

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA



TESIS DE GRADO

**“CONTROL DE RUTAS PARA VEHÍCULOS PÚBLICOS MEDIANTE
TECNOLOGÍA RFID”**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA
MENCIÓN INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

POSTULANTE: ROLANDO PATRICIO LAGUNA QUIROGA

TUTOR METODOLÓGICO: M. Sc. FRANZ CUEVAS QUIROZ

ASESOR: M. Sc. ALDO VALDEZ ALVARADO

LA PAZ – BOLIVIA

2017



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA**



LA CARRERA DE INFORMÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES PERTENECIENTE A LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la referencia correspondiente respetando normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADOS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

DEDICATORIA

A mis padres Raúl y Rosa por haberme colaborado en todo aspecto
de mi vida velando mi bienestar y educación

A mi abuelo Amador que siempre vio en mi alguien que
podía llegar siempre cumplir mis metas

A mis hermanos Cristhian, Rodrigo, Ivan, Yamil y Alejandra

Que espero lleguen a cumplir sus objetivos esperando ser un ejemplo a seguir

A mis sobrinos Jhostin y Dilan que son una alegría más en el hogar

A todos los compañeros de escuela, barrio, universidad y trabajo

Que me brindaron siempre su amistad y apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradecer al tutor metodológico M. Sc. Franz Cuevas Quiroz por toda la colaboración y predisposición en la colaboración al trabajar en la presente investigación.

Gracias también a mi asesor M. Sc. Lic. Aldo Valdez Alvarado por la guía incondicional y apoyo en la elaboración del presente trabajo de tesis y por brindarme su amistad de igual manera.

Gracias al Lic. Alexander Bismark Benítez Antelo por su gran apoyo y confianza al brindarme su apoyo en la investigación presente.

Gracias a los compañeros de la universidad y grupo de amigos "*La Familia*" que siempre fueron un apoyo para seguir los estudios y los ánimos a seguir adelante con muchas metas aun esperando que nunca termine la amistad.

Gracias a todos los amigos de mi barrio, colegio y trabajo por ser de gran ayuda en mi formación como persona y como amigo gracias a todos.

RESUMEN

La presente investigación plantea la implementación de la tecnología RFID en los vehículos públicos mediante el etiquetado a los estos, mismos que brindan el servicio de transportar a la ciudadanía a sus diferentes puntos de trabajo, estudio y otros. Se hará un análisis de cómo implementar las antenas lectoras de las etiquetas en lugares estratégicos como calles, avenidas, rotondas entre otros. Se tomaran en cuenta aspectos como el alcance, cantidad de etiquetas, la velocidad para una lectura correcta considerando normas y características recabadas en proyectos similares implementados en diferentes proyectos y lugares. Las etiquetas brindaran conexión inalámbrica a las antenas y lectores que estarán situadas en lugares estratégicos de la ciudad donde el motorizado solo tenga que transitar por el área donde este el punto de control el cual registrara la información del mismo el cual se enviara a un servidor central para el almacenado de los datos. La investigación se demostrara un prototipo de lecturas RFID diseñada con tecnología Arduino y la aplicación en lenguaje C# en un entorno de Visual Studio enviando la información recabada mediante el protocolo HTTP a un servidor externo que recabara la información mediante lenguaje PHP y un gestor de base de datos MySQL para el correcto registro de los datos del automóvil la ubicación de la antena y la fecha y hora de la lectura.

ABSTRACT

The present investigation proposes the implementation of RFID technology on public transport by labeling the vehicles with RFID-tags to vehicles that are used as public transportation service by citizens to reach their different destinations like their jobs, schools and universities among others. It will be done an analysis of how to implement the antennas and tag-sensors in strategic locations like streets, avenues and roundabouts among others. There will be considered important aspects like the scope, quantity of tags, the speed of tag-sensors for an optimal reading considering norms and features obtained in similar drafts implemented in different projects and places. The RFID-tags bring wireless connection to the antennas that are located in specific places among the city where the vehicles will just need to go over the area where the check point has been set up, the sensor will record the information of the vehicle and will send the information to a server for data storage. The investigation will present a RFID-sensor prototype designed with Arduino technology and the application of C# language in a Visual Studio environment and transferring the collected information by HTTP protocol to an external server that gathers the information by PHP language and a MySQL database for the correct recording of vehicle data, antenna location, date and time of the recorded signal.

