA |
| Navigation update rate | up to 5 Hz |
| Accuracy | Position: 2.5 m CEP Speed: 2.0 m CEP |
| Acquisition | Hot start: 100-400 ms Cold start: 20 s, 27 s Active search: 1 s, 1 s Fast start: 1 s, 1 s |
| Sensitivity | Hot start: 167 dBm Tracking: -152 dBm Cold start: -148 dBm Hot start: -152 dBm |

Package

J4 pin I2C Receiver Chip Carrier 12.2 x 18.0 x 2.4 mm, 1.8 g

Environmental data, quality & reliability

Operating temp: -40° C to 85° C
Storage temp: -40° C to 85° C
RoHS compliant (lead free)
Qualification according to ISO 16750
Manufactured in ISO9001 certified production sites

Electrical data

Power supply: 3.3 V to 5.0 V (NEO-E/NEO-E+)
1.2 V to 1.8 V (NEO-E)

Power consumption: 111 mW @ 3.3V (NEO-E/NEO-E+)
80 mW @ 3.3V Power Save Mode (7 Hz)
40 mW @ 1.8V (NEO-E)
22 mW @ 1.8V Power Save Mode (7 Hz)

Backup power: 1.4 V to 3.0 V, 22 µAh

Supported antennas: Active and passive

Interfaces

Serial interface: 1 UART
1 USB (U2F equivalent) (1.8V only)
1 I2C (PC compliant)
1 SW

Digital I/O: Configurable I/O pins
1 EXTERNAL I/O pin for backup

Serial and I2C: 1.8V, 2.7, 3.3 V (NEO-E/NEO-E+)
1.2V, 1.8 V (NEO-E)

Temperature: Configurable (0.25 m/s to 1 km/s)

Protocols: NMEA, USB binary, RTK

Contact us

China: +86 10 58 11 11 11
India: +91 91 11 271 1811
Japan: +81 3 5711 1811
USA: +1 781 481 1811
UK: +44 1442 1811
France: +33 1 44 11 1811
Germany: +49 47 34 1811
Italy: +39 02 44 11 1811

SYNACORP TRADING & SERVICES
No. 1, Sri Ponn, Log 15/2, Sector South Station, 14122 Emerald Avenue, S'Pore 65, Pong
Tel: +654 304 1817, Fax: +654 304 1778
Email: sales@synacorp.com.my

Arduino GY-NEO6MV2 GPS Module c/w Antenna & Flight Control EEPROM



GY-NEO6MV2 board features the u-blox NEO-6M GPS module with antenna and built-in EEPROM. This is compatible with various flight controller boards designed to work with a GPS module.

Technical Specifications:

- Power Supply Range: 3 V to 5 V
- Model: GY-GPS6MV2
- Ceramic antenna
- EEPROM for saving the configuration data when powered off
- Backup battery
- LED signal indicator
- Mounting Hole Diameter: 3 mm
- Default Baud Rate: 9600 bps
- Module size 23mm * 30mm
- Antenna size 12 * 12mm
- Cable: 20mm

Features:

- Use XM37-1612 module, MTK Platform, with high-gain active antenna
- TTL level, compatible with 3.3V/5V system
- The default baud rate: 9600
- With rechargeable backup battery, can save the ephemeris data when it power down, and make the warm start.
- Suitable for RC quad copter, navigator

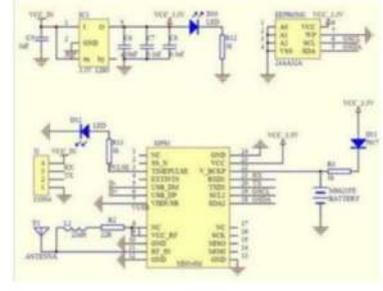
For purchase & enquiries, please contact sales@synacorp.com.my or call 04-50412617

SYNACORP TRADING & SERVICES
No. 1, Sri Ponn, Log 15/2, Sector South Station, 14122 Emerald Avenue, S'Pore 65, Pong
Tel: +654 304 1817, Fax: +654 304 1778
Email: sales@synacorp.com.my

Pin out:

VCC: Connect 3.3V/5V
GND: Connect GND
TXD: Connect MCU_RX
RXD: Connect MCU_TX

Schematic:



For purchase & enquiries, please contact sales@synacorp.com.my or call 04-50412617

ANEXO D: Hoja de datos Ultrasónico HC-SR04



SENSOR ULTRASONIDO

Los sensores ultrasónicos usan sonar para determinar la distancia de un objeto como los murciélagos o delfines lo hacen, ofrecen un excelente rango de detección sin contacto, su operación no es afectada por la luz del sol o materiales oscuros, aunque materiales acústicamente blandos son difíciles de detectar.

Características:
 Voltaje de alimentación: +5VDC
 Corriente en espera: <2mA
 Corriente de trabajo: 15mA
 Ángulo eficaz: <15°
 Rangos de distancia: 2cm a 400cm ó 1" a 13ft
 Resolución: 0.3cm
 Ángulo de medida: 30°
 Ancho de pulso de disparo (Trigger Input Pulse Width): 10us se aplica pulso de (10us en Trig)
 Eco (Echo): salida del sensor.
 Frecuencia de ultrasonido: 40KHz

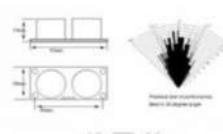
PINES DE CONEXIÓN

| | |
|---|--|
|  | VCC = +5VDC Trig = Trigger input of Sensor, entrada del pulso de disparo para iniciar la medición. Echo = Echo output of Sensor, pin de eco, que retorna un pulso proporcional a la distancia que rebota el sonido. GND = GND |
|---|--|

E-Mail: info@microkitselectronica.com - www.microkitselectronica.com
 Calle: 41 No. 51 15, local 141, Teléfono: 232 77 84,
 Centro Comercial Paseo Bolívar, Carabobo con los Huanos, Medellín, Antioquia, Colombia.

