



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**ARNÉS CANINO MONITOREADO POR GPS Y ACTIVADO
MEDIANTE MENSAJES GSM**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO EN MECATRÓNICA**

RICARDO JAVIER YÁNEZ LEÓN

DIRECTOR: PhD. DANIEL MIDEROS

Quito, Mayo 2016

© Universidad Tecnológica Equinoccial 2016
Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1720673589
APELLIDO Y NOMBRES:	YÁNEZ LEON RICARDO JAVIER
DIRECCIÓN:	ATAHUALPA E-120 Y BOLIVAR
EMAIL:	RJYLPM@HOTMAIL.COM
TELÉFONO FIJO:	2315-973
TELÉFONO MOVIL:	0980444609

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ARNÉS CANINO MONITOREADO POR GPS Y ACTIVADO MEDIANTE MENSAJES GSM
AUTOR O AUTORES:	RICARDO YÁNEZ
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	18 de agosto de 2016
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	PhD. Daniel Mideros
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN MECATRONICA
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	<p>Tomando en cuenta la problemática que causa la pérdida de mascotas, se desarrolló un sistema de rastreo, el cual cuenta con un arnés que contiene el sistema de posicionamiento y una aplicación en la cual se podrá visualizar la ubicación del animal extraviado, dentro de esta aplicación hay dos opciones una de rastreo y otra para solicitar la ubicación, fue necesario el diseño del arnés, ya que en el mercado existen arneses para realizar paseos mas no para alojar el dispositivo, la precisión con la</p>

que cuenta el sistema GPS es de alrededor de 2.5 m. La misma que es muy aceptable para el tamaño del dispositivo y la función que va a desarrollar, tomando en cuenta que está dentro de una caja y la precisión del sistema aumenta hasta un máximo de 8m a la redonda, aun así se considera muy aceptable para la función que está desarrollando, el peso total del sistema es de 540 g. El cual no afectara las funciones y el desenvolvimiento de la mascota, considerando el peso se diseñó para que la batería cumpla con una autonomía suficiente y no afecte en el peso total del dispositivo, la autonomía calculada en un rango máximo de 12 días con bajo consumo y con un rango mínimo de casi 22 horas a su máximo consumo, con esto se garantiza un tiempo idóneo de autonomía del sistema, permitiendo así la búsqueda de la mascota, con la suficiente tranquilidad y poder realizar las acciones necesarias para encontrarla y regresarla a casa.

PALABRAS CLAVES:

Arnés, GPS, GSM, App móvil, Rastreo, Mascota

ABSTRACT:

In order to solve the problems caused by the loss of pets, a tracking system was developed, it has a harness in which there is a positioning system and an application; this application would be able to display the location of the lost pet, also it has two options of tracking and one for request the location. Make the harness design was necessary because there are harnesses for walks but not for hold a device; the GPS

KEYWORDS	<p>accuracy is about 2.5 m, it is very acceptable for the device size and to fulfill its role, taking into account that is in a box and the system accuracy increases up to 8m around, despite of this, it is very acceptable for accomplish its function, the total system weight is 540 g, It doesn't affect the pet abilities and performance, the battery weigh does not alter on the total weight of the device, also using a battery give the system total autonomy for approximately 12 days with low consumption and with a minimum range of almost 22 hours at peak consumption, this ensures a suitable runtime system, allowing to search the pet, being calm and doing the necessary actions to find the pet</p>
	<p>Harness, GPS, GSM, Mobile App, Tracking, Pets</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f:  _____

YÁNEZ LEÓN RICARDO JAVIER

1720673589

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **YÁNEZ LEÓN RICARDO JAVIER**, CI 1720673589 autor del proyecto titulado: **Arnés Canino Monitoreado Por GPS Y Activado Mediante Mensajes GSM** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN MECATRÓNICA** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 22 de agosto de 2016

f: _____



YÁNEZ LEÓN RICARDO JAVIER

1720673589

DECLARACIÓN

Yo **RICARDO JAVIER YANEZ LEON**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

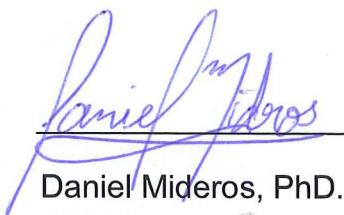


RICARDO YANEZ

C.I. 1720673589

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título "**Arnés canino monitoreado por GPS y activado mediante mensajes GSM**", que, para aspirar al título de **Ingeniero en Mecatrónica** fue desarrollado por **Ricardo Yáñez**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Daniel Mideros, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I.17133277325

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO.	2
2.1. MECANISMOS DE SEGURIDAD CANINOS.....	2
2.1.1. ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.....	2
2.1.1.1. CERCAS ELÉCTRICAS.....	2
2.1.1.2. COLLARES ELÉCTRICOS.....	3
2.1.1.3. SISTEMAS DE RASTREO.....	4
2.2. COMUNICACIÓN INALÁMBRICA.....	10
2.2.1. GSM.....	10
2.2.2. COMUNICACIÓN GSM.....	10
2.2.3. ARQUITECTURA	11
2.2.4. COMANDOS AT.....	14
2.3. SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO.....	15
2.3.1. TIPOS DE SISTEMA DE POSICIONAMIENTO	15
2.3.1.1. GPS	15
2.3.1.2. GLONASS.....	16
2.3.1.3. GALILEO.....	17
2.3.2. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GPS.	18
2.3.3. TRIANGULACIÓN.....	19
2.3.3.1. MÉTODO MATEMÁTICO PARA TRIANGULAR.....	20
2.4. APLICACIÓN MÓVIL.....	21
2.4.1. Herramientas.....	22

2.4.2. Aplicación de seguimiento.....	23
3. METODOLOGÍA	24
3.1. REQUERIMIENTOS	25
3.2. DISEÑO DEL SISTEMA	25
3.3. INTEGRACIÓN DE SISTEMAS.....	27
3.4. GARANTÍA DE LAS PROPIEDADES	27
3.5. MODELADO Y MODELO DE ANÁLISIS	27
4. DISEÑO	28
4.1. SISTEMA DE COMUNICACIÓN.....	28
4.1.1. SISTEMA DE COMUNICACIÓN GSM.....	29
4.1.2. INTERFAZ MICRO-CONTROLADA.....	30
4.2. Sistema de localización.	31
4.2.1. CONFIGURACIÓN GPS.....	31
4.2.2. INTERFAZ MICRO-CONTROLADA GPS	31
4.3. ALIMENTACIÓN.....	33
4.3.1. CORRIENTES.....	33
4.3.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA BATERÍA.....	34
4.4. APLICACIÓN MÓVIL.....	35
4.4.1. Codificación Aplicación móvil.....	36
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	38
5.1. Pruebas de validación	38
5.1.1. Prueba de precisión.....	38
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
Conclusiones.....	40
Recomendaciones.....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Comandos AT para lectura y envío de SMS.....	15
Tabla 2. Características Shield GSM.....	29
Tabla 3 Comando AT de configuración del módulo SIM900.	29
Tabla 4. Características Modulo GY-GPS6MV2.....	31
Tabla 5. Obtención de Datos por medición.	34
Tabla 6. Características de la Batería.	34

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Cerca Eléctrica	3
Figura 2. Collar eléctrico.	4
Figura 3. Dispositivo de rastreo Tagg.	5
Figura 4. Dispositivo Trackimo.	6
Figura 5. Dispositivo TrackR	7
Figura 6. Collar Scout 5000	7
Figura 7. Collar PetTronix	8
Figura 8. Collar Astro 320	9
Figura 9. Collar Garmin Alpha.	9
Figura 10. Arquitectura de GSM	11
Figura 11. Estación Móvil	12
Figura 12. Estación Base	13
Figura 13. Subsistema de Red.	14
Figura 14. Satélite GPS Block IIR-M	16
Figura 15. Satélite GLONASS-M	17
Figura 16. Satélite GALILEO	17
Figura 17. Constelación de Satélites	19
Figura 18. Esquema de triangulación	20
Figura 19. Proceso de triangulación	21
Figura 20. Triangulación tercer satélite	21
Figura 21. Aplicaciones Móviles.	22
Figura 22. Plataformas para desarrollo de aplicaciones móviles.	23
Figura 23. Aplicación móvil de seguimiento.	23
Figura 24. Modelo en V	24
Figura 25. Arquitectura Sistema Arnés Canino	26
Figura 26. Arquitectura Módulo Arnés Canino	26
Figura 27. Flujograma Sistema GPS.....	32
Figura 28. Interfaz de la Aplicación Móvil cuando no realice búsqueda.....	35
Figura 29. Interfaz de la Aplicación Móvil cuando realiza la búsqueda.	36

Figura 30. Flujograma aplicación móvil.....	37
Figura 31. Prueba de precisión realizada al aire libre.....	38
Figura 32. Prueba de precisión realizada cerca de una ventana.....	39
Figura 33. Prueba de ergonomía con la mascota.....	39

RESUMEN

Tomando en cuenta la problemática que causa la pérdida de mascotas, se desarrolló un sistema de rastreo, el cual cuenta con un arnés que contiene el sistema de posicionamiento y una aplicación en la cual se podrá visualizar la ubicación del animal extraviado, dentro de esta aplicación hay dos opciones una de rastreo y otra para solicitar la ubicación, fue necesario el diseño del arnés, ya que en el mercado existen arneses para realizar paseos mas no para alojar el dispositivo, la precisión con la que cuenta el sistema GPS es de alrededor de 2.5 m, la misma que es muy aceptable para el tamaño del dispositivo y la función que va a desarrollar, tomando en cuenta que está dentro de una caja y la precisión del sistema aumenta hasta un máximo de 8m a la redonda, aun así se considera muy aceptable para la función que está desarrollando, el peso total del sistema es de 540 g. Él cual no afectará las funciones y el desenvolvimiento de la mascota, considerando el peso se diseñó para que la batería cumpla con una autonomía suficiente y no afecte en el peso total del dispositivo, la autonomía calculada en un rango máximo de 12 días con bajo consumo y con un rango mínimo de casi 22 horas a su máximo consumo, con esto se garantiza un tiempo idóneo de autonomía del sistema, permitiendo así la búsqueda de la mascota, con la suficiente tranquilidad y poder realizar las acciones necesarias para encontrarla y regresarla a casa.