ÍNDICE

1. MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. ANTECEDENTES	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS.....	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.5. HIPÓTESIS	6
1.6. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.7. ALCANCES Y LÍMITES	7
1.7.1. ALCANCES	7
1.7.2. LÍMITES.....	8
2. MARCO TEÓRICO	9
2.2. TECNOLOGIA RFID	10
2.2.1. ESPECIFICACIONES GENERALES	11
2.2.2. BANDAS DE FRECUENCIAS	12
2.2.3. RFID DE BAJA FRECUENCIA.....	12
2.2.4. RFID DE ALTA FRECUENCIA	12
2.2.5. RFID DE ULTRA ALTA FRECUENCIA	12
2.2.6. RFID DE MICROONDAS	13
2.2.7. ANTENAS RFID.....	13
2.2.8. ANTENAS DIRECTIVAS	13

2.2.9. ANTENAS THRESHOLD.....	14
2.2.10. ANTENAS GUARDWAL	14
2.2.11. ANTENAS BRICKYARD.....	15
2.2.12. ANTENAS GUARDRALL.....	15
2.2.13. ANTENAS UNIVERSALES DE 8 DBI.....	15
2.2.14. LECTOR RFID	16
2.3. HARDWARE LIBRE	17
2.3.1. ARDUINO.....	18
2.3.2. LECTOR RFID RC522	19
2.3.3. RASPBERRY PI	20
2.3.4. MIDDLEWARE RFID	20
2.4. LENGUAJES DE PROGRAMACION Y GESTOR DE BASE DE DATOS	21
2.4.1. VISUAL STUDIO 2012	21
2.4.2. LENGUAJE DE PROGRAMACION ARDUINO C++.....	21
2.4.3. MYSQL	21
2.4.4. PHP	22
2.5. GRAFO.....	22
2.5.1. DEFINICION.....	22
2.5.2. CAMINO	23
3. MARCO APLICATIVO.....	24
3.1. DISEÑO LOGICO DEL PROTOTIPO Y ANTENAS LECTORAS RFID	24
3.1.1. RANGOS DE FRECUENCIA.....	26
3.2. DISEÑO Y MODELADO DE PROTOTIPO	28

3.2.1.	OBJETIVO DEL PROTOTIPO.....	28
3.2.2.	CASOS DE USO	29
3.2.3.	DIAGRAMA DE SECUENCIA.....	30
3.3.	ESQUEMA FISICO	31
3.3.1.	ESTRUCTURA FISICA DE TECNOLOGIA RFID	31
3.3.2.	ESTRUCTURA INTERNA DE LOS BANCOS DE MEMORIA DE UNA ETIQUETA RFID EPC C1G2	33
3.3.3.	CONEXIÓN RFID Y ENVIO DE DATOS	36
3.4.	PRUEBA DE PROTOTIPO	37
3.4.1.	PRUEBAS DE LECTURA.....	38
3.4.2.	DETECCION DE TAG RFID PARA GESTION	40
3.4.3.	REGISTRAR UN TAG EN EL SISTEMA	41
3.4.4.	LISTADO DE LECTURAS DE TAG EN PUNTO DE CONTROL	42
3.5.	ANTENA DE LECTURA MASIVA RFID	43
3.5.1.	LECTURA DE TAG EN MOVIMIENTO VIA NORMAL.....	45
3.5.2.	LECTURA DE TAG EN MOVIMIENTO EN DOBLE VÍA	46
3.5.3.	LECTURA DE TAG EN INTERSECCION DE VIAS.....	47
4.	MARCO DE RESULTADOS	49
4.1.	SITUACIÓN DE LAS LECTURAS	49
4.2.	ANALISIS DE LECTURAS	50
4.3.	RESULTADOS DE LECTURAS DE ANTENAS	50
4.4.	ESTADO DE LA HIPÓTESIS.....	51
4.5.	CONCLUSIONES.....	52

4.6. RECOMENDACIONES	53
4.7. LINEAS FUTURAS DE INVESTIGACION	53
BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXOS	56
ÁRBOL DE PROBLEMAS	57
ÁRBOL DE OBJETIVOS	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Esquema de funcionamiento RFID.....	10
Figura 2.2 - Tecnología RFID	11
Figura 2.3 - Etiqueta RFID activa, RFID pasiva	11
Figura 2.4 - Antena directiva de alta densidad	13
Figura 2.5 - Antena Threshold.....	14
Figura 2.6 - Antena Gurdwall.....	14
Figura 2.7 - Antena Brickyard.....	15
Figura 2.8 - Antena Guardrall.....	15
Figura 2.9 - Antena universal 8 dbi	16
Figura 2.10 - Lector RFID industrial.....	16
Figura 2.11 - Lector RFID Domestico	17
Figura 2.12 - Lector RFID portail	17
Figura 2.13 - Arduino Nano	19
Figura 2.14 - Modulo RFID RC522	19
Figura 2.15 - Raspberry Pi.....	20
Figura 2.16 - Representación de un grafo	22
Figura 2.17 - Ejemplo de camino en grafo	23
Figura 3.1 - Esquema de un tag RFID.....	25
Figura 3.2 - Métodos de propagación de la información RFID.....	26
Figura 3.3 - Representación de la Banda de frecuencia ISM	27