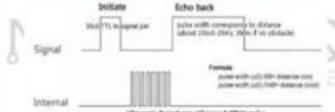


Dimensiones y ángulos de desempeño:



Operación

Para iniciar la medición el pin Trig, el de la señal de disparo (trigger) debe recibir un pulso de cinco voltios por al menos diez micro segundos, esto indicará al sensor que transmite una ráfaga de ocho ciclos ultrasónicos a 40KHz y espere por la ráfaga reflejada cuando el sensor detecta la señal de ultrasonido en el receptor enviará una señal en alto (5v) por el pin Echo, esta señal tendrá un retardo (ancho) proporcional a la distancia, así que para obtener la distancia se debe medir el Ton (tiempo en alto en el pin Echo)



Tiempo que tarda la señal en volver es igual al ancho del pulso en el pin Echo en microsegundos, para determinar la distancia a partir de este tiempo:

Distancia en centímetros = $\frac{\text{Tiempo}}{58}$
 Distancia en pulgadas = $\frac{\text{Tiempo}}{148}$

O se puede utilizar la velocidad del sonido, la cual es 340m/s

E-Mail: info@microkitselectronica.com - www.microkitselectronica.com
 Calle: 41 No. 51 15, local 141, Teléfono: 232 77 84,
 Centro Comercial Paseo Bolívar, Carabobo con los Huanos, Medellín, Antioquia, Colombia.



Programa de aplicación con Arduino UNO r3 y Arduino Duemilanove
 Usando la velocidad del sonido.

Este programa usa la constante de la velocidad del sonido 340m/s para calcular la distancia recorrida por éste, desde que sale del sensor hasta que rebota y envía los datos por el puerto serie para ser visualizado en el monitor serial del Arduino IDE, la conexión del sensor al Arduino se muestra en la última figura.

/ Programa para modulo ultrasónico.
 Usa la velocidad del sonido en el aire a temperatura ambiente 340m/s (0.034 cm/us) para completar la ecuación que define la distancia entre el sensor y un objeto capaz de rebotar la onda de sonido.
 Creado Octubre del 2013
 por William Galvis.
 Este código de ejemplo es de dominio público
<http://www.microkitselectronica.com/programa-para-ultrasonido.pdf>
/

```

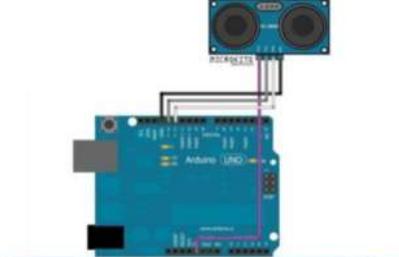
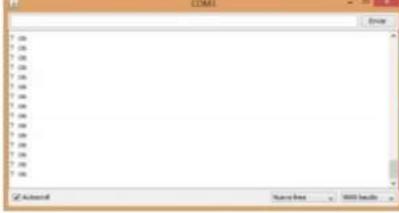
#define trigPin 12
#define echoPin 13

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
}

void loop() {
  int duracion, distancia;
  digitalWrite(trigPin, HIGH); // pulso de disparo
  delayMicroseconds(1000); // dura 1000 microsegundos
  digitalWrite(trigPin, LOW); // y se envía
  duracion=pulseIn(echoPin, HIGH); // se mide el tiempo del pin echo en alto (us)
  distancia=(duracion/290.034); // distancia será la mitad del tiempo por velocidad
  Serial.print(distancia); // se envían los datos por serial
  Serial.print(" cm \n"); // se escribe la unidad de medida y un caracter de nueva línea
  delay(100); // envía datos cada 100 ms
}
    
```

E-Mail: info@microkitselectronica.com - www.microkitselectronica.com
 Calle: 41 No. 51 15, local 141, Teléfono: 232 77 84,
 Centro Comercial Paseo Bolívar, Carabobo con los Huanos, Medellín, Antioquia, Colombia.



E-Mail: info@microkitselectronica.com - www.microkitselectronica.com
 Calle: 41 No. 51 15, local 141, Teléfono: 232 77 84,
 Centro Comercial Paseo Bolívar, Carabobo con los Huanos, Medellín, Antioquia, Colombia.

ANEXO E: Hoja de datos termómetro Infrarrojo MLX90614



MLX90614 family
Single and Dual Zone
Infra Red Thermometer in TO-39

Features and Benefits

- Small size, low cost
- Easy to integrate
- Factory calibrated in wide temperature range: -40 to 125 °C for sensor temperature and -70 to 380 °C for object temperature.
- High accuracy of 0.5°C over wide temperature range (0...50°C for both Ta and To)
- High (medical) accuracy calibration
- Measurement resolution of 0.02°C
- Single and dual zone versions
- SMBus compatible digital interface
- Customizable PWM output for continuous reading
- Available in 3V and 5V versions
- Simple adaptation for 8 to 16V applications
- Power saving mode
- Different package options for applications and measurements versatility
- Automotive grade

Applications Examples

- High precision non-contact temperature measurements.
- Thermal Comfort sensor for Mobile Air Conditioning control system;
- Temperature sensing element for residential, commercial and industrial building air conditioning;
- Windshield defogging;
- Automotive blind angle detector;
- Industrial temperature control of moving parts;
- Temperature control in printers and copiers;
- Home appliances with temperature control;
- Healthcare;
- Livestock monitoring;
- Movement detector;
- Multiple zone temperature control – up to 100 sensors can be read via common 2 wires
- Thermal relay/alert
- Body temperature measurement

Ordering Information

| Part No. | Temperature Code | Package Code | -Option Code |
|----------|---|--------------|------------------------|
| MLX90614 | E (+40°C to 85°C) K (-40°C to 125°C) | SF (TO-39) | - X X X (1) (2) (3) |

(1) Supply Voltage Accuracy
A - 5V
B - 3V
C - Reserved
D - 3V medical accuracy

(2) Number of thermopiles:
A - single zone
B - dual zone

(3) Package options:
A - Standard package
B - Reserved
C - 35° FOV

Example: MLX90614ESF-BAA

1 Functional diagram

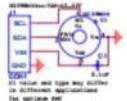


Figure 1 Typical application schematics

2 General Description

The MLX90614 is an Infra Red thermometer for non contact temperature measurements. Both the IR sensitive thermopile detector chip and the signal conditioning ASSP are integrated in the same TO-39 can.

Thanks to its low noise amplifier, 17-bit ADC and powerful DSP unit, a high accuracy and resolution of the thermometer is achieved.

The thermometer comes factory calibrated with a digital PWM and SMBus (System Management Bus) output. As a standard, the 10-bit PWM is configured to continuously transmit the measured temperature in range of -20 to 120 °C, with an output resolution of 0.14 °C and the POR default is SMBus.