ABSTRACT

In order to solve the problems caused by the loss of pets, a tracking system was developed, it has a harness in which there is a positioning system and an application; this application would be able to display the location of the lost pet, also it has two options of tracking and one for request the location. Make the harness design was necessary because there are harnesses for walks but not for hold a device; the GPS accuracy is about 2.5 m, it is very acceptable for the device size and to fulfill its role, taking into account that is in a box and the system accuracy increases up to 8m around, despite of this, it is very acceptable for accomplish its function, the total system weight is 540 g, It doesn't affect the pet abilities and performance, the battery weigh does not alter on the total weight of the device, also using a battery give the system total autonomy for approximately 12 days with low consumption and with a minimum range of almost 22 hours at peak consumption, this ensures a suitable runtime system, allowing to search the pet, being calm and doing the necessary actions to find the pet.

1. INTRODUCCIÓN

Frente a la problemática actual por la pérdida de mascotas y el malestar que este ha creado en la ciudadanía, se plantea diseñar un dispositivo que minimice este inconveniente presente en la sociedad, principalmente en lugares de conglomeración de personas con mascotas como parques, al realizar este proyecto se pretende ayudar de alguna manera a la ciudadanía evitando el sufrimiento que representa para la persona y sin duda para la mascota.

Haciendo uso de la tecnología actual lo que se plantea principalmente es diseñar un arnés, el cual contenga un GPS y un sistema de comunicación GSM, que en conjunto sean capaz de proporcionar la ubicación de la mascota en caso de pérdida, y a la vez envíe y la ubicación, la solicitud de búsqueda se la realizó mediante una aplicación móvil diseñada para sistema operativo Android, ya que es el sistema operativo en dispositivos móviles que tiene más acogida en la actualidad, y también con mayor facilidad para el desarrollo de aplicaciones, se realizó este proyecto con la visión de que sea utilizado para nuevas aplicaciones, en donde se requiera la posición del dispositivo rastreador, el desarrollo del proyecto se logró alcanzar planteándose objetivos, y como objetivo general se concertó, desarrollar un arnés para canes, que envíe la posición de las coordenadas GPS mediante el uso de SMS, y sea presentado en una aplicación para dispositivos móviles, para poder lograr este objetivo fue necesario plantearse objetivos específicos los cuales contemplan.

- Diseñar un sistema el cual sea capaz de ubicar una mascota en un radio de 8 m.
- Desarrollar una aplicación móvil la cual pueda proporcionar la trayectoria que sigue la mascota.
- Construir un arnés para canes que se acople al uso diario de la mascota y pueda contener el sistema de ubicación.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. MECANISMOS DE SEGURIDAD CANINOS.

Los mecanismos de seguridad caninos han sido creados para evitar las lamentables pérdidas de las mascotas. Estas herramientas han ido evolucionando a lo largo del tiempo. Al principio eran mecanismos muy básicos pero efectivos que hasta el día de hoy se los utiliza incluso en collares y cadenas, hoy en día existen mecanismos mucho más sofisticados que permiten vigilar a la mascota y en caso de pérdida dar con el lugar de la mascota extraviada.

2.1.1. ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.

Esta clase de dispositivos son utilizados para prevenir la pérdida de una mascota, también son usados para adiestrar y educar a los animales que los utilizan. Existen varios tipos y modelos, los más utilizados por mucho tiempo son las *cercas eléctricas*, son relativamente económicas y sirven para una gran cantidad de animales, a continuación se explica el funcionamiento de los principales mecanismos de seguridad canina.

2.1.1.1. CERCAS ELÉCTRICAS.

Una cerca eléctrica como se muestra en la figura 1, es considerada como un sistema de seguridad perimetral que está formado por un conjunto de cables electrificados, que proporcionan una descarga de alto voltaje y bajo amperaje en intervalos iguales de tiempo, con esto lo que se consigue es que el animal tenga miedo al alambre y cree un instinto de alejarse del alambre. (CERCAR Cercas y Alambres, 2011)

El funcionamiento de una cerca eléctrica es conectar el sistema a tierra, es así que basta tocar cualquier parte de la alambrada para que el circuito se cierre y la cerca descarga el voltaje, de esta manera hace que el animal retroceda y no intente cruzar la cerca. (FullCar, 1995)

En cuanto a daños o peligros para la mascota, las cercas no representan ningún peligro para los animales ya que el efecto producido por los choques

es psicológico y no daña físicamente al animal, en caso de ser necesario que el animal cruce este lo hará y no sufrirá daño alguno. (INSEGSA, 2010)

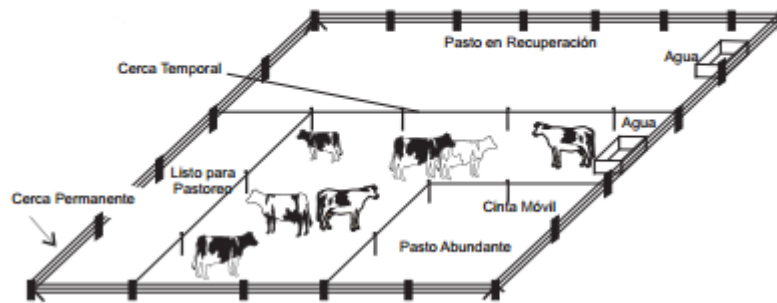


Figura 1. Cerca Eléctrica
(CERCAR Cercas y Alambros, 2011)

En el mercado existen dos tipos de cercos: fijos y móviles, las cercas fijas constan de postes anclados al suelo separados cada dos metros, mientras que las cercas móviles son cercas echas solo con alambre flexible que se las coloca por donde uno crea conveniente. (CERCAR Cercas y Alambros, 2011)

2.1.1.2. COLLARES ELÉCTRICOS.

Un collar eléctrico como se muestra en la figura 2, es un dispositivo utilizado comúnmente para el adiestramiento de mascotas, los autores del artículo Collar eléctrico para el entrenamiento canino explica que, los collares pueden ser considerados crueles y poco humanos, pero también explica que si se los utiliza correctamente se puede obtener grandes resultados con las mascotas, (Dobbs , Dobbs, & Woodyard). El propósito de los collares sería en el caso de estudio, educar al perro para que no se aleje del dueño o de la casa, haciendo entender al perro que si hace una mala acción tendrá un impulso mientras que si realiza lo que se le ordena los impulsos paran, y de esta manera seria una forma de evitar la pérdida de las mascotas.

Existen dos principales tipos de collares eléctricos el de *cercado* y el de *adestramiento*. El de *cercado* consiste en delimitar el área por donde el perro

puede estar mientras que el otro sirve como su nombre lo dice, para adiestrar a la mascota haciendo uso de impulsos eléctricos.



Figura 2. Collar eléctrico.

(Anonimo, Razas de Perros, 2015)

2.1.1.3. SISTEMAS DE RASTREO.

Son dispositivos utilizados para determinar el posicionamiento de personas, animales y cosas, estos dispositivos utilizan GPS (Global Positioning System). En este trabajo se enfocará el uso de esta tecnología para el rastreo de mascotas específicamente perros.

Los dispositivos más comerciales hoy en día son collares y arneses, donde se coloca el dispositivo de rastreo, los dispositivos más comerciales son:

- Tagg GPS Plus.
- TRACKIMO.
- TrackR.
- Scout 5000.
- PetTronix.
- Astro 320
- Alpha Garmin.

Cada uno de los dispositivos mencionados anteriormente tiene sus características:

- **Tagg GPS Plus.** Es un dispositivo de localización y seguimiento que se conecta al collar del perro para hacer un seguimiento del animal donde quiera que este vaya. También permite definir la casa como límite y en caso de salir del perímetro seleccionado, este le informa que la mascota ha salido del cerco establecido. Otra de las características del dispositivo Tagg (figura 3), es que es capaz de informar si la mascota está sintiendo demasiado frío o calor dependiendo la temperatura del ambiente, además de estas funciones tiene una aplicación la cual permite determinar si la mascota esta descansando o está en actividad con esta aplicación se puede prevenir enfermedades que pueda tener la mascota. (Whistle_Labs, 2015)



Figura 3. Dispositivo de rastreo Tagg.

(Whistle_Labs, 2015)

- **TRACKIMO.** Es un dispositivo compacto y ligero (figura 4), con larga duración de batería, cuenta con servicio en todo el mundo sin cargos de Roaming, cuenta con seguimiento en tiempo real en todo el mundo donde exista cobertura GSM, este dispositivo no solo se lo puede utilizar para el rastreo de mascotas también se lo puede colocar en

equipajes, personas, autos y varias cosas más, además este dispositivo cuenta con un software y una aplicación para dispositivos móviles donde se puede visualizar la actividad en tiempo real del módulo también cuenta con el historial de las búsquedas realizadas. (TRACKIMO, 2015)



Figura 4. Dispositivo Trackimo.
(TRACKIMO, 2015)

- **TrackR.** Este módulo cuenta con una aplicación para dispositivos con sistema operativo iPhone y Android, la aplicación TrackR indica la distancia entre los elementos y el usuario, con tan solo presionar un botón se puede hacer sonar el módulo y así encontrar más rápido las cosas que se han extraviado. Si se lo coloca en otro teléfono celular se puede realizar la acción anterior y hacer que suene el teléfono móvil, así este esté en silencio, en caso de una pérdida existe una comunidad de red GPS, esta red funciona cuando otro usuario de TrackR (figura 5), está cerca del módulo extraviado y este genera una posición actualizada en el mapa del GPS. (TrackR, 2015)



Figura 5. Dispositivo TrackR
(TrackR, 2015)

- **Scout 5000.** Este dispositivo cuenta con cobertura GPS, conectividad Wifi y una cámara de 720p figura 6, este dispositivo es capaz de transmitir en directo al dispositivo móvil el video captado por la cámara integrada, este dispositivo esta soportado por Hubble, la plataforma mencionada anteriormente, es un servicio que ofrece conectividad celular mundial sin cargos al consumidor final, esta plataforma soporta conexión de voz por IP, otra de las características más relevantes de este dispositivo es que permite recibir llamadas del dueño de la mascota para reprender o tranquilizar a la mascota. (Pardo, 2015)



Figura 6. Collar Scout 5000
(Pardo, 2015)