Figura 3.4 - Implementación de antenas con Georreferenciacion	28
Figura 3.5 - Caso de uso de Control de Ruta Vehículo	29
Figura 3.6 - Diagrama de secuencia de caso de uso Control de Ruta Vehículo	31
Figura 3.7 - Diseño físico de lectura de tag RFID.....	32
Figura 3.8 - Etiqueta RFID EPC C1G2	32
Figura 3.9 - Diagrama de bloques de la Etiqueta RFID Alien Higgs 3.....	33
Figura 3.10 - Modulo RC522 y tags de llavero y tarjeta	35
Figura 3.11 - Conexión Arduino Nano y Lector RC522	36
Figura 3.12 - Diagrama de lectura de Tag RFID	37
Figura 3.13 - Conexión Física de Arduino Nano y Lector RC255.....	37
Figura 3.14 - Lectura de tag RFID con arduino	38
Figura 3.15 - Interfaz de lectura de tag.....	40
Figura 3.16 - Interfaz para Lectura de Agregación de tag.....	41
Figura 3.17 - Interfaz de Agregación de tag correcta.....	41
Figura 3.18 - Listado de lecturas de tags y registro de datos.....	42
Figura 3.19 - Interfaz para el listado de lecturas en la aplicación externa	43
Figura 3.20 - Interfaz de ubicación de lecturas realizadas por vehículo	43
Figura 3.21 - Antena Alien Technology 8 dbi.....	44
Figura 3.22 - Lector Pidion RFID	44
Figura 3.23 - Lectura de tags RFID con lector Pidion.....	45
Figura 3.24 - Lectura de TAG en carril normal.....	46
Figura 3.25 - Lectura de TAG en doble vía de doble carril.....	47

Figura 3.26 - Lectura de TAG en intersección de vías48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 - Resumen de características de Arduino Mega	19
Tabla 3.1 - Rangos de frecuencia para RFID	27
Tabla 3.2 - Descripción del caso de uso Controlar Ruta Vehículo.....	30
Tabla 3.3 - Estructura de memoria de una Etiqueta RFID Clase 1 Generación 2	34
Tabla 3.4 - Código fuente para lectura de tag en lenguaje C#	39
Tabla 3.5 - Código fuente para envío de información de tag hacia servidor externo.....	40
Tabla 4.1 - Tabla de resultados de lector Pidion	50
Tabla 4.2 - Resultados obtenidos de lecturas de antenas marca Alien Technology a distancia de 15 Mts.	51

CAPITULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. INTRODUCCIÓN

La automatización está jugando un papel fundamental para el control ya sea de personal o maquinarias y poder contar con información de los procesos en tiempo real. Por automatización entendemos la producción con ausencia total del componente humano, siendo controlado por software informático y/o hardware.

Automatizar los procesos en distintas disciplinas, sobrelleva acortar tiempos y recursos en muchos ámbitos, sobre todo en el control urbano ya sea de personal, animales, automóviles u objetos entre otros.

El objetivo principal de este proyecto es del control vehicular público que actualmente se hace por medios ya obsoletos que provoca que el caos vehicular, el no cumplimiento de las rutas de parte de los vehículos públicos y no tener el personal suficiente para el control de rutas hace que sea parte del diario vivir del ciudadano que se transporta diariamente.

A esta problemática se propone una solución alternativa acorde a la evolución tecnológica, la cual es realizar el proceso de control del parque automotor público mediante la tecnología RFID¹.

¹ RFID siglas de Radio Frequency Identification (Identificación por Radiofrecuencia).

Este proyecto propone desarrollar y demostrar la lectura de los tags RFID a distintas pruebas de movimiento, lectura masiva llevando como resultado una lectura eficaz y un control de las rutas. Donde dichos controles actualmente se realizan por el personal de tránsito y/o alcaldía la cual no son suficientes y no abastece debido a las limitaciones humanas ya que la población del parque automotor es enorme en las ciudades y causa un mal servicio al usuario por lo cual este proyecto propone una de las soluciones a estos problemas.

Actualmente usa esta tecnología en procesos desde empresariales para un control exacto de inventarios, en la medicina para localización de pacientes colocando un chip a cada paciente y evitando el ingreso a áreas restringidas a personas no autorizadas.

1.2. ANTECEDENTES

La tecnología más extendida para el reconocimiento o marcado de objetos es la de código de barras o código QR para su identificación como por ejemplo en los supermercados o almacenes con gran cantidad de activos, estas herramientas tienen muchas limitaciones y presentan desventajas como la escasa cantidad de datos que se puede almacenar y la imposibilidad de ser programados lo cual llevó al origen de la tecnología RFID que consistía usar un chip de silicio que pudiera transferir los datos sin necesidad de contacto físico como las anteriores tecnologías ya mencionadas (comunidad RFID Latinoamérica, 2012).

La tecnología RFID de identificación por radio frecuencia conocidas por sus siglas en inglés (Radio Frequency Identification Device) es un sistema, aunque ya se utiliza desde hace años (de hecho se utilizó por primera vez en la Segunda Guerra Mundial para identificar aviones enemigos) (Echevarria, 2012), la falta de estándares causo un freno para su expansión hasta el año 2003 donde se estandarizo las normas de uso y frecuencias abriendo paso a una actual forma de sistemas de gestión intercambiando los datos sin tener contacto, a distancia, sin visualización identificación múltiple y en movimiento.