3901090614 Rev 003
Page 1 of 40
Data Sheet 03/Oct/2007



MLX90614 family
Single and Dual Zone
Infra Red Thermometer in TO-39

General description (continued)

The MLX90614 is built from 2 chips developed and manufactured by Melexis:

- The Infra Red thermopile detector MLX18101
- The signal conditioning ASSP MLX90602, specially designed to process the output of IR sensor.

The device is available in an industry standard TO-39 package.

Thanks to the low noise amplifier, high resolution 17-bit ADC and powerful DSP unit of MLX90602 high accuracy and resolution of the thermometer is achieved. The calculated object and ambient temperatures are available in RAM of MLX90602 with resolution of 0.01 °C. They are accessible by 2 wire serial SMBus compatible protocol (0.02°C resolution) or via 10-bit PWM (Pulse Width Modulated) output of the device.

The MLX90614 is factory calibrated in wide temperature ranges: -40 to 125 °C for the ambient temperature and -70 to 382.2 °C for the object temperature. The 10-bit PWM is as a standard configured to transmit continuously the measured object temperature for an object temperature range of +00 to 120 °C with an output resolution of 0.14 °C. The PWM can be easily customized for virtually any range desired by the customer by changing the content of 2 EEPROM cells. This has no effect on the factory calibration of the device.

The PWM pin can also be configured to act as a thermal relay (input is To), thus allowing for an easy and cost effective implementation in thermostats or temperature (freezing/boiling) alert applications. The temperature threshold is user programmable. In an SMBus system this feature can act as a processor interrupt that can trigger reading all slaves on the bus and to determine the precise condition.

As a standard, the MLX90614 is calibrated for an object emissivity of 1. It can be easily customized by the customer for any other emissivity in the range 0.1-1.0 without the need of recalibration with a black body.

The thermometer is available in 2 supply voltage options: 5V compatible or 3V (battery) compatible. The 5V can be easily adapted to operate from a higher supply voltage (8-16V, for example) by use of few external components (refer to "Applications information" section for details).

An optical filter (long-wave pass) that cuts off the visible and near infra-red radiant flux is integrated in the package to provide sunlight immunity.

3901090614 Rev 003
Page 2 of 40
Data Sheet 03/Oct/2007



MLX90614 family
Single and Dual Zone
Infra Red Thermometer in TO-39

6 Pin definitions and descriptions

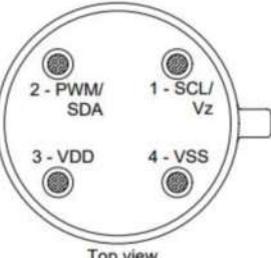


Figure 2: Pin description

| Pin Name | Function |
|-----------|--|
| VSS | Ground. The metal can is also connected to this pin. |
| SCL/Vt | Serial clock input for 2-wire communications protocol. 5.7V zener is available at this pin for connection of external bipolar transistor to MLX90614A to supply the device from external 8-16V source. |
| PWM / SDA | Digital input / output. In normal mode the measured object temperature is available at this pin-Pulse Width Modulated. In SMBus compatible mode automatically configured as open drain NMOS. |
| VDD | External supply voltage. |

Note: For +12V (+8...+16V) powered operation refer to the Application information section. For EMC and isothermal conditions reasons it is highly recommended not to use any electrical connection to the metal can except by the Vss pin. With the SCL/Vt and PWM/SDA pins operated in 2-wire interface mode, the input Schmitt trigger function is automatically enabled.

3901090614 Rev 003
Page 5 of 40
Data Sheet 03/Oct/2007



MLX90614 family
Single and Dual Zone
Infra Red Thermometer in TO-39

7 Electrical Specifications

7.1 MLX90614Axx

All parameters are preliminary for Ta = 25 °C, VDD = 5V (unless otherwise specified)

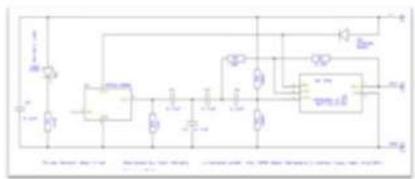
| Parameter | Symbol | Test Conditions | Min | Typ | Max | Units |
|-------------------------------------|-----------|--|------|---------|---------|-------|
| Supply | | | | | | |
| External supply | VDD | | 4.5 | 5 | 5.5 | V |
| Supply current | IDD | No load | | 1 | 2 | mA |
| Supply current (programming) | IDDprog | No load, erase/write EEPROM operations | | 1.5 | 2.5 | mA |
| Zener current | Iz | Iz = 75...400 uA | 5.6 | 5.75 | 5.8 | V |
| Zener voltage | Vz(Ta) | Iz=70...400uA, full temperature range | 5.15 | 5.75 | 6.24 | V |
| Power On Reset | | | | | | |
| POR level | VDDPOR | Power-up, power-down and brown-out | 2.7 | 3.0 | 3.3 | V |
| VDD rise time | Trise | Ensure POR signal | | | 3 | ms |
| Output valid (result in RAM) | Tvalid | After POR | | 0.15 | s | |
| Pulse width modulation ¹ | | | | | | |
| PWM resolution | PWMbits | Data band | | 10 | | bit |
| PWM output period | PWMfPWM | Factory default, internal oscillator factory calibrated | | 1,024 | | ms |
| PWM period stability | dPWM% | Internal oscillator factory calibrated, over the entire operation range and supply voltage | -4 | | +4 | % |
| Output high Level | PWMoh | Iload = 2 mA | | VDD-0.2 | | V |
| Output low Level | PWMol | Iload = 2 mA | | | VDD-0.2 | V |
| Output drive current | IdrivePwm | VDD,H = VDD, 0.8V | | 7 | | mA |
| Output sink current | IsinkPwm | VDD,L = 0.8V | | 13.5 | | mA |
| Output settling time | Tsett | 100 pF capacitive load, full operating Ta range | | 500 | | ns |
| Output settling time | TsettLC | 220 Ohm in series with 47nF load on the wire, full Ta operating range | | 20 | | us |

3901090614 Rev 003
Page 6 of 40
Data Sheet 03/Oct/2007

ANEXO F: Hoja de datos sensor de pulso cardíaco



SENSOR DE PULSO CARDIACO



El sensor de pulso es un dispositivo de plug-and-play para tu Arduino. Puede ser usado por cualquiera con básicos conocimientos de electrónica, si puedes conectar un encoder entonces puedes conectar este sensor. Adicionalmente te damos códigos de ejemplos e información muy valiosa para que logres poner a funcionar en el menor tiempo posible.