- **PetTronix.** Este dispositivo es un collar que se coloca en la mascota (figura 7). Este aparato permite realizar el seguimiento del animal en cualquier entorno, el cual brinda tranquilidad al usuario cuando sabe dónde está el perro sea cual sea el entorno, además se puede visualizar en tiempo real, el receptor cuenta con dos pantallas una básica y una pantalla avanzada de seguimiento esta se activa según las necesidades del usuario, también realiza geo-cercas, según las tres disponibles, cada una de las opciones se ajusta al entorno donde esté siendo utilizado; como este dispositivo está diseñado para cualquier entorno es totalmente impermeable, además es posible hacer el rastreo de hasta dos perros con el mismo receptor, otra de las ventajas de este dispositivo es, que no necesita pagos mensuales para su funcionamiento, con tan solo hacer la adquisición el dispositivo ya comienza a funcionar. (PetTronix, 2015)



Figura 7. Collar PetTronix

(PetTronix, 2015)

- **Astro 320.** Es el dispositivo de seguimiento para perros deportistas. Este dispositivo (figura 8), cuenta con dos tipos de collares el modelo T5 y T5 mini, y este puede hacer el seguimiento de hasta 10 perros al mismo tiempo hasta 14,5 Km de distancia, es capaz de soportar GPS o GLONASS, también cuenta con una brújula de tres ejes el receptor muestra la ubicación, el estado y la distancia a la que se encuentra el

perro. Los collares T5 y T5 mini entran en modo de conserva de energía cuando llegan al 25% de la batería esto ayuda en caso de pérdida del perro y proporciona más tiempo para poder localizarlo. (Garmin, 2014)



Figura 8. Collar Astro 320
(Garmin, 2014)

- **Alpha Garmin.** El dispositivo Alpha (figura 9) es muy similar al Astro 320 solo que este dispositivo cuenta con un sistema para entrenamiento de la mascota este dispositivo rastrea varios perros a la vez y permite entrenar a cada perro por separado, este receptor necesita de los collares T15 y T15 mini para su funcionamiento este dispositivo soporta GPS y GLONASS. (Garmin, 2014)



Figura 9. Collar Garmin Alpha.
(Garmin, 2014)

2.2. COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

A la comunicación inalámbrica se la puede definir como una comunicación libre de alambres y cables, la cual utiliza el espectro radio eléctrico, que puede realizarse entre dispositivos o entre personas.

2.2.1.GSM

El GSM es un tipo de estándar mundial para la comunicación móvil, el cual no cuenta con un propietario y está en constante evolución y mejoramiento.

Las siglas GSM tienen significan Group Special Mobile en inglés o Grupo Especial Móvil en español, o también es llamado Sistema Global para las comunicaciones Móviles, GSM tiene cuatro bandas principales: GSM-850, GSM-900, GSM-1800 y GSM-1900, las bandas más utilizadas a nivel mundial son la GSM-850 y GSM-1900 MHz, las bandas GSM-900 y Gsm-1800 son ocupadas principalmente para la milicia en Estados Unidos. (Velasco Martos, 2006)

En años posteriores la tecnología GSM evoluciona y aparece la tecnología 2G, 3G y 4G, las cuales han tenido avances entre generación y generación.

La principal característica de la segunda generación o 2G es que hace un cambio de protocolo análogo a digital. Pasando a la tercera generación o 3G, en esta tecnología se puede realizar video llamadas, y comunicación por mensajería instantánea, que básicamente es la verdadera comunicación móvil. Y por último la tecnología de cuarta generación o 4G, con esta tecnología lo que promete es una mayor velocidad de comunicación, mayor nitidez de las llamadas, pero hay que recordar que esta tecnología solo puede ser utilizada con smartphones 4G. (Sifuentes Samaniego, 2012)

2.2.2.COMUNICACIÓN GSM

Es un estándar de comunicación utilizado para la telefonía móvil, que ha tenido una gran aceptación y hoy es el estándar de comunicación más

utilizado, ya que ha tenido una evolución muy aceptada por los usuarios de telefonía móvil.

2.2.3.ARQUITECTURA

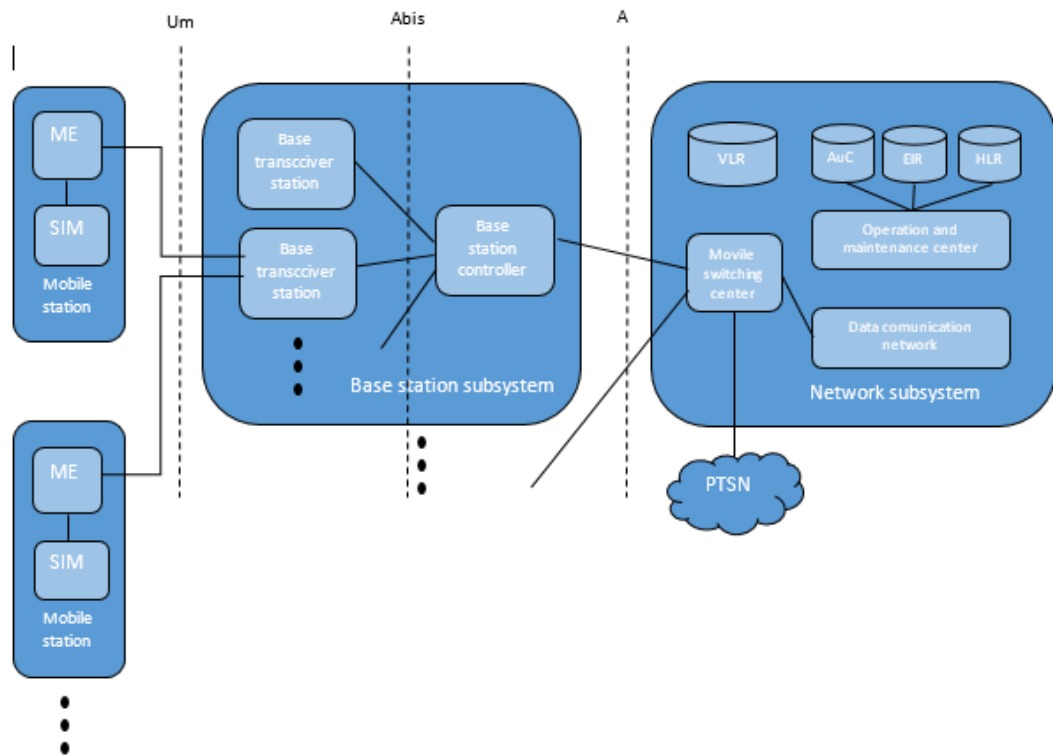


Figura 10. Arquitectura de GSM
(Nicola, 2004)

Para hacer uso de esta red y facilidad del usuario cuenta con estándares, estos permiten que el usuario elija un equipo en cualquier operadora, (Nicola, 2004). A la arquitectura GSM se la puede dividir en tres estaciones: Estación Móvil, Estación Base y Subsistema de red. En la figura 10 se explica el funcionamiento y partes principales de la estación móvil.

- **Estación móvil (MS).**

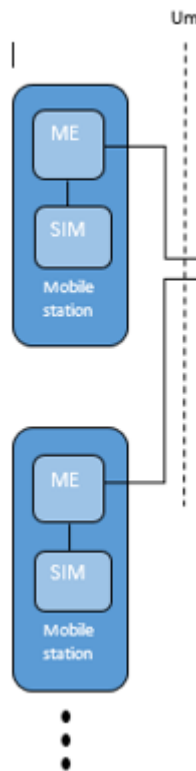


Figura 11. Estación Móvil
(Nicola, 2004)

En la estación móvil, se divide en dos módulos (figura 11):

- **ME** (Mobile Equipment): Está identificado por el IMEI (International Mobile Equipment Identity), puede trabajar con Dual band, GSM 900 y DCS 1800/PCS 1900, también puede operar en Dual mode, esto permite conectarse a redes de tecnología distinta como GSM y DECT. (Nicola, 2004)
- **SIM** (Subscriber Identity Module): es el identificador de usuario, este contiene:
 - Identificador de usuario IMSI (International Mobile Subscriber Identity).
 - Claves para criptografía.
 - Agenda de usuario.
 - SMSs recibidos y guardados por el usuario.

- Contraseña para restringir el uso del SIM.

- **Estación Base (BSS)**

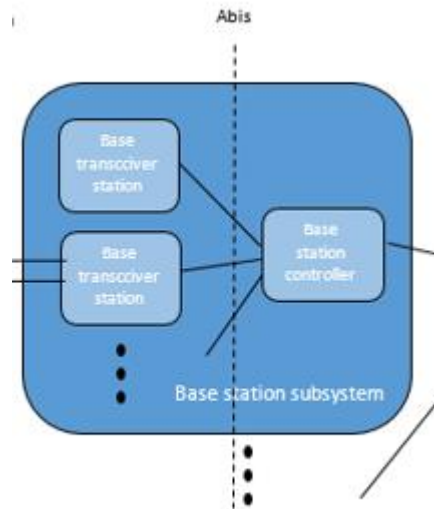


Figura 12. Estación Base
(Nicola, 2004)

- Esta estación controla la interface de radio y se divide en:
 - **BTS** (Base Transceiver Station), existen una o más por BSS figura 12, estas contienen los transmisores y receptores que sirven a una celda, las BTS tienen las siguientes funciones.
 - Gestión de diversidad de antenas.
 - Control dinámico de Potencia.
 - Gestión de algoritmos de clave.
 - Monitorización de la conexión.
 - **BSC** (Base Station Controller), controla los recursos de radio para las BTS que estén conectadas.

- **Subsistema de Red (NSS)**

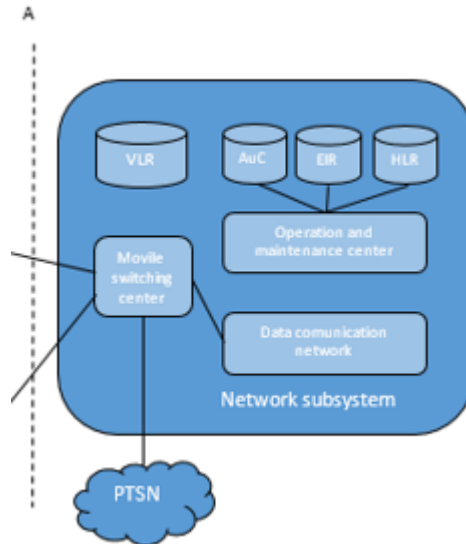


Figura 13. Subsistema de Red.