Los sistemas de control actualmente se aplican en esencia para los organismos vivos, máquinas y las organizaciones, entre otros. Estos sistemas fueron relacionados por primera

vez en 1948 por Norbert Wiener en su obra Cibernética y Sociedad con aplicación en la teoría de los mecanismos de control. Actualmente con el concepto de “Internet de las Cosas”. Mediante software juegan un papel muy importante por y el uso de la tecnología.

Para la presente investigación se ha realizado un análisis de proyectos desarrollados en nuestro país como en otros países sobre esta tecnología RFID obteniendo información que se relaciona con el tema y el objeto de la investigación.

“Boliviana de Sistemas de Autoidentificación (B-SISA)”, Agencia Nacional de Hidrocarburos, (2013), Bolivia, esta tecnología permite que las antenas receptoras que están instaladas en las estaciones de servicio lean la información sobre la comercialización de combustibles mediante tecnologías de autoidentificación por radio frecuencia RFID mediante el TAG² RFID instalado en el parabrisas de los vehículos de servicio público y privado. El software de gestión de la estación de servicio recibe la información, realiza la facturación y envía los datos al servidor central de la Agencia Nacional de Hidrocarburos.

“Implantación de un sistema RFID para obtener trazabilidad en la cadena de suministros”, Raúl Mulero S. (2012) – Facultad de Informática de Barcelona – Universidad Politécnica de Catalunya, las soluciones implementadas tienen la finalidad de procesos de identificación de elementos y el control de estos en la cadena de suministros con la entrada de los carros que transportan las mercancías en el trayecto tiendas-almacén como a la inversa mediante tecnologías RFID y software.

“Estudio de factibilidad para implementar tecnología RFID en la biblioteca Miraflores”, Almonacid Luis Antonio (2007) – Facultad de ciencias de la ingeniería Universidad Austral de Chile, realiza los estudios necesarios para implementar un sistema de control de libros para registrar eventos como prestamos, pérdidas, robos y búsqueda de libros centrándose específicamente en el movimiento existente en la biblioteca Miraflores.

² TAG RFID es un dispositivo pequeño que puede ser adherido o incorporado a un producto, animal o persona.

“Sistema de registro y control de salida de elementos mediante dispositivos RFID”, Acevedo Víctor, García Alejandro, Sandino Juan (2004) – Facultad de Ingeniería – Pontificia Universidad Javeriana, desarrollo un control de entrada y salida de equipos y elementos de las instalaciones encontrando una solución al control manual que se tenía en la institución paralelamente se usa para el control de personal, estudiantes, entre otros.

“Sistema de control de acceso con RFID”, Alvarado Jorge (2008) – Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México, se realizó un caso de estudio consiste en un bus de RS-485 conectados a lectores RFID y tarjetas que permiten controlar dispositivos actuadores. Una PC³ se encuentra conectada para realizar el registro, administración de usuarios y generación de reportes.

“Tecnología de comunicación de corto alcance NFC⁴ bajo plataforma móvil para el control vehicular” Ramos Juan (2014) – Carrera de Informática, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. El proyecto tiene la finalidad del uso de NFC como ventajas, desventajas y definiciones. Se analizó la tecnología para hacer un control vehicular mediante la conexión NFC y manejo de dispositivos móviles y la aplicación desarrollada en el lenguaje Java.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El parque automotor nacional de Bolivia en los últimos años tuvo un crecimiento de casi 100% entre el 2006 - 2012 de acuerdo con los datos del Viceministerio de Pensiones y en base al Registro Único para la Administración Tributaria (RUAT) y el Instituto Nacional de Estadística (INE) reportó que el año 2014 el parque automotor alcanzó a 1.456.428 vehículos de los cuales el 91,7% está registrado como Servicio Particular, el 6,4% al Servicio público y el 1,9% al Servicio Oficial. Existen 6,4% que brinda el servicio de transporte público y tomando en consecuencia el gran incremento de la misma causa que la saturación vehicular en las ciudades produzca que no se cumpla las rutas evitando pasar por sectores de

³ PC Siglas de Personal Computer (computadora personal en español).

⁴ NFC Near Field Communication (Comunicación de campo cercano).

embotellamiento o paradas ocasionando molestias en la población que hace el uso de este medio de transporte de tal manera se define:

¿Cómo mejorar el control de rutas de vehículos públicos mediante el uso de tecnología RDFI?