- Alimentación: 3.3V/5V.
- Modelo: XD-58C.
- Salida: Voltaje analógico.
- Diámetro de la tarjeta: 10mm.

El sensor funciona con un sensor de ritmo cardíaco óptico, una etapa de amplificación y un filtro para el ruido, lo cual hace que su señal de salida sea confiable y estable. El consumo de corriente es bajo siendo de 4mA con una alimentación de 5V.



Para su funcionamiento solo debes de poner en contacto el sensor con tu cuerpo, alimentarlo de 3V a 5V y ya estas listos para tomar las medidas de tu ritmo cardíaco. El cable de 60cm tiene conectores macho para que sea fácil su conexión a un protoboard o una placa específica, no es necesaria ninguna soldadura.

Dimensiones: 15mm diámetro y 3mm grueso.

Datos Técnicos

| | |
|---|--|
| Rango de Voltaje de Salida | 0 - 5V |
| Amplitud | Each heartbeat gives a peak. If the peak is less than 0.2 V the ear clip should be repositioned. |
| Nivel DC | 1.5 V |
| Frecuencia de respuesta | Band pass filter 2.4 - 12 Hz |
| Voltage suministrado / Corriente suministrado | 5 V DC / 12 mA |
| Información del sensor Auto-ID y Calibración | 256 byte serial EEPROM |
| Clip del Oído | LED infrarrojo y sensor de luz. |
| Conexión | Conexión Tipo BT (British Telecom) |

El sensor funciona con un sensor de ritmo cardíaco óptico, una etapa de amplificación y un filtro para el ruido, lo cual hace que su señal de salida sea confiable y estable. El consumo de corriente es bajo siendo de 4mA con una alimentación de 5V.

ANEXO G: Software página web.

```
<!--PÁGINA WEB SUPERVISIÓN Y CONTROL DE SEMOVIENTES - TIEMPO REAL-->
```

```
<head>
```

```
<meta charset="utf-8">
```

```
<meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge,chrome=1">
```

```
<!-- Estableciendo un nombre e icono a la página web -->
```

```
<title>UMBRELLA R&R</title>
```

```
<link rel="icon" type="image/png" href="Images/umbrella.png" />
```

```
<!-- Funciones CSS mediante bootstrap para la barra de menu -->
```

```
<script src="js/jquery-2.1.4.js" type="text/javascript"></script>
```

```
<link href="bootstrap/bootstrap.min.css" rel="stylesheet"/>
```

```
<link href="bootstrap/bootstrap-theme.css" rel="stylesheet"/>
```

```
<link href="css/normalize.css" rel="stylesheet">
```

```
<link href="css/estilos.css" rel="stylesheet">
```

```
<link href="css/paraiconos.css" rel="stylesheet" />
```

```
<link href="fonts/OleoScript-Regular.ttf" rel="stylesheet" />
```

```
<link rel="stylesheet" href="css/paraicono.css">
```

```
<link rel="stylesheet" href="alertaschidas/sweetalert.css"/>
```

```
<script src="alertaschidas/sweetalert-dev.js"></script>
```

```
</head>
```

```
<!-- Estableciendo Imagen de fondo -->
```

```
<style>
```

```
body{
```

```
    background-image: url(Images/cow.jpg);
```

```
    background-size:cover;
```

```
    background-repeat: no-repeat;
```

```
    background-attachment:fixed;
```

```
}
```

```
<!--Diseñando cuadro de dialogo para el ingreso de usuario -->
```

```
.formulario
```

```
{transition: 5s; margin-top: 80px; width: 40%;box-shadow: 0px 0px 60px rgba(213,0,0 ,1),0px 0px 100px rgba(256,256,256 ,1);}
```

```
.formulario:hover{
```

```
transition: .8s;
```

```
background-color: rgba(0,0,0,.5);
```

```
}
```

```
.logo
```

```
{
```

```
    height: 110px;
```

```
    margin-top: 20px;
```

```
}
```

```
h3,h4
```

```
{
```

```
color:white;
```

```
text-align: center;
```

```
}
```

```
.Input{transition: .8s; background-color: rgba(0,0,0,.5);
color: silver;
border-color:#006;
border-bottom-color:silver;
border-bottom-style:groove;
border-left:none;
border-right:none;
border-top:none;
border-width: 4px;
```

```
}
.Input:hover{
transition: .8s;
background-color:rgba(55,71,79 ,.5);
box-shadow:inset;
border-bottom-color:blue;}
```

```
.Input:focus{
transition: .8s;
border-bottom-color:blue;
}
```

```
</style>
```

```
<!--Insertando logotipo ESPOCH -->
```

```
<body>
```

```
<div class="container formulario">
```

```
<div class="row">
```

```
<div class="col-xs-4 col-xs-offset-4 ">
```

```

```

```
</div></div>
```

```
<div class=" espaciado">
```

```
</div><div class="row">
```

```
<fieldset class="col-xs-10 col-xs-offset-1">
```

```
<!-- Conexión, inicio de sesión para usuario y contraseña-->
```

```
<legend class="hidden-xs">
```

```
<h3>INICIO DE SESIÓN</h3>
```

```
</legend>
```

```
<form role="form" class="form-horizontal">
```

```
<!-- Bloque ingreso usuario-->
```

```
<div class="form-group">
```

```
<label class="col-xs-12" for="usuario"><h4>Usuario</h4></label>
```

```
<div class="col-xs-10 col-xs-offset-1">
```

```
<input type="text" id="usuario" class="form-control Input">
```

```
</div>
```

```
<!-- Bloque ingreso contraseña-->
```

```
</div>
```

```
<div class="form-group">
```

```
<label class="col-xs-12" for="password"><h4>Contraseña</h4></label>
```

```

<div class="col-xs-10 col-xs-offset-1">
<input type="password" id="password" class="form-control col-xs-12 Input">
</div></div>

<!-- Boton de ingresar-->
<div class="form-group">
<a href="inicio.html"><button type="button" class="btn btn-danger center-block">INGRESAR</button></a></div>
</form></fieldset>
</div></div>
</body>

```

```

<!--Estableciendo segunda imagen de fondo, inicio -->
<body>
<BODY BACKGROUND="Images/red4.jpg">
<header>
<p>.</p>