(Nicola, 2004)

- Aprueba la interconexión entre BSS y con otras redes públicas.
- Implementa las funciones de base de datos necesaria para:
 - o Identificar el usuario y terminales.
 - o Localización de los terminales y conducción de llamadas.
- Está formado por figura 13.
 - o MSC (Mobile Switching Center).
 - o HLR (Home Location Register).
 - o VLR (Visitor Location Register).
 - o AuC (Authentication Center).
 - o EIR (Equipment Identity Register).
 - o OMC (Operation and Maintenance Center).”

2.2.4.COMANDOS AT

Para controlar el sistema GSM a través de la interfaz de usuario, se desarrollaron comandos llamados Hayes o AT, estos comandos han sido tan utilizados que prácticamente son considerados como un estándar en

comunicaciones, una de las características de estos comandos es que siempre que se los menciona o utiliza se debe comenzar por AT.

Existen dos tipos principales de comandos AT. Comandos que ejecutan acciones inmediatas y comandos que cambian algún parámetro en el modem.

Dentro de todo el paquete de comandos AT existentes, se mencionara los principales para la comunicación mediante SMS. Como son los de envío y recepción como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Comandos AT para lectura y envío de SMS.

Comando AT	Función
AT+CMGR	Leer un mensaje almacenado.
AT+CMGS	Enviar un mensaje.

2.3. SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO

Un sistema de posicionamiento es un dispositivo capaz de ubicar las coordenadas o el lugar donde se encuentra el objetivo a identificar, estos están compuestos de varios elementos para su funcionamiento, como transmisor, un receptor y muchas centrales repetidoras de señal.

2.3.1. TIPOS DE SISTEMA DE POSICIONAMIENTO

A lo largo del tiempo se han creado varios sistemas de posicionamiento muchos de ellos creados para la guerra y hoy por hoy son utilizados para uso civil, tal es el caso del sistema GPS.

2.3.1.1. GPS

El sistema de posicionamiento global (GPS) figura 14. Cuenta con una constelación de satélites, 21 de ellos en operación y 3 de repuesto en caso de que uno de los 21 falle, los satélites en funcionamiento están ubicados en seis planos orbitales, en orbitas casi circulares a una altitud de 20200 Km sobre la superficie de la tierra con una inclinación de 55 grados con respecto a la línea Ecuatorial y con periodos orbitales de aproximadamente 11 horas 58 minutos. (Bernhard Hofmann Wellenhof, 2008)

El sistema realiza la obtención de coordenadas mediante la determinación sincrónica de las distancias hacia cuatro satélites como mínimo de coordenadas conocidas. La obtención de estas distancias se realiza a partir de señales emitidas por los satélites, las cuales son acogidas por receptores diseñados específicamente para ese propósito. (Huerta, Mangiaterra, & Noguera, 2005)



Figura 14. Satélite GPS Block IIR-M
(Kaplan & Hegarty, 2006)

2.3.1.2. GLONASS

El Sistema de navegación global por satélite GLONASS (figura15) por sus siglas en inglés (GLObal NAVigation Satellite System) o su pronunciación en ruso (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema), este sistema cuenta con 24 satélites distribuidos en 3 orbitas y separados por 120 grados de la línea equinoccial, la altitud de funcionamiento de este sistema es de 19130 Km. Sobre la superficie de la tierra, cuenta con periodo orbital de 11:15:44 que equivale a un 8/17 de un día sideral. (W. Lewandowski, 1996)



Figura 15. Satélite GLONASS-M
(Kaplan & Hegarty, 2006)

2.3.1.3. GALILEO

El sistema de posicionamiento GALILEO figura 16, es una iniciativa europea, se puso en funcionamiento por primera vez en el 2004, este sistema proporciona un servicio de posicionamiento de alta precisión pese a que está bajo control civil. (VEJRAZKA, 2007)

Este sistema será capaz de proporcionar servicios de navegación y posicionamiento autónomos, a la vez será capaz de actuar con los otros sistemas de navegación, como el GPS y GLONASS.

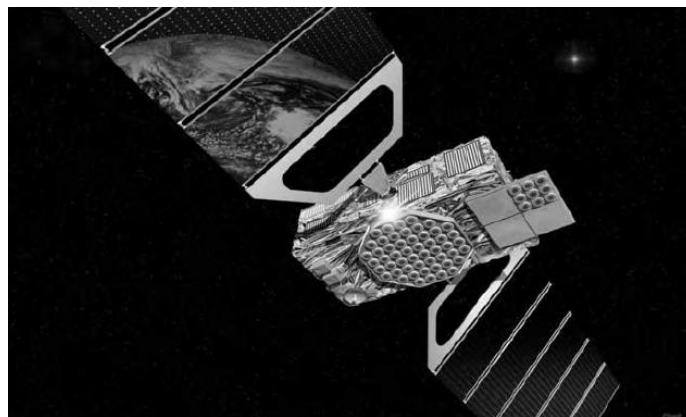


Figura 16. Satélite GALILEO
(Kaplan & Hegarty, 2006)

2.3.2. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GPS.

El GPS por sus siglas en inglés (Global Positioning System) nace en los años 60's por parte del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, la NASA y el Departamento de Transporte de los Estados Unidos de América, estas agencias y departamentos estaban interesados en determinar el posicionamiento en tres dimensiones, en sus principios el GPS era netamente militar, a partir de los años 80's el gobierno de los Estados Unidos dio acceso al sistema de navegación a la población civil. (Kaplan & Hegarty, 2006)

La red de satélites del sistema GPS figura 17, cuenta con 24 satélites dispuestos en 6 planos orbitales y con 4 satélites por plano, actualmente son 29 satélites algunos de ellos están desactivados en caso de fallar alguno de la red de satélites en órbita, también cuenta con bases de monitoreo y control en tierra, estas bases están encargadas de monitorear el estado y condiciones de los satélites. Una vez en funcionamiento los satélites, una serie de parámetros de información llega al receptor como por ejemplo: (Huerta, Mangiaterra, & Noguera, 2005)

- Satélites Localizados
- Satélites en seguimiento
- Intensidad de las señales recibidas
- Condición de cada satélite en seguimiento
- Posición:
 - o Longitud
 - o Latitud
 - o Altitud
- Calidad de la geometría de observación.



Figura 17. Constelación de Satélites
(Urrutia, 2006)

2.3.3. TRIANGULACIÓN.

La triangulación consiste en realizar mediciones para determinar la posición de un objeto que contenga un receptor GPS figura 18, el procedimiento a realizar resulta ser muy exacto ya que como mínimo utiliza tres satélites para efectuar la medición.

El principio es establecer a los satélites como puntos de referencia, para la determinación de una posición en la Tierra, estos tendrán una espacio de cobertura la cual estará conteniendo a la Tierra, con esto se sabe que el receptor está dentro del espacio que ocupa la esfera imaginaria realizada por el satélite, para obtener una posición es necesario hacer uso de otro satélite, el cual tendrá su espacio de cobertura, este satélite cruzara e intersecara a la otra esfera del primer satélite de esta manera ya se tiene un espacio más reducido de donde puede estar situado nuestro receptor, pero para tener una mayor precisión es necesario utilizar un tercer satélite, de esta manera este satélite intersecará a las otras dos esferas y se obtendrá la posición del receptor GPS. (Gutovnik, 1999)



Figura 18. Esquema de triangulación
(Gutovnik, 1999)

2.3.3.1. MÉTODO MATEMÁTICO PARA TRIANGULAR

El método que básicamente se utiliza es el de movimiento rectilíneo uniforme, ya que se tiene las distancias de los satélites a la tierra y la velocidad de las ondas de radio que emiten los satélites, de esta manera queda calcular el tiempo que tarda las ondas de radio en llegar al receptor. (García Pérez, 2013)

Para realizar la triangulación se consideran los siguientes parámetros:

- Ubicación de los 4 Satélites (S1, S2, S3, S4).
- Distancias de los satélites al punto a ser hallado (d1, d2, d3, d4).
- Punto a ser hallado (P0).

Cuando la antena GPS hace la solicitud de posición a los satélites, esta envía una señal de radio al primer satélite y genera una esfera imaginaria con coordenadas S1 (x1, y1, z1) y un radio d1 figura 19, tomando en cuenta que el punto a ser hallado está dentro de la esfera generada. El siguiente proceso es enviar una segunda señal al segundo satélite desde la antena GPS, este segundo satélite traza una segunda esfera con coordenadas S2 (x2, y2, z2) y con radio d2, teniendo así un círculo que contiene al punto buscado como se muestra en la figura 19. (García Pérez, 2013)

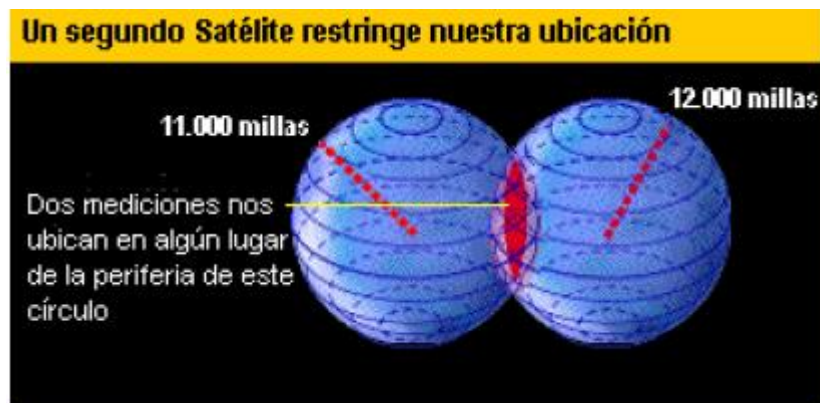


Figura 19. Proceso de triangulación

(García Pérez, 2013)

Para reducir las posiciones posibles se hace una tercera solicitud a un tercer satélite por parte de la antena GPS figura 20, de esta manera se obtiene dos puntos posibles donde se puede encontrar el punto buscado P0, gracias a la intersección que se produce con la tercera esfera generada por el satélite. (García Pérez, 2013)