Se enumeran los siguientes problemas:

- Debido a la ausencia de personal de tránsito o alcaldía, el/los vehículo(s) de servicio público infringen en el cambio de ruta.
- A carencia de usuarios (pasajeros) el vehículo público, opta por cambiar de ruta.
- La existencia de control de ruta en las partes centrales de la ciudad, ocasiona que el vehículo opte a tomar rutas alternativas.
- La escasez de infraestructura de puntos de control de los vehículos, provoca que los conductores no tengan ningún control en el servicio que brindan.
- El horario de trabajo del personal de tránsito o alcaldía ocasiona deficiencia en el control en horarios que los usuarios hacen su traslado a sus respectivos hogares.

1.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar el uso de la tecnología RFID y un sistema web para el control de rutas de vehículos públicos, que determine el cumplimiento de las mismas.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un mecanismo de control para el cumplimiento de rutas de los vehículos públicos.

- Realizar el registro de los vehículos (nodos⁵ RFID) para un respectivo cumplimiento de rutas.
- Situar antenas lectoras RFID en puntos estratégicos de la ciudad.
- Colaborar en el trazado de rutas de los vehículos públicos.
- Coadyuvar con un control de veinticuatro horas, siete días a la semana.

1.5. HIPÓTESIS

“El uso de los tags y las antenas de RFID localizadas en puntos estratégicos permite el control y el cumplimiento de las rutas de los vehículos públicos”

1.6. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfocara en el desarrollo de un sistema de control de rutas de vehículos públicos basado en tag RFID y antenas lectoras teniendo en cuenta que una de las necesidades más relevantes actualmente en la población de la ciudad que se transporta diariamente a sus respectivas áreas de trabajo, estudio, entre otros que es el no cumplimiento de las rutas, ocasionando molestias en los usuarios, el proyecto se basa en la importancia de los que a diario atraviesan por estos problemas.

Actualmente en el mercado existe hardware y software para el monitoreo de rutas como el GPS⁶ implantado en los buses del transporte interdepartamental de pasajeros Sistema de Monitoreo Vehicular (SISMOVE) que registra encendido y apagado del motor, velocidad y su localización satelital del vehículo, el sistema de control de rutas mediante RFID a diferencia de costos reduce una considerable cantidad en el precio en la implementación en el usuario final en este caso los vehículos públicos teniendo como ejemplo el sistema en actual funcionamiento B-SISA que se aplica para el control de combustibles es de bajo coste y casi no ocupa espacio ni depende de alguna fuente de alimentación como el GPS. Los

⁵ NODO En informática, es un punto de intersección o unión de varios elementos que confluyen en el mismo lugar.

⁶ GPS Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global).

recursos económicos que constituye implementar en cada nodo o punto de control tiene un costo moderadamente alto para la entidad que lleve a cabo el control y un costo bajo al usuario encargado del vehículo público, realizando un análisis implementar esta tecnología tiene ventajas de hacer el control las veinticuatro horas del día ante el personal que realiza este trabajo que solo es en horario normal de trabajo de ocho horas.

Socialmente definirá un crecimiento positivo de la confiabilidad al momento de hacer el uso del servicio ya que implicara que los conductores respeten la ruta asignada e incrementando el flujo de moviidades en zonas destacadas por el embotellamiento vehicular.

La importancia de que los usuarios del transporte público puedan tener confianza de los vehículos que usan la tecnología RFID incrementa el uso de la tecnología aplicando a muchas áreas y poder tener la seguridad de que el vehículo realizara su servicio eficazmente.

La tecnología inalámbrica RFID presenta actualmente muchas ventajas desde lo económico hasta la portabilidad en su uso y complementando con las otras tecnologías como NFC y BLUETOOTH⁷.

Se brindara una apertura para el uso de la tecnología RFID en diferentes proyectos futuros aplicando esta tecnología inalámbrica como se realiza en diferentes países.

1.7. ALCANCES Y LÍMITES

1.7.1. ALCANCES

El proyecto se implementara un middleware entre la antena lectora RFID y el tag el cual envía la información seguidamente es procesada y administrada realizando la gestión con la base de datos.

⁷ BLUETOOTH es una tecnología de ondas de radio de corto alcance cuyo objetivo es el de simplificar las comunicaciones entre dispositivos informáticos.

Se debe tomar en cuenta que se investigara e implementar un prototipo que permita visualizar el funcionamiento básico del sistema usando antenas lectoras de TAGS RFID y el sistema debidamente implementado para la recolección de datos.

El presente sistema consigue los alcances siguientes:

- Para el control se instalará las antenas lectoras de etiquetas RFID en puntos estratégicos plazas, avenidas principales, entre otros. para realizar la lectura de datos de los vehículos.
- Se utilizara las antenas para el proceso de lectura de etiqueta RFID enviando la información del vehículo, de la antena y hora y fecha a un servidor para el tratamiento de los datos.
- Para el proceso de tratamiento de datos se enviará los datos mediante un protocolo HTTP a un aplicativo y almacenando la información en una base de datos.
- El proceso de infracción se realizará obteniendo la hora y la información del punto de control y del vehículo y haciendo el seguimiento del mismo hasta que de lectura de una ubicación no valida a su ruta establecido como vehículo público.