```

```

<!--Estableciendo encabezado principal-->
<p><h1><center>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</h1></p>
<h1><center>FIE</h1>
<p><h2><center>INGENIERIA ELECTRONICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES</h2></p>
<p>.</p>
<hr color:#080869; size="3">

```

```

<!--Configuracion de CSS para el menú superior horizontal-->

```

```

</header>
<style type="text/css">
* {
margin:0px;
padding:0px;
}
#header {
margin:auto;
width:500px;
font-family:Arial, Helvetica, sans-serif;
}
ul, ol {
list-style:none;}
.nav > li {
float:left;
}
.nav li a {
background-color:#1F2F7E;
color:#fff;
text-decoration:none;
padding:12px 20px;
display:block;
}

.nav li a:hover {
background-color:#434343;
}

```

```
.nav li ul {
display:none;
position:absolute;
min-width:140px;}
```

```
.nav li ul li ul {
right:-140px;
top:0px;}
```

```
<!--Estableciendo componentes de la barra de menú principal-->
```

```
</style>
```

```
<body>
```

```
<div id="header">
```

```
<ul class="nav">
```

```
<li><a href="index.html">INICIO</a></li>
```

```
<li><a href="servicios.html">SERVICIOS</a>
```

```
<ul><li><a href="posicion.php">Posición</a></li></ul></li>
```

```
<li><a href="">INFORMACIÓN</a><ul>
```

```
<li><a href="info.php">Registro de eventos</a></li>
```

```
<li><a href="infoB.php">Datos semoviente</a></li>
```

```
</ul></li>
```

```
<li><a href="contacto.html">CONTACTO</a></li></ul></div>
```

```
</body>
```

```
<p>.</p><p>.</p><p>.</p>
```

```
<h3><div align="center">SUPERVISIÓN Y CONTROL DE SEMOVIENTES EN TIEMPO REAL</div> </h3>
```

```
<p>.</p>
```

```
<div style="text-align:center;">
```

```
<table border="1" style="margin: 0 auto;">
```

```
<tr>
```

```
<td>
```

```
<!--Contenido Menú Inicio-->
```

```
<center><IMG SRC="Images\justi.png"></center>
```

```
<p>El constante crecimiento de ganado a nivel mundial complica la labor de cuidado, un factor principal es el robo &nbsp;</p>
```

```
<p>A nivel mundial se trata de combatir el robo, mediante investigadores que están entrenados en todas las facetas</p>
```

```
<p>de la aplicación de la ley y combinan su conocimiento de la industria ganadera con la tecnología moderna como </p>
```

```
<p>el uso de computadoras y de exámenes de ADN para seguir las pistas de reses extraviadas o robadas. </p>
```

```
</td>
```

```
</tr>
```

```
<tr>
```

```
<td>
```

```
<p>Dentro del país se desconoce de empresas que desarrollen y comercialicen dispositivos electrónicos con el fin de </p>
```

```
<p>dar seguimiento y control al ganado, sin embargo hay un método que identifica el ganado llamado areteo del </p>
```

```
<p>semoviente, que consiste en un número de identificación único.
```

```
<p>Por tal motivo se plantea el desarrollo de un sistema electrónico inalámbrico de supervisión y control de semovientes</p>
```

```
<p>en tiempo real como herramienta de ayuda al problema identificado.</p>
```

```
</td></tr></table></div>
```

```
<!-- Posición en tiempo real de ganado -->
```

```
<fieldset>
```

```
<div>
```

```
<?php
```

```
//Llamando a la Funcion conexion.php con base de datos
```

```
include("conexion.php");
```

```
$enlace = mysqli_connect("localhost", "id4511992_controlganado", "tesisganado8", "id4511992_tablas");
```

```
//Leyendo archivo enviado por arduino en formato .txt
```

```
$filas=file('prouno.txt');
```

```
foreach($filas as $value)
```

```
{
```

```
list($pulso,$lati,$longi,$t_ambiente,$t_corporal,$distancia) = explode(":", $value);
```

```
$latitud=$lati/100;
```

```
$longitud=$longi/100;
```

```
}
```

```
?>
```

```
</div></fieldset></div>
```

```
//Contenido menú servicios.
```

```
<center><h2>POSICION GANADO EN TIEMPO REAL </h2></center>
```

```
<!DOCTYPE html>
```

```
<html>
```

```
<head>
```

```
<style>
```

```
#map {
```

```
height: 400px;
```

```
width: 100%;
```

```
}
```

```
</style>
```

```
</head>
```

```
<body>
```

```
<div id="map"></div>
```

```
<script>
```

```
//Función para graficar las coordenadas en tiempo real mediante google maps.
```

```
function initMap() {
```

```
//var uluru = {lat: -1.256881, lng: -78.623757}; posicion casa
```

```
var uluru = {lat: <?php echo $latitud;?>, lng: <?php echo $longitud; ?>};
```

```
var map = new google.maps.Map(document.getElementById('map'), {
```

```
zoom: 16,
```

```
center: uluru});
```

```
var marker = new google.maps.Marker({
```

```
position: uluru,
```

```
map: map
```

```
});
```

```
}
```

```
</script>
```

```
<script async defer
```

```
src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=AIzaSyC0KWQd0bCDu5X6i-
YkvHNwGRHDIOJFVNg&callback=initMap">
</script></body></html>
```

```
<!--Registro de datos del semoviente -->
<h2><center>REGISTRO DE DATOS DEL SEMOVIENTE</center></h2>
<script>
```

```
<!--Función para actualizar automáticamente la página-->
```

```
function recarga()
{location.href=location.href}
setInterval('recarga()',10000)
</script>
```

```
<div><fieldset><div>
<?php
```

```
//Llamando a la Función conexion.php con base de datos
```

```
include("conexion.php");
$enlace = mysqli_connect("localhost", "id4511992_controlganado", "tesisganado8",
"id4511992_tablas");
```

```
//Leyendo archivo enviado por arduino en formato .txt
```

```
$filas=file('prouno.txt');
foreach($filas as $value)
{
list($pulso,$lati,$longi,$t_ambiente,$t_corporal,$distancia) = explode(":", $value);
$latitud=$lati/100;
$longitud=$longi/100;
```

```
//Obteniendo la fecha y hora actual
```

```
ini_set('date.timezone','America/Guayaquil');
$fecha=date('Y-m-d',time());
$hora=date("g:i a", strtotime(date('H:i:s',time()+00300)));
```

```
//Insertando valores del .txt en base de datos.
```

```
$insert = "INSERT INTO
datos(HORA,FECHA,PULSOS,LATITUD,LONGITUD,T_AMBIENTE,T_CORPORAL,DIST
ANCIA)
VALUES
('$hora','$fecha','$pulso','$latitud','$longitud','$t_ambiente','$t_corporal','$distancia)";
$resultado=mysqli_query($enlace,$insert); }
```

```
//Seleccionando de la base de datos últimos 2 valores almacenados.
```

```
$query = "SELECT * FROM datos ORDER BY id DESC limit 2";
$resul = mysqli_query($enlace,$query);
```

```
//Creando tablas para registro de eventos de base de datos.
```

```
echo "<center><font class=\"content\">";
echo "<table>";
echo "<th>ID</th>";
echo "<th>/PULSOS</th>";
echo "<th>/LATITUD</th>";
echo "<th>/LONGITUD</th>";
echo "<th>/T_AMBIENTE</th>";
echo "<th>/T_CORPORAL</th>";
```

```
echo "<th>/DISTANCIA</th>";
echo "<th>/FECHA</th>";
echo "<th>/HORA</th>";
```

```
while($fila = mysqli_fetch_array($resul))
{
    //Imprimiendo valores almacenado en la base de datos
    echo "<tr>";
    echo "<th>$fila[ID]</th>";
    echo "<th>$fila[PULSOS]</th><br>";
    echo "<th>$fila[LATITUD]</th><br>";
    echo "<th>$fila[LONGITUD]</th><br>";
    echo "<th>$fila[T_AMBIENTE]</th><br>";
    echo "<th>$fila[T_CORPORAL]</th><br>";
    echo "<th>$fila[DISTANCIA]</th><br>";
    echo "<th>$fila[FECHA]</th>";
    echo "<th>$fila[HORA]</th>";
    echo "</tr>";
}
echo "</table>";
?></div></fieldset></div>
```

```
<!--Menú, Datos del semoviente -->
```

```
<?php
```

```
//Llamando a la Funcion conexion.php con base de datos
```

```
include("conexion.php");
```

```
$enlace = mysqli_connect("localhost", "id4511992_controlganado", "tesisganado8", "id4511992_tablas");
```

```
//Leyendo archivo enviado por arduino en formato .txt
```

```
$filas=file('prouno.txt');
```

```
foreach($filas as $value)
```

```
{
```

```
list($pulso,$lati,$longi,$t_ambiente,$t_corporal,$distancia) = explode(":", $value);
```

```
$latitud=$lati/100;
```

```
$longitud=$longi/100;}
```

```
?></div></fieldset></div>
```

```
<p>.</p><p>.</p>
```

```
//Creando tabla para la visualización de datos del semoviente
```

```
<div style="text-align:center;">
```

```
<table border="5" style="margin: 0 auto;"><tr>
```

```
<th>-- DATOS --</th>
```

```
<th>-- VALORES --</th>
```

```
</tr><tr>
```

```
<td>LATITUD</td>
```

```
<th><?php echo $latitud;?> </th>
```

```
</tr><tr>
```

```
<td>LONTIGUD</td>
```

```
<th> <?php echo $longitud;?></th>
</tr><tr>
```

```
<td>PULSOS CARDIADOS</td>
```

```
<th> <?php echo $pulso;?></th>
```

```
</tr><tr>
```

```
<td>TEMP. CORPORAL </td>
```

```
<th><?php echo $t_corporal;?> °C. </th>
```

```
</tr><tr>
```

```
<td>TEMP. AMBIENTE</td>
```

```
<th><?php echo $t_ambiente;?> °C. </th>
```

```
</tr><tr>
```

```
<td>ESTADO DEL SEMOVIENTE </td>
```

```
<th></th></tr><tr>
```

```
<td>ESTADO DEL COLLAR</td>
```

```
<th></th></tr><tr>
```

```
<td>ESTADO DEL CINTURON</td>
```

```
<th></th></tr></table></div>
```

```
<!-- Menú Contacto -->
```

```
<div style="text-align:center;">
```

```
<table border="1" style="margin: 0 auto;">
```

```
<tr><td> </td><td>ID</td>
```

```
<td>Nombre</td>
```

```
<td>Apellido</td>
```

```
<td>Usuario</td>
```

```
</tr><tr>
```

```
<tr><td></td>
```

```
<td>- 439 -</td>
```

```
<td>Edison Alfonso </td>
```

```
<td>Chango Sailema </td>
```

```
<td>Administrador</td>
```

```
</tr><tr>
```

```
<tr><td></td>
```

```
<td>532</td>
```

```
<td>Edwin Javier </td>
```

```
<td>Ramírez Chinlli </td>
```

```
<td>Supervisor</td>
```

```
</tr></table>
```

```
<!-- Pie de página-->
```

```
footer
```

```
{position: relative; margin-top: -50px; height: 60px; padding:5px 0px; clear: both; background:
```

```
#1F2F7E; text-align: center; color: #fff;}
```

```
.define { width:960px; margin:0 auto;}
```

```
</style>
```

```
<body>div id="wrapper"></div>
```

```
<footer><div class='define'>
```

```
<p>SUPERVISIÓN Y CONTROL DE SEMOVIENTES EN TIEMPO REAL. </p>
```

```
<p>&copy; Copyright by Edison Chango - Javier Ramirez - 2018</p>
```

```
<p>RIOBAMBA - ECUADOR </p>
```

```
</div>
```

```
</footer>
```

```
</body>
```

```
</html>
```