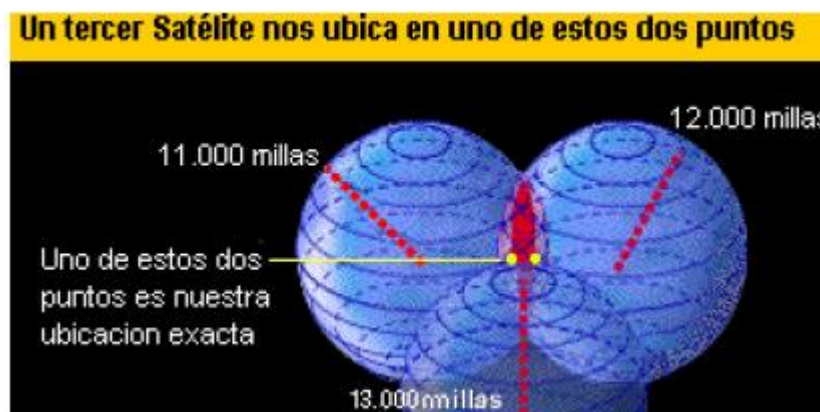


Figura 20. Triangulación tercer satélite

(García Pérez, 2013)

2.4. APLICACIÓN MÓVIL

Las aplicaciones móviles son software que se puede acceder directamente desde un dispositivo móvil figura 21, como son los celulares, Tablet, etc. Siempre y cuando estos sean Smart y cuenten con un sistema operativo que los pueda ejecutar. Existen varios tipos de aplicaciones móviles, desde aplicaciones para entrenamiento hasta aplicaciones para las finanzas, para la

realización de este proyecto se enfocará en las aplicaciones de transporte y navegación. (Alertaenlinea, 2011)



Figura 21. Aplicaciones Móviles.

(Eitb.eus, 2013)

2.4.1. Herramientas

Para el desarrollo de aplicaciones móviles existen un sin número de herramientas y plataformas en donde se puede desarrollar figura 22, existen unas muy amigables con el desarrollador, pero a su vez tienen un costo por uso anual, como también existen las que no tienen costo alguno, pero como desventaja que se puede mencionar es los recursos para el desarrollo, los cuales hacen más complicado el diseño de la App. Como herramientas se puede mencionar a: Alfa Anywhere, App Press, Salesforce1, etc. Y como herramientas que tienen un costo, y como herramientas gratuitas se tiene a: Appinventor 2, Xamarin, Java, etc.



Figura 22. Plataformas para desarrollo de aplicaciones móviles.
(Megatrends, 2012)

2.4.2. Aplicación de seguimiento.

Una aplicación de seguimiento cuenta con una característica básica, que consiste en mostrar la posición del dispositivo haciendo uso del GPS integrado en el móvil figura 23.

Para lograr el desarrollo de una aplicación con estas características es necesario hacer uso de los recursos y sensores que cuenta el dispositivo móvil, así como una plataforma que permita efectuar la aplicación.

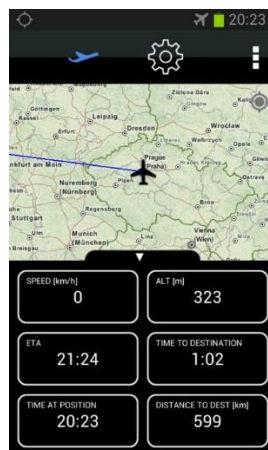


Figura 23. Aplicación móvil de seguimiento.
(Calvo, 2014)

3. METODOLOGÍA

La metodología utilizada fue la propuesta por la Asociación de Ingenieros Alemanes llamada modelo en V. La cual como se muestra en figura 24, describe procesos generales para el diseño de sistemas Mecatrónicos.

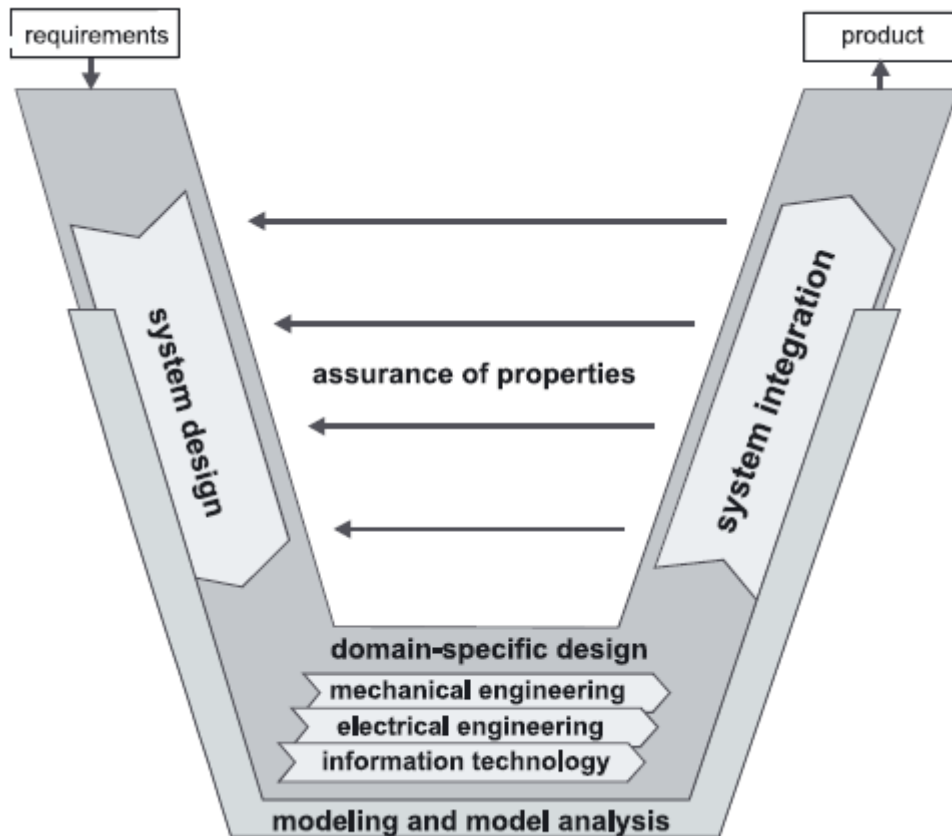


Figura 24. Modelo en V
(INGENIEURE, 2004)

Como primer paso para desarrollar un proyecto utilizando la metodología en V, se tiene que definir los requerimientos del sistema o definir el problema, a continuación se propone dar una solución que satisfaga los requisitos, el sistema principal debe dividirse en sub-sistemas, en este paso se debe dar interpretaciones más detalladas y los cálculos necesarios para mejorar el desempeño de cada sub-sistema como puede ser diseños mecánicos, eléctricos, electrónicos. El paso que sigue es realizar una integración de sistemas, en el cual se presenta una posible solución al problema planteado, realizado este paso se puede ir verificando lo que se ha realizado e ir corrigiendo si fuese el caso, esto es lo que caracteriza a esta metodología, el

siguiente paso brinda una ayuda al desarrollo del proyecto, realizando un modelado y modelo de análisis utilizando herramientas de diseño y simulación computarizadas y como resultado se obtiene el producto o proyecto propuesto, cumpliendo los objetivos planteados en los requerimientos del proyecto o producto. (INGENIEURE, 2004)

Desarrollo del modelo de metodología en V para el para un **Arnés canino monitoreado por GPS y activado mediante mensajes GSM**, para el trabajo de titulación.

3.1. REQUERIMIENTOS

El siguiente proyecto es un arnés canino que constará de un módulo GPS y GSM acoplados a dicho arnés, la característica principal de este dispositivo será la activación mediante mensajes de texto (SMS), este también podrá ser utilizado para realizar paseos con el dueño de la mascota, se procurará sea ergonómico para el animal, evitando pesos excesivos para que pueda ser utilizado por las mascotas todo el tiempo. Para facilitar al usuario del dispositivo se mostrará la ubicación del sistema en una aplicación para dispositivos móviles, en esta aplicación se podrá ver la posición de la mascota cuando se desee y también se podrá activar la opción de pérdida, donde mostrará continuamente la posición de la mascota. Para garantizar su uso se prestará atención en la durabilidad de la batería, también se debe verificar que sea resistente al agua.

3.2. DISEÑO DEL SISTEMA

Para el diseño del proyecto se lo considerará en dos partes físicas, la primera será un dispositivo móvil el cual contendrá la aplicación de rastreo como se puede ver en la figura 25, se buscará una plataforma para desarrollar la aplicación donde sea capaz de mostrar la posición, si se quiere saber dónde se encuentra la mascota o se podrá activar la opción de rastreo.

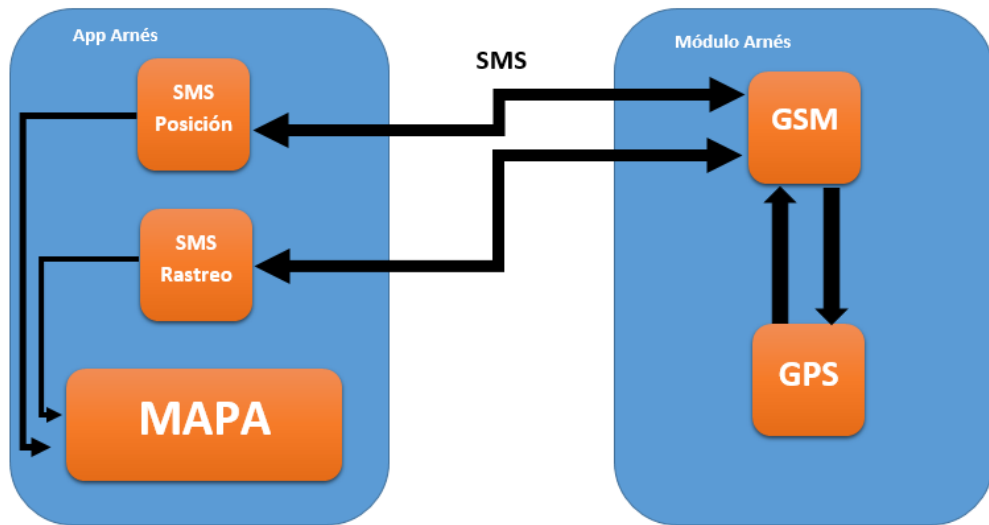


Figura 25. Arquitectura Sistema Arnés Canino

La segunda parte física, el módulo que se colocará en la mascota, se lo dividirá en dos sub-sistemas como se puede apreciar en la figura 26, uno que estará encargado del GPS, en este sub-sistema se procurara obtener las coordenadas que proporcione el módulo, además tenerlas disponibles para que puedan ser utilizadas, en el sub-sistema encargado del módulo GSM, se procurará realizar la comunicación entre el arnés y el dispositivo móvil, también se realizará una estructura contenedora, aquí se hará el diseño necesario para que la estructura sea resistente y se acople al arnés.