1.7.2. LÍMITES

La antena y el software solo identificarán la información de todos los vehículos y aplicara un filtro solo de vehículos públicos para el debido almacenaje de datos los cuales se limitan en aspectos de diferente índole, especialmente en sectores de la ciudad de difícil acceso, entre otros el proyecto se limita a realizar los siguientes aspectos:

- El sistema de control no contempla vehículos que no tienen trazado una ruta por una zona específica que no pertenezcan a un sindicato debidamente establecido.
- La lectura de las etiquetas RFID de los vehículos tiene un alcance máximo de 10 a 15 metros en campo abierto de banda UHF.
- Se limita a un sector que no cuente con una conexión a Internet vía cableado o inalámbrico.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

En el capítulo se presenta los ámbitos de estudio efectuado, en la actualidad el proceso que se aplica en la lectura de tags o etiquetas RFID vinculadas a identificar un objeto y adquirir información del mismo en este caso el vehículo, la etiqueta sin asociar carece de información para esto se aplica protección de los datos.

El método de investigación que se aplicara en la investigación es la de método científico aplicando técnicas para localizar el problema central, para la observación, formular la hipótesis, experimentar los resultados y destacar los resultados obtenidos por el prototipo.

El modelo de confianza corporativa planteada por (Guillén, 2013) donde en función a productos y la verificación por puntos denominados agentes y almacenados en base a una estructura de datos mediante tramos de bits que se almacena en la etiqueta RFID con finalidad de almacenar estados, por consecuencia debería implementarse una clave primaria PKI⁸ externa al tag RFID, dependientes del tiempo y eventos de detección.

La investigación realiza un aporte científico en el ámbito de intercambio de información para la lectura entre RFID y la antena lectora la cual propone el control de rutas con la

⁸ PKI Public Key Infraestructura (Infraestructura de Clave Primaria)

implementación de tecnología RFID para un intercambio de información entre los puntos de control y el vehículo.

La implementación de identificación por radio frecuencia para la identificación de objetos en la actualidad es uno de los más avanzados en países que efectúan procesos de automatización de gestión, control y trazabilidad.

La tecnología de RFID se compone de componentes que permiten interrelacionar a continuación un esquema en la siguiente figura 2.1

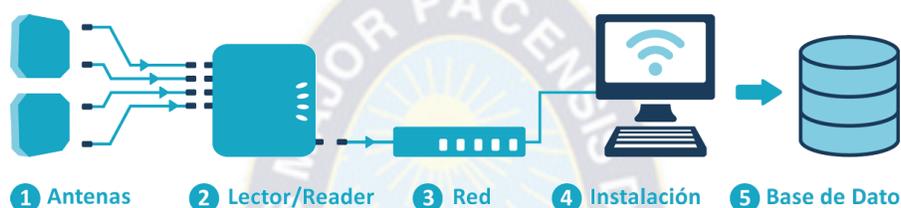


Figura 2.1 - Esquema de funcionamiento RFID
Fuente: Clear Stream RFID, 2015

A continuación se detalla los diferentes conceptos, componentes y tipos de hardware vinculados a la tecnología RFID y que serán usados en el prototipo para la demostración de su uso.

2.2. TECNOLOGIA RFID

RFID son las siglas de Radio Frequency Identification (Identificación por Radiofrecuencia). Estos están usados comúnmente a la identificación de objetos a distancia no teniendo la necesidad de tener contacto físico ni visual con el objeto requiriendo para ello una tarjeta, etiqueta o tag RFID (Cusacani, 2017), este dispositivo está compuesto por dos partes fundamentales, primero se compone de una antena que sirve como receptor/emisor de las ondas de radio, mediante la cual se energiza al circuito integrado embebido para activar los módulos internos del mismo.

Mediante el proceso descrito en la figura 2.2 el circuito integrado al concluir su configuración revierte el proceso de receptor a transmisor para enviar su información base hacia el lector RFID (Impinj, 2012).

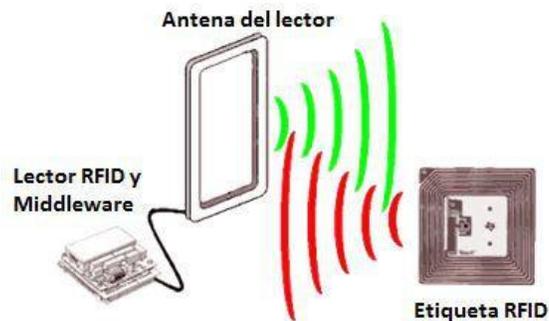


Figura 2.2 - Tecnología RFID
Fuente: Centro Profesional Hispano, 2015

Internamente en el proceso se identifican procesos importantes, por ejemplo los accesos de lectura, escritura y anticolidión.

2.2.1. ESPECIFICACIONES GENERALES

RFID es una tecnología de almacenamiento y recuperación de datos remotos que usa dispositivos denominados etiquetas (tag) que tienen un chip que almacena información y la antena transmisora.