ANEXO H: *Software* final del prototipo.

```
/*codigo collar 1*/
//*****
*****
//SHIELD GSM SIM900
//*****
*****
#include <SoftwareSerial.h>
#include <String.h>
SoftwareSerial mySerial(7,8);//micro(7,8)
//*****
*****
//MODULO GPS NEO7
//*****
*****
#include <TinyGPS.h>
TinyGPS gps;
SoftwareSerial ss(10,11); //RX y TX
float flat, flon, velocidad;
int altitud;
int year;
byte month, day, hour, minute, second, hundredths;
//*****
*
//sensor de pulsos
//*****
*****
int PulseSensorPin = 0;
int Signal;
long sel;
int Threshold = 550;
//*****
*****
//Sensor de temperatura
//*****
*****
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_MLX90614.h>
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();
float ambiente,tpersona;
//*****
*****
//ULTRASONICO HY-SRF05
//*****
*****
long distancia;//Valor ha obtener
long tiempo;//tiempo de rebote
//*****
*****
//SUBIR A LA NUBE
//*****
*****
//Variables Globales
```

```

int valor1=100; //pulsos
float valor2=200; //Latitud
float valor3=300; //Longitud
float valor4=400; //temperatura ambiente
float valor5=500; //temperatura persona
int valor6=600; //distancia
//float valor7=700; //humedad
//float valor8=800; //temperatura
String valor = ""; //Valor acumulado
//*****
*****

//SUEGURIDAD MEMORIAS EEPROM
//*****
*****

#include <EEPROM.h>
int LEDS = 12; //ENTRADA AL d7 PARA SEGURIDAD DE LOS CABLES DEL RELE
HACI EL ARDUINO
int s=0; //variable para guardar el estado de la intrada d7
int bs=0; //eeprom 5 BANDERA DE SEGURIDAD
String Comando; //INSTRUCCION A LEER

void setup()
{
  pinMode(6, OUTPUT);
  digitalWrite(6,HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(6,LOW);
  delay(1000);
  Serial.println("Inicialización OK ");
  pinMode(LEDs, INPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(5, INPUT);
  bs=EEPROM.read(0);
  s=digitalRead(12);
  mySerial.begin(19200); //GPRS
  ss.begin(9600); //GPS
  Serial.begin(19200);
  // mySerial.println("AT+CMGF=1"); //Configuramos el módulo para trabajar con los SMS en
modo texto
  // delay(1000);
  // mySerial.println("AT+CLIP=1\r");
  // delay(1000);
  //mySerial.println("AT+CNMI=2,2,0,0,0"); //número 2 para la sim 900 Configuramos el
módulo para que nos muestre los SMS recibidos por comunicacion serie
  //delay(1000);
//Sensor de temperatura*****
  mlx.begin();
  delay(1000);
  Gprs();
  Serial.println("GPRS Iniciado OK ");
  FTP();
  Serial.println("FTP Iniciado OK ");
}

//-----Encendido de dispositivos-----