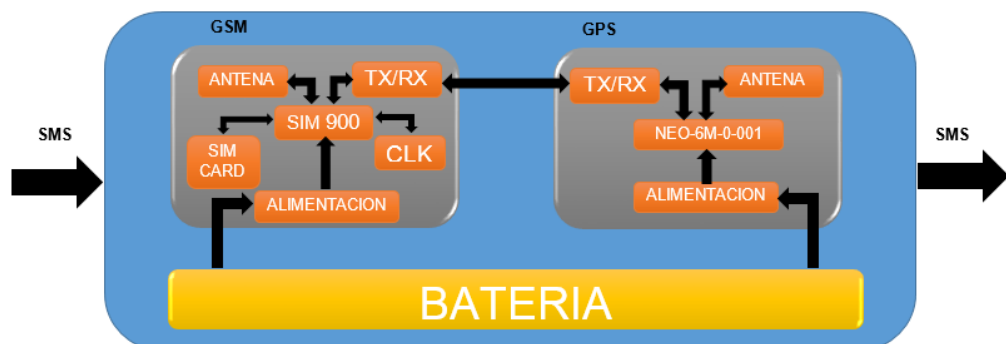


Figura 26. Arquitectura Módulo Arnés Canino

3.3. INTEGRACIÓN DE SISTEMAS

Una vez se obtenga los objetivos planteados para cada sub-sistema, como el sub-sistema GPS y el sub-sistema GSM se procede a integrar toda la información proporcionada por los distintos módulos para poder enviarlos al dispositivo móvil y recibirlo por la aplicación diseñada, así se obtendrá el sistema **Arnés canino monitoreado por GPS y activado mediante mensajes GSM.**

3.4. GARANTÍA DE LAS PROPIEDADES

En este paso se procederá a realizar el protocolo de pruebas, para este proyecto se realizará las pruebas de interferencia entre los módulos GPS y GSM, el procedimiento será realizar pruebas por separado y luego en un solo conjunto, también se realizara un protocolo de pruebas para la durabilidad de la batería, para realizar esta prueba se realizaran los cálculos respectivos y con este parámetro se realizara las pruebas de durabilidad.

3.5. MODELADO Y MODELO DE ANÁLISIS

En la realización de modelado se ocupará varios software uno para comprobar el funcionamiento del GPS, otro será un emulador de dispositivos móviles en donde se probará la aplicación realizada para el dispositivo móvil.

4. DISEÑO

El propósito de este proyecto es evitar las pérdidas de mascotas, que ocurren en las ciudades, principalmente en parques donde se realizan paseos. Haciendo uso de la tecnología y los conocimientos adquiridos, se diseñó un dispositivo capaz de identificar la posición de la mascota, para de esta manera minimizar las pérdidas de mascotas. Este conjunto cuenta de un arnés para el perro el cual contiene un dispositivo que muestra la ubicación, la otra parte del conjunto es una aplicación móvil donde se muestra la ubicación. En el diseño de este proyecto se fue desarrollando conforme se planteó en el anterior capítulo, el primer tema a ser tratado será el envío y recepción de SMS con el módulo SIM-900 GSM, se utilizará este módulo por tener las características necesarias para realizar el proyecto, y también por ser compatible con el procesador Atmega328P, por sus características de procesamiento y obtención de datos se usará este microprocesador, al tener estos datos se procederá a obtener las coordenadas del módulo GPS GY-GPS6MV2, el cual cuenta con los parámetros necesarios, como su reducido tamaño y una precisión que oscila alrededor de los 2.5 m. Para integrar estos dos módulos y poder enviar las coordenadas al dispositivo móvil, es necesario realizar un programa que utilice los datos proporcionados por el GPS y utilizarlos para que se envíen mediante SMS, con un dispositivo con sistema operativo Android lo siguiente a realizar será la aplicación, para que el dispositivo móvil presente la ubicación del sistema de rastreo.

4.1. SISTEMA DE COMUNICACIÓN

Para el desarrollo del sistema de comunicación se utiliza comunicación GSM, por la cobertura y la fiabilidad que proporciona esta red dentro de la ciudad, además del sencillo mantenimiento que este servicio requiere, el módulo a ser utilizado es el GPRS Shield v2.0b. Este módulo cuenta con las siguientes características tabla 2.

Tabla 2. Características Shield GSM

<i>Características</i>	<i>Descripción</i>
Compatibilidad	Arduino uno / Arduino Mega
Selección de puerto serial	Hardware serial / software serial
Apoyo Quad band	850/900/1800/1900 MHz.
Soporte en protocolos	TCP / UDP
Control del módulo	Comandos AT (SIMCOM)
Ranura de tarjeta SIM	Externa
Consumo energético	1.5 mA. (modo espera)
Conector Batería	3 v. (CR1220)
Voltaje máximo soportado	12 v.

4.1.1. SISTEMA DE COMUNICACIÓN GSM

El sistema de comunicación GSM fue diseñado de tal manera que al recibir un mensaje de texto (SMS), este procede a establecer una comunicación con el dispositivo móvil respondiendo a las solicitudes que este haga, para poder realizar esta acción fue necesario realizar una configuración del módulo SIM900.

El proceso de configuración del módulo SIM900 fue mediante el uso de comandos AT, los comandos utilizados fueron los mostrados en la tabla 3.

Tabla 3 Comando AT de configuración del módulo SIM900.

Comando AT	Función del comando
AT+CMGF	Configura formato del mensaje SMS
AT+CMGD	Configuración eliminación de SMS
AT+CNMI	Indicaciones para nuevo mensaje SMS
AT+CMGS	Configuración envió de mensajes.

Fuente: (SIMCom, 2010)

4.1.2. INTERFAZ MICRO-CONTROLADA.

El desarrollo del código necesario para el funcionamiento fue realizado utilizando las librerías que proporciona el fabricante de la placa para la plataforma Arduino. Para la explicación del software que se desarrolló se lo presenta mediante el flujograma de la figura 27.

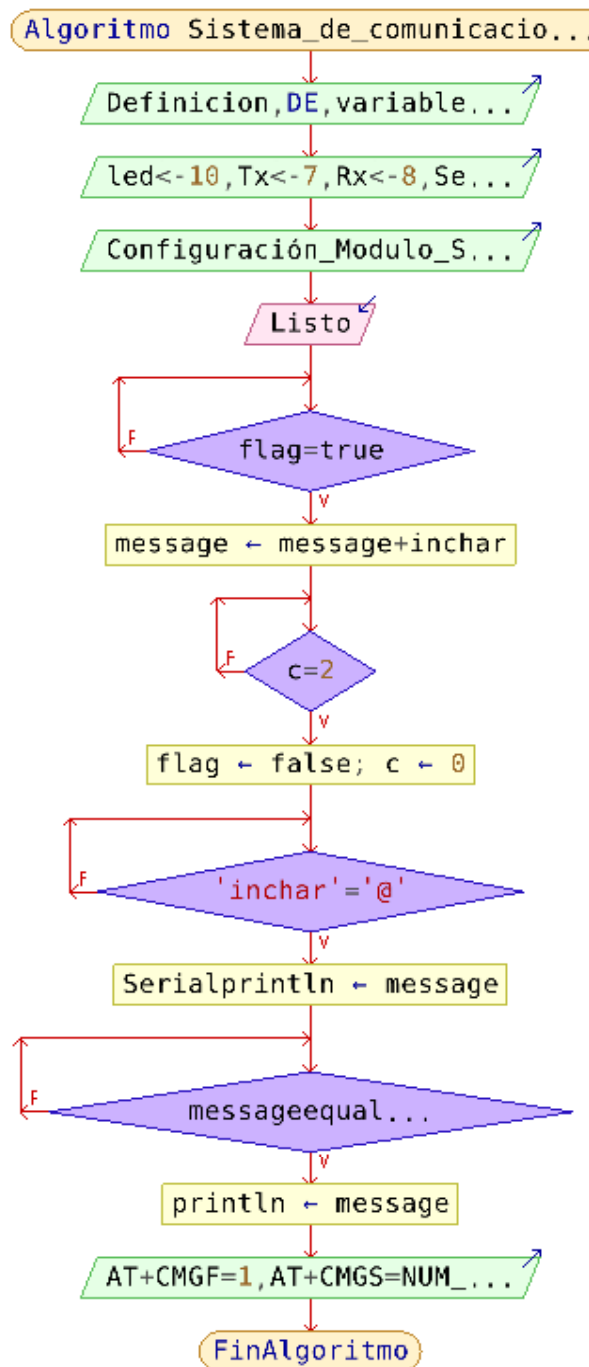


Figura 27. Flujo grama del sistema de comunicación GSM

4.2. Sistema de localización.

El sistema de localización se lo realizó utilizando el módulo GPS GY-GPS6MV2, por la compatibilidad y el pequeño diseño que este módulo cuenta, además de las facilidades que esta presta para la realización del proyecto, ya que con este módulo se puede obtener las coordenadas legibles para el usuario y no cifradas como la mayoría de módulos cuentan, en la tabla 4 se presenta las principales características de este módulo.

Tabla 4. Características Modulo GY-GPS6MV2.

Características	Descripción
Voltaje requerido	2.7 - 3.6 V.
Interfaces	UART/ USB/ SPI/ DDC
Consumo energético	50 mA.
Precisión	2.5 m
Antena	Externa

4.2.1. CONFIGURACIÓN GPS.

La configuración que se realizó en el módulo fue a la velocidad de comunicación a la que este debe trabajar, la cual está dada por el fabricante y recomienda utilizar en 115200 baudios. Esta configuración se realizó a nivel de software.

4.2.2. INTERFAZ MICRO-CONTROLADA GPS

El desarrollo del software necesario para el funcionamiento y la obtención de las coordenadas se lo realizó haciendo uso de la librería proporcionada por el fabricante de la placa, para explicar el funcionamiento del programa realizado se lo presenta mediante el flujograma de la figura 28.