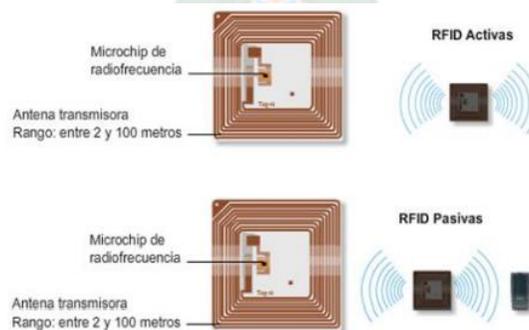


Figura 2.3 - Etiqueta RFID activa, RFID pasiva
Fuente: Chavarría, 2011

Puede tener conexión a una distancia de 2 hasta 100 metros aproximadamente en antenas de uso industrial de lecturas masivas. La tecnología RFID Se clasifica en dos tipos como se denota en la figura 2.3. La memoria interna generalmente es de capacidad de 4 y 32 kbytes.

2.2.2. BANDAS DE FRECUENCIAS

Esta tecnología RFID trabaja con diferentes tipos de frecuencia y dependiendo la aplicación, se tiene cuatro rangos de frecuencia:

- Banda de baja frecuencia
- Banda de alta frecuencia
- Banda de Ultra Alta Frecuencia
- Banda de Microondas

2.2.3. RFID DE BAJA FRECUENCIA

RFID de baja frecuencia (LF-Low Frecuencias) tienen un rango de operación entre los 125-134¹⁶ KHz es de corto alcance (Finkenzeller, 2010).

2.2.4. RFID DE ALTA FRECUENCIA

RFID de alta frecuencia (HF-High Frecuencias) tienen un rango de operación entre 13-56 MHz. Estos facilitan un mayor rango de aplicaciones puesto que la potencia de irradiación es menor y permite encapsular componentes electrónicos de menor tamaño (miniaturización) (Finkenzeller, 2010).

2.2.5. RFID DE ULTRA ALTA FRECUENCIA

UHF (Ultra High Frecuencias), tienen un rango de operación entre 800-868-926-950 MHz. Este tiene diferentes regulaciones según al lugar donde se apliquen (Estados Unidos, Europa, Japón), actualmente en Bolivia está permitido su uso mientras no interfieran con otras frecuencias (solapamiento de onda portadora) (ATT, 2015).

2.2.6. RFID DE MICROONDAS

Estos están regulados conforme la región, la frecuencia nominal es de 2.4¹⁹ GHz y operan sobre aplicaciones industriales y de seguridad, son de mayor costo y fabricación operando en frecuencias que son usadas también por dispositivos Wireless o Bluetooth (Finkenzeller, 2010).

2.2.7. ANTENAS RFID

Este dispositivo por las características, puede ser clasificado por acción o acción larga; alta o baja densidad de campo, que conforme a las características y necesidad de aplicación.

Las características de estas antenas, están definidas por la acción de irradiación en el espacio, esto se define como la proyección en el espacio de un haz cuya trayectoria es una onda llamada también patrón de irradiación para la cual se aplicara antenas como:

2.2.8. ANTENAS DIRECTIVAS

Este tipo de antena denominada también de campo lejano está diseñada para entornos donde se necesita un alto nivel de lecturas RFID. Con polarización circular está diseñada especialmente para lecturas de gran densidad o la etiqueta se encuentra sobre productos densos, acuosos y de materiales compuestos.



Figura 2.4 - Antena direcciva de alta densidad
Fuente: RFID, 2014

2.2.9. ANTENAS THRESHOLD

La antena de este tipo de campo lejano es una antena diseñada para situaciones de barrera, delimitación de fronteras, pasos y lugares cerrados por metales. Dispone de un amplio haz de cobertura maximizando así la zona de acción.



Figura 2.5 - Antena Threshold
Fuente: Impinj, 2014

2.2.10. ANTENAS GUARDWAL

Son de campo semi-lejano, son antenas de doble polarización circular, una a derecha y otra a la izquierda, produciendo un intenso campo de acción dentro de ellas para poder penetrar en los embalajes y llegar a leer el artículo unitario. Permitiendo emitir y recibir la información y señales entre los lectores y las etiquetas RFID.



Figura 2.6 - Antena Gurdwall
Fuente: Impinj, 2014

De la figura 2.6 si la antena utilizada frente de la otra, capaz de capturar todas las lecturas con los embalajes en movimiento.

2.2.11. ANTENAS BRICKYARD

Son de campo cercano fueron diseñadas para limitar la distancia de lectura de las etiquetas. Son ideales en puntos de venta, tiendas de ropa control de documentos, bibliotecas donde es necesario instalar un punto de lectura concreto y de corto alcance.