```

```

void ShowSerialData()
{
  while(mySerial.available()!=0)
    Serial.write(mySerial.read());
}
//-----gprs-----
void Gprs()
{
  //Serial.write("\r\n");
  mySerial.println("AT");
  delay(100);
  ShowSerialData();
  mySerial.println("AT+CPIN=\"1111\"");
  delay(100);
  ShowSerialData();
  mySerial.println("AT+CFUN?");
  delay(1000);
  ShowSerialData();
  mySerial.println("AT+CCALR?");
  delay(1000);
  ShowSerialData();
  mySerial.println("AT+CIPSHUT");
  delay(10000);
  ShowSerialData();
  mySerial.println("AT+CGATT=0");
  delay(10000);
  ShowSerialData();
  mySerial.println("AT+CGATT=1");
  delay(10000);
  ShowSerialData();
  mySerial.println("AT+CSQ");
  delay(1000);
  ShowSerialData();
  mySerial.println("AT+CREG?");
  delay(1000);
  ShowSerialData();
  mySerial.println("AT+CSTT?");
  delay(1000);
  ShowSerialData();
  mySerial.println("AT+SAPBR=3,1,\"CONTYPE\",\"GPRS\");//Iniciando conexión GRPS
  delay(2000);
  ShowSerialData();
  mySerial.println("AT+SAPBR=3,1,\"APN\",\"internet.claro.com.ec\");//Iniciando      APN,
operadora Claro
  delay(2000);
  ShowSerialData();
  mySerial.println("AT+SAPBR=3,1,\"USER\",\"\");//
  delay(2000);
  ShowSerialData();
  ShowSerialData();
  mySerial.println("AT+SAPBR=1,1");//
  delay(2000);
  ShowSerialData();
  ShowSerialData();
  mySerial.println("AT+CIPSRIP=1");
}

```

```

delay(2000);
ShowSerialData();
mySerial.println("AT+CIICR");
delay(2000);
ShowSerialData();
mySerial.println("AT+CIFSR");// read the IP
delay(3000);
ShowSerialData();
mySerial.println("AT+CIPPING=\www.google.com\");// Ping de prueba conexión
delay(2000);
ShowSerialData();
delay(100);
digitalWrite(6,HIGH);
delay(100);
digitalWrite(6,LOW);
}
//-----Conexion FTP-----
void FTP()
{
mySerial.println("AT+FTPCID=1");//
delay(2000);
ShowSerialData();
//Tipo de Sesion FTP
mySerial.println("AT+FTPTYPE=\A\");//
delay(2000);
ShowSerialData();
//Dirección del Servidor WEBHOST FTP
mySerial.println("AT+FTPSERV=\files.000webhost.com\");//
delay(2000);
ShowSerialData();
//Abriendo Puerto FTP
mySerial.println("AT+FTPPORT=21");//
delay(2000);
ShowSerialData();
//Usuario FTP
mySerial.println("AT+FTPUN=\control-ganado\");//
delay(2500);
ShowSerialData();
//Password FTP
mySerial.println("AT+FTPPW=\*****\");//
delay(2500);
ShowSerialData();
//Nombre del fichero
mySerial.println("AT+FTPPUTNAME=\ganado.txt\");//
delay(2500);
ShowSerialData();
//Directorio raiz del servidor
mySerial.println("AT+FTPPUTPATH=\public_html\");//
delay(2500);
ShowSerialData();
delay(100);
digitalWrite(6,HIGH);
delay(100);
digitalWrite(6,LOW);
delay(100);
}

```

```

}

void datos()
{
mySerial.println("AT+CMGF=1\r");
delay(1000);
mySerial.println("AT+CMGS=\"0939538641\"); //Número celular GSM
delay(1000);
//Variables ingresadas al servidor Wwb
mySerial.println("Id vaca: 001 ");
mySerial.print("Temp corporal: ");
mySerial.println(tpersona);
mySerial.print("Pulsos: ");
mySerial.println(Signal);
mySerial.print("Altitud: ");
mySerial.println(flat);
mySerial.print("Longitud: ");
mySerial.println(flon);
delay(1000);
mySerial.println((char)26);
delay(1000);
Serial.println("MENSAJE ENVIADO");
}
//Funcion seguridad de collar
void fraude()
{
mySerial.println("AT+CMGF=1\r");
delay(1000);
mySerial.println("AT+CMGS=\"0939538641\"); //
delay(1000);
mySerial.println("violacion de seguridad ");
delay(1000);
mySerial.println((char)26);
delay(1000);
EEPROM.update(0,1);
Serial.println("MENSAJE ENVIADO violacion de seguridad");
}

//Funcion de seguridad hebilla-collar
void reconexion()
{
delay(1000);
EEPROM.update(0,0);
mySerial.println("COLLAR CONECTADO ");
delay(1000);
mySerial.println((char)26);
delay(1000);
Serial.println("MENSAJE ENVIADO");
}
//SMS Estado etapa estral
void mensaje_celo()
{
mySerial.println("AT+CMGF=1\r");
delay(1000);
mySerial.println("AT+CMGS=\"0939538641\"); //