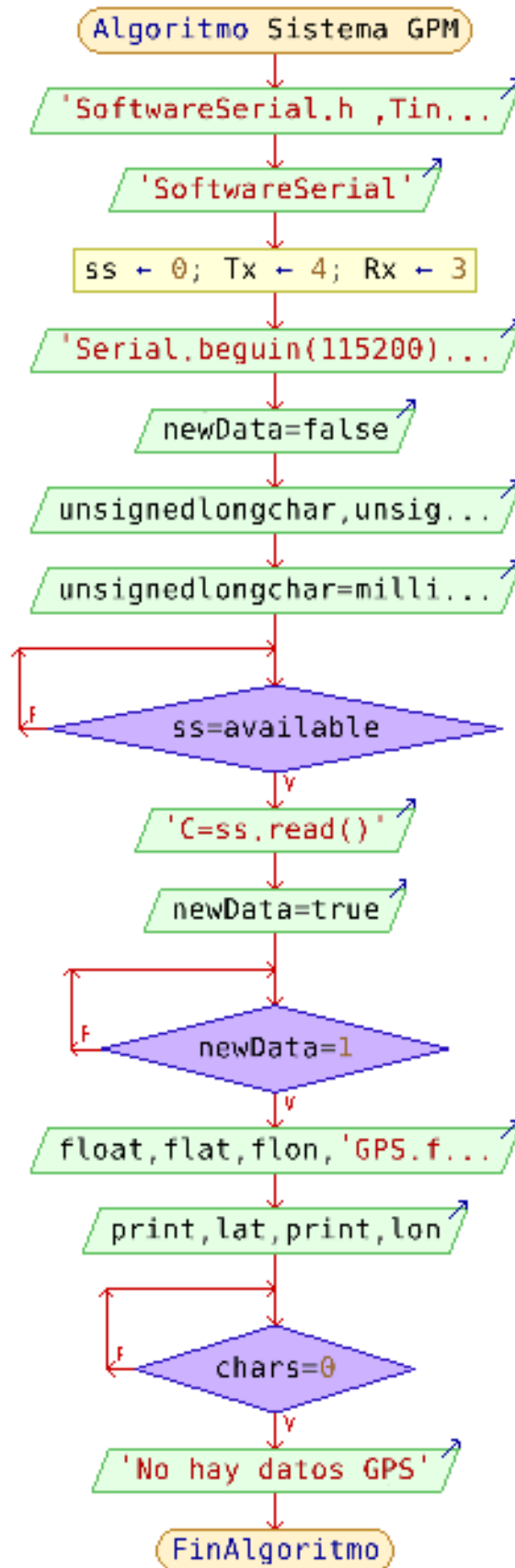


Figura 27. Flujograma Sistema GPS.

4.3. ALIMENTACIÓN.

La alimentación para el módulo Arnés Canino es proporcionada por una batería LiPo. Se eligió este tipo de batería por la capacidad y el reducido peso que estas baterías tienen. La batería recomendada para el sistema es una de tipo S2 la cual proporciona un voltaje de 7.4V, la batería mencionada está en capacidad de alimentar al sistema, para determinar la corriente de la batería fueron necesarios algunos cálculos de consumo de corrientes de los módulos utilizados.

4.3.1. CORRIENTES.

El cálculo de corrientes se lo realizó de dos formas, utilizando los datos proporcionados por el Datasheet de cada módulo que se la llamará simplemente método 1 y realizando una medición directamente en cada módulo que se la llamará método 2, de esta manera se compara los datos obtenidos tabla 5, y se busca la mejor opción para la batería.

Método 1

Datos módulo GSM

$$V = 5v.$$

$$I = 1.5mA.$$

Datos modulo GPS

$$V = 3v.$$

$$I_{\max} = 50mA.$$

$$I_{\min} = 10mA.$$

Datos tarjeta Atmega328.

$$V = 5v$$

$$I_{\max} = 40mA.$$

$$I_{\min} = 20mA.$$

Cálculos

$$I_T = I_{GSM} + I_{GPS} + I_{ARD}$$

$$I_T = 1.5mA + 50mA + 40mA$$

$$I_T = 91.5mA$$

$$I_{Tmin} = I_{GSM} + I_{GPS} + I_{ARD}$$

$$I_T = 1.5mA + 10mA + 20mA$$

$$I_T = 31.5mA$$

Método 2

Tabla 5. Obtención de Datos por medición.

Corrientes	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	Prom
Corriente(mA) GSM = off	2.99	2.98	3	3.05	3.02	2.92	2.95	2.98	3.04	3.11	3.01
Corriente(mA) GSM = on	6.84	5.85	5.43	6.4	5.66	5.57	5.75	5.64	5.73	5.89	5.98
Corriente(mA) envió y recepción	6.7	6.8	7	7.13	6.75	6.97	7.29	6.26	7	6.98	6.89

4.3.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA BATERÍA.

En base a los datos obtenidos y las baterías presentes en el mercado se usó una batería LiPo tipo 2s, la cual cuenta con características necesarias para realizar las acciones que requiere el sistema tabla 6.

Tabla 6. Características de la Batería.

Características	
Capacidad	2000 mAh.
Configuración	2 S
Voltaje	7.4 V
Descarga	25c
Peso	
Longitud	80 mm

Ancho	30mm
Espesor	

El tiempo estimado de funcionamiento se calcula en base en base a la capacidad de la batería y la corriente consumida.

$$t_{on} = \frac{mAh}{mA}$$

$$t_{on} = \frac{2000mAh}{6.89mA}$$

$$t_{on} = 290.28h$$

4.4. APLICACIÓN MÓVIL.

El desarrollo de la aplicación se hizo en Apache Cordova, por reunir las herramientas necesarias para la elaboración de la aplicación, el funcionamiento de la aplicación comienza cuando el botón para que realice la búsqueda está en modo Off figura 29.



Figura 28. Interfaz de la Aplicación Móvil cuando no realice búsqueda.

Para iniciar la búsqueda el botón de Tracking debe pasar a modo On figura 30, y así de esta manera se comienza a presentar en el mapa la posición del dispositivo, esta búsqueda terminara cuando se regrese al modo Off.



Figura 29. Interfaz de la Aplicación Móvil cuando realiza la búsqueda.

El tercer botón al ser presionado muestra por una sola vez la posición del sistema y lo presenta en el mapa, esta opción es para saber dónde se encuentra el sistema.

4.4.1. Codificación Aplicación móvil.

Para explicar el desarrollo de la aplicación se hizo uso de un flujograma figura 30, en el cual está los plugin utilizados para el desarrollo de la aplicación y la lógica utilizada para que la aplicación fusione.

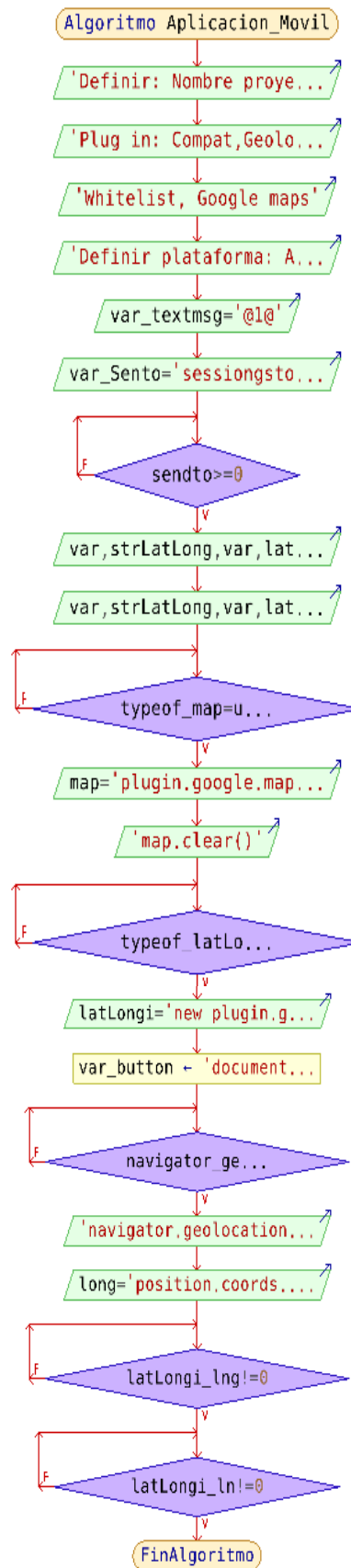


Figura 30. Flujograma aplicación móvil.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se muestra los resultados obtenidos luego de la investigación y desarrollo del sistema de rastreo desarrollado para canes.

5.1. Pruebas de validación

Las pruebas realizadas miden los parámetros planteados en los objetivos para de esta manera determinar si se los pudo alcanzar o no.

5.1.1. Prueba de precisión

Para la realización de esta prueba se la efectuó en varios ambientes, como al aire libre, cerca de una ventana o puerta y al interior de una edificación, para realizar esta prueba la aplicación estaba programada para que envíe las coordenadas cada treinta segundos, con esto se busca probar que tan cerca de él están las coordenadas del dispositivo, para así poder determinar si el sistema cumple o no con lo planteado.

La prueba realizada al aire libre se lo hizo en un jardín de una casa, donde se colocaba el dispositivo en un lugar y se veía que tan próximo estaba del marcador del sistema figura 31, así colocando en varios lugares para ver cuál era el comportamiento del sistema de rastreo.

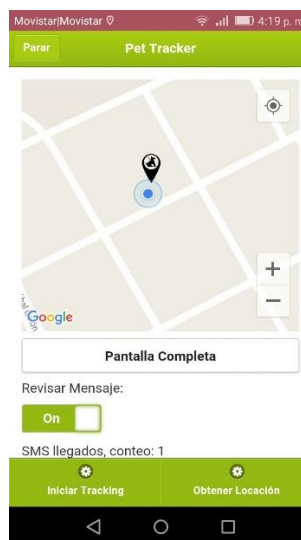


Figura 31. Prueba de precisión realizada al aire libre.

La segunda prueba fue cuando se lo realizo cerca de una ventana, esta prueba fue realizada en el momento del desarrollo del sistema, donde se iba realizando el programa y probando como salían los resultados de dicho

programa ahí se podía visualizar cómo cambiaba la posición del marcador figura 32.

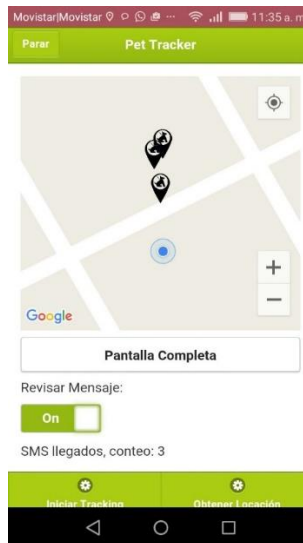


Figura 32. Prueba de precisión realizada cerca de una ventana

La última prueba fue realizada dentro de una edificación los resultados obtenidos sorprendieron, debido a que no se logró tener respuesta por parte del sistema.

5.1.2. Prueba de Ergonomía

Para la realización de esta prueba lo que hizo es una estudio de observación y criterio propio, para efectuar la misma se colocó el arnés en la mascota y se la dejó puesta, al cabo de un tiempo se iba monitoreando a ver cómo responde el animal figura 33.



Figura 33. Prueba de ergonomía con la mascota.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

Conforme a los objetivos planteados el arnés canino cumple con lo que se estableció al comienzo de la investigación, en cuanto a la ubicación y precisión el dispositivo efectúa los parámetros establecidos, siempre y cuando estén las condiciones en las que se realizó las pruebas ya que al ingresar a una edificación el sistema pierde la capacidad de ubicación, y cuando esta al aire libre el perímetro máximo de búsqueda no sobrepasa los 8 metros de radio que se planteó.

En cuanto a la comunicación es muy confiable dentro de la ciudad, ya que hoy por hoy la telefonía móvil tiene una cobertura bastante extendida en el territorio ecuatoriano, debido a esto se logró cumplir con lo planteado en la realización del sistema de comunicación basado en mensajes de texto, el inconveniente que se presenta en este método de realizar la comunicación, es que se cuenta con una cantidad limitada de mensajes de texto, lo cual imposibilita hacer un rastreo continuo o por tiempo ilimitado, este problema se encuentra en algunas operadoras que funcionan dentro del país.

Por último tomando en cuenta a la mascota y su comodidad, se diseñó un arnés que cumple con las necesidades para adaptarse y no intervenir en el desenvolvimiento de la mascota, lo cual se planteó en la investigación, para lograr que la mascota se sienta cómoda con el arnés y el sistema, fue necesario hacer que se acostumbre, esto se consiguió realizando juegos de manera progresiva hasta que el animal lo sienta parte del él, y así es como se logró culminar con satisfacción la investigación planteada.

Recomendaciones

Una vez realizada la investigación y echas varias pruebas, se encontraron errores y a la vez se dieron soluciones, las cuales se presentan como recomendaciones en esta sección, partiendo del sistema de posicionamiento, es necesario dar un tiempo al GPS para que logre conectarse con los satélites para su correcto funcionamiento, ya que si se pretende obtener una posición apresurada dará una dispersión y un perímetro demasiado grande de alrededor de 50 metros.

Se recomienda cargar la batería antes salir a pasear con la mascota, ya que el consumo calculado versus el consumo real presenta una diferencia de alrededor de 10 horas y para garantizar su funcionamiento es recomendable tener la batería totalmente cargada.

La recomendación en cuanto a la comunicación es que, se utilice la misma operadora en el sistema de rastreo y el dispositivo móvil, esto es con el fin de abaratar costos, ya que todas las operadoras del país utilizan tiene el servicio de comunicación entre clientes a menor costo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alertaenlinea. (2011). Alerta en Líne.gov. Obtenido de Alerta en Líne.gov: https://www.alertaenlinea.gov/articles/pdf-s0004_0.pdf
- Anonimo. (1995). FullCar. Obtenido de FullCar: <http://www.fullcar.com/inmuebles/Que%20es%20una%20cerca%20electric a.pdf>
- Anonimo. (2011). CERCAR Cercas y Alambras. Obtenido de CERCAR Cercas y Alambras: http://www.cercalarmas.com/manual_cercar.pdf
- Anonimo. (2015). Razs de Perros. Obtenido de Razs de Perros: <http://perrosysusrazas.com/collar-electrico-para-perros/>
- Bernhard Hofmann Wellenhof, H. L. (2008). GNSS – Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more. Mörlenbach: Springer.
- Calvo, L. (24 de 01 de 2014). FlyNews. Obtenido de FlyNews: <http://fly-news.es/aerolineas/una-app-para-seguir-el-vuelo-en-vuelo/attachment/appseguimientovuelos2/>
- DeRedes! Seguridad Digital. (2013). Obtenido de DeRedes! Seguridad Digital: <http://deredes.net/redes-inalambricas-principales-protocolos/#comments>
- Dobbs , J., Dobbs, P., & Woodyard, A. Voraus.com Perros de Utilidad. Obtenido de Voraus.com Perros de Utilidad: http://www.voraus.com/adiestramientocanino/modules/wfsection/html/a000577_El-collar-electronico-para-el-entrenamiento-canino-en-Schutzhund.pdf
- Eitb.eus. (05 de 07 de 2013). Eitb.eus. Obtenido de Eitb.eus: <http://www.eitb.eus/es/noticias/tecnologia/detalle/1383126/virus-android--los-moviles-android-tiene-fallo-seguridad/>
- García Pérez, J. N. (04 de 11 de 2013). GPS global positioning system, sistema de posicionamiento globalElectrónica y Telecomunicaciones. Estado de Hidalgo, Mexico.
- Garmin. (2014). Garmin. Obtenido de Garmin: <http://www.garmin.com/en-US/explore/onthetrail/sporting-dogs>

- González, L. (18 de Septiembre de 2008). WIRELESS NETWORKING IN THE DEVELOPING WORLD. Obtenido de WIRELESS NETWORKING IN THE DEVELOPING WORLD: <http://wndw.net/pdf/wndw3-es/wndw3-es-print.pdf>
- Gutovnik, P. (1999). Como funciona el sistema GPS, en cinco passos lógicos. Obtenido de Como funciona el sistema GPS, en cinco passos lógicos: <https://web.fe.up.pt/~ee95080/GPS.pdf>
- Huerta, E., Mangiaterra, A., & Noguera, G. (2005). GPS Posicionamiento Satelital. En E. Huerta, A. Mangiaterra, & G. Noguera, GPS Posicionamiento Satelital (pág. 148). Rosario, Argentina: Universidad Nacional de Rosario.
- INGENIEURE, V. D. (2004). Design methodology for mechatronic systems. Alemania.
- INSEGSA. (16 de Octubre de 2010). inegsa. Obtenido de inegsa: <http://inegsa.blogspot.com/2010/10/que-son-y-para-que-sirven-las-cercas.html>
- Jürgens, B., Haek Pérez, A., Bellido Toré, D., & Durán Díaz, J. (2008). Agencia de Innovación y Desarrollo de Andalucía IDEA. Obtenido de Agencia de Innovación y Desarrollo de Andalucía IDEA: file:///C:/Users/pc/Downloads/Sector_TIC_-_Tecnologias_Inalambricas.pdf
- Kaplan, E., & Hegarty, C. (2006). Understanding GPS Principles and Applications. En E. Kaplan, & C. Hegarty, Understanding GPS: principles and applications (pág. 703). Norwood, MA: ARTECH HOUSE, INC.
- Megatrends, M. (2012). Visionmobile. Obtenido de Visionmobile: <http://www.visionmobile.com/blog/2012/05/report-mobile-megatrends-2012/>
- Nicola, F. E. (09 de Agosto de 2004). Universidad Nacional de Rosario. Obtenido de DEPARTAMENTO DE SISTEMAS E INFORMATICA: <http://www.dsi.fceia.unr.edu.ar/downloads/distribuidos/material/monografias/RedesGSM.pdf>
- Pardo, L. (12 de Enero de 2015). NEOTEO. Obtenido de NEOTEO: <http://www.neoteo.com/scout-5000-el-collar-inteligente-para-perros-de-motorola/#prettyPhoto>

- PetTronix. (2015). PetTronix. Obtenido de PetTronix: <http://www.pettronix.com/>
- Sifuentes Samaniego, E. (20 de Febrero de 2012). ITS - Dispositivos Moviles. Obtenido de ITS - Dispositivos Moviles: <http://itsdismov.blogspot.com/2012/02/semana-3-comunicacion-inalambrica.html>
- SIMCom. (2010). SIM900_AT Command Manual_V1.03.
- TRACKIMO. (2015). Trackimo. Obtenido de Trackimo: <http://trackimo.us/>
- TrackR. (2015). TrackR. Obtenido de TrackR: <https://www.thetrackr.com/bravo>
- Urrutia, J. (2006). Cartografía Orientación y GPS. Basauri: Grafo S.A.
- VEJRAZKA, F. (2007). Galileo and the Other Satellite Navigation Systems. IEEE, 4. Obtenido de <http://ieeexplore.ieee.org/sci-hub.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=4234195&queryText=GALILEO%20Satellite%20System&newsearch=true>
- Velasco Martos, N. (2006). SISTEMA EMBEBIDO PARA LA CONEXIÓN DE UN PLC SIEMENS S7-200 A LA RED GSM. Sevilla, España. Obtenido de <http://biring.us.es/proyectos/abreproy/11141/fichero/PFC%252F4+Red+GSM.pdf>
- Vignoni, J. R. (2007). Facultad de Ingeniería Universidad de la Plata. Obtenido de Facultad de Ingeniería Universidad de la Plata: <http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/transparencia/Bluetooth.pdf>
- Vivatacademia. Vivatacademia. Obtenido de Vivatacademia: <http://www3.uah.es/vivatacademia/ficheros/n54/redesinalam.PDF>
- W. Lewandowski. (1996). GLONASS COMMON-VIEW TIME TRANSFER BETWEEN NORTH AMERICA AND EUROPE AND ITS COMPARISON WITH GPS. IEEE, 5. Obtenido de <http://ieeexplore.ieee.org/sci-hub.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=584893&newsearch=true&queryText=glonass>
- Whistle_Labs. (2015). Whistle. Obtenido de Whistle: <http://www.whistle.com/tagg-gps-pet-tracker/>

- Zamorano Flores, J. L., & Serrano Moya, G. (8 de Noviembre de 2002). Universidad Autonoma Metropolitana. Obtenido de Universidad Autonoma Metropolitana:
<http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n47ne/infra.pdf>