Figura 2.7 - Antena Brickyard
Fuente: Impinj, 2014

2.2.12. ANTENAS GUARDRALL

La antena RFID guardrall de campo cercano es una diseñada para leer a distancias muy cortas principalmente para artículos unitarios, con alta y limitada zona de lectura, especialmente diseñada para controles de acceso. Venta de entradas, control de documentos.



Figura 2.8 - Antena Guardrall
Fuente: Impinj, 2014

2.2.13. ANTENAS UNIVERSALES DE 8 DBI

La antena RFID universal de campo lejano es una antena de polarización circular y de uso general, que permite emitir y recibir la información y señales entre los lectores y las etiquetas RFID, Su alcance puede llegar hasta 12-18 metros en campo abierto y siempre en función de posición de la etiqueta RFID y de la superficie dónde se encuentre instalado.



Figura 2.9 - Antena universal 8 dbi

Fuente: Technology Alien, 2014

2.2.14. LECTOR RFID

En la gama de lectores RFID existen dos tipos que resultan los más representativos: los lectores industriales y los lectores estándar (fijos y portátiles). La diferencia fundamental entre ambos tipos de equipos radica en el uso, siendo que las características técnicas como procesamiento, capacidad, puertos de conexión, potencia de irradiación marcaran la diferencia (Readers, 2014)

También están los aspectos físicos, como la cantidad de puertos de conexión, interfaces de expansión, protección control polvo y agua. A continuación de muestran los tipos de lectores RFID.



Figura 2.10 - Lector RFID industrial

Fuente: Readers, 2014

De la figura 2.10 es un lector industrial de marca Alíen destinado a las grandes lecturas de tags.



Figura 2.11 - Lector RFID Domestico
Fuente: Readers, 2014

De la figura 2.11 se tiene un lector RFID domestico que se puede dar uso en oficinas, o casa de áreas reducidas.



Figura 2.12 - Lector RFID portatil
Fuente: Readers, 2014

Se muestra en la figura 2.12 un lector RFID portátil. Se conoce como de bolsillo, de fácil manejo y portabilidad.

2.3. HARDWARE LIBRE

Se llama hardware libre a dispositivos de hardware cuyas especificaciones y diagramas esquemáticos son de acceso público (ECURED, 2017).

El hardware libre toma las mismas ideas del software libre de acuerdo a las siguientes libertades.

- De usar el programa con cualquier propósito (uso).
- Estudiar cómo funciona el programa y modificarlo, adaptándolo a las propias necesidades (Estudio).

Se debe recordar en todo momento que libre no es sinónimo de gratis es de distribuir copias del programa, con lo cual se puede ayudar a otros usuarios (Distribución). Y mejorar el programa y hacer públicas esas mejoras a los demás, de modo que toda la comunidad se beneficie (Mejora) el hardware libre forma parte de la cultura libre.

Dado que el hardware tiene asociados a él costos variados directos, ninguna definición de software libre se aplica directamente sin modificación. En cambio, el termino hardware libre se usa principalmente para reflejar el uso de software libre con el lanzamiento de los diagramas esquemáticos, diseños, tamaños y otra información acerca del hardware. De todos modos, incluye el diseño del hardware y la distribución de los elementos en la tarjeta madre.

2.3.1. ARDUINO

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. Es una plataforma de electrónica abierta basada en el hardware y software libre. Los proyectos hechos con arduino pueden ejecutarse sin necesidad de conectar a un ordenador, si bien tienen la posibilidad de hacerlo y comunicar con diferentes tipos de software se puede apreciar el modelo arduino uno en la figura 2.13.



Figura 2.13 - Arduino Nano
Fuente: Arduino, 2016

A continuación en la tabla 2.1 se puede apreciar características técnicas del arduino nano v3.

Microcontrolador	Atmega 328P
Arquitectura	AVR
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada recomendado	7-12V
Pines digitales E/S	14 (6 disponen de salida PWM)
Memoria flash	32kB (2kB empleados por el bootloader)
SRAM	2 Kb
EEPROM	1 kB
Frecuencia de reloj	16 MHz

Tabla 2.1 - Resumen de características de Arduino Mega
Fuente: Arduino, 2016

2.3.2. LECTOR RFID RC522

Es un módulo que se implementa en la placa arduino tiene la capacidad de enviar y recibir información guardada en el tag RFID podemos ver el modulo en la figura 2.14.



Figura 2.14 - Modulo RFID RC522
Fuente: Arduino, 2016

2.3.3. RASPBERRY PI

Es un ordenador del tamaño de una tarjeta de crédito. Consta de una placa base sobre la que se monta un procesador, un chip gráfico y memoria RAM⁹ destinado para la enseñanza de informática en las escuelas de todo el mundo. Existen modelos de diferentes capacidades en hardware tenemos en la figura 2.15 el Raspberry Pi. (RASPBERRY, 2015).



Figura 2.15 - Raspberry Pi
Fuente: Raspberry Pi, 2015

2.3.4. MIDDLEWARE RFID

Se tienen