```

```

delay(1000);
mySerial.println("vaca#1 en CELO ");
delay(1000);
mySerial.println((char)26);
delay(1000);
Serial.println("MENSAJE ENVIADO");
}

//-----
void loop()
{
  bs=EEPROM.read(0);
  s=digitalRead(12);
  Serial.print("BS: ");
  Serial.println(bs);
  Serial.print("S: ");
  Serial.println(s);
  //-----SEGURIDAD-----
  if(s!=1)
  {
    if(bs==0)
    {
      fraude();
      digitalWrite(LED5, LOW);
      Serial.println("ENVIANDO FRAUDE");
    }
  }
  //-----LEE LO QUE INGRESA AL PUERTO SERIE-----
  if (mySerial.available())
  {
    Comando = mySerial.readString(); //Los almacenamos en la variable Comando
    Serial.println("NUEVO SMS ENTRANTE: " + Comando); //Los sacamos por
comunicacion serie
  }
  if(Comando.indexOf("datos")>=0)
  { //Si la variable Comando contiene la palabra lectura
    digitalWrite(6, HIGH);
    datos();
    delay(1000);
    digitalWrite(6, LOW);
    Comando = ""; //Vaciamos la variable
  }
  if(Comando.indexOf("reconectar")>=0)
  { //Si la variable Comando contiene la palabra lectura
    Serial.println("Encendiendo LED"); //Avisamos por comunicacion serie
    digitalWrite(6, HIGH);
    reconexion();
    delay(1000);
    digitalWrite(6, LOW);
    Comando = ""; //Vaciamos la variable
  }

  //-----pulsos();
  Signal = analogRead(PulseSensorPin); // Read the PulseSensor's value.
  Serial.print("Pulsos: ");

```

```

Serial.println(Signal);          // Send the Signal value to Serial Plotter.
// ultrasonido();
digitalWrite(4 ,LOW); /* Por cuestión de estabilización del sensor*/
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(4, HIGH); /* envío del pulso ultrasónico*/
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(4, LOW);
tiempo=pulseIn(5, HIGH);
distancia= int(0.017*tiempo);
Serial.print("distancia: ");
Serial.println(distancia);

gps2();

//-----temperatura();
tambiente=mlx.readAmbientTempC();
Serial.print("Temperatura Ambiente = ");
Serial.println(tambiente);
tpersona=mlx.readObjectTempC();
Serial.print("°C Objeto = ");
Serial.println(tpersona);
delay(200);

//-----DETECCION DE ETAPA ESTRAL

    velocidad=gps.f_speed_kmph();
    if((distancia>130) and (sel>70) and (velocidad>2.5))
    {
        Serial.print("Vaca en cielo ");
        mensaje_celo();
    }

//Bahia de Transferencia

valor1= Signal; //int
valor2= flat; //float
valor3= flon; //float
valor4= tambiente; //float
valor5= tpersona; //float
valor6= distancia;
// valor7= h;
// valor8= t;
//Bahia de carga de informacion
valor="";
valor += valor1;
valor += ':';
valor += (valor2*100);
valor += ':';
valor += (valor3*100);
valor += ':';
valor += valor4;
valor += ':';
valor += (valor5);
valor += ':';
valor += valor6;

```

```

valor += ':';
//: Adicionales en el caso que no se cumpla la subida de bytes acordados, si se cumple estos
seran dropeados
valor += ':';
valor += ':';
digitalWrite(6,HIGH);
delay(100);
digitalWrite(6,LOW);
delay(100);

SubirNube();

}

void SubirNube()
{
//Iniciando la sesion
mySerial.println("AT+FTPPUT=1"); //
delay(9000);
//Definiendo número bytes de datos a subir. Cada byte corresponde a un caracter sea este
"A","5",".", "-"
mySerial.println("AT+FTPPUT=2,45");
delay(9000);
//Subiendo datos a FTP
mySerial.println(valor); //
delay(20000);
//Cierra Sesion FTP
mySerial.println("AT+FTPPUT=2,0"); //
delay(9000);
Serial.print("DATOS SUBIDOS EXITOSAMENTE = ");
//Tiempo de muestreo
delay(1000);
Serial.println();
}

void gps2()
{
bool newData = false;
// For one second we parse GPS data and report some key values
for (unsigned long start = millis(); millis() - start < 1000;)
{
while (ss.available())
{
char c = ss.read();
// Serial.write(c); // uncomment this line if you want to see the GPS data flowing
if (gps.encode(c)) // Did a new valid sentence come in?
newData = true;
}
}

if (newData)
{

gps.f_get_position(&flat, &flon);
gps.crack_datetime(&year,&month,&day,&hour,&minute,&second,&hundredths);
}
}

```

```
// gps.f_altitude(&altitud);
// gps.f_speed_kmph(&velocidad);
//Visualizacion de informacion por medio del Puerto serial.
Serial.print("Fecha: "); Serial.print(day, DEC); Serial.print("/");
Serial.print(month, DEC); Serial.print("/"); Serial.print(year);
Serial.print(" Hora: "); Serial.print(hour, DEC); Serial.print(":");
Serial.print(minute, DEC); Serial.print(":"); Serial.print(second, DEC);
Serial.print("."); Serial.println(hundredths, DEC);

Serial.print("Latitud=");
Serial.println(flat == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flat, 6);
Serial.print("Longitud=");
Serial.println(flon == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flon, 6);

Serial.print("Altitud (metros): "); Serial.println(gps.f_altitude());
//Serial.print("Rumbo (grados): "); Serial.println(gps.f_course());
Serial.print("Velocidad(kmph): "); Serial.println(gps.f_speed_kmph());

    delay(100);
}
}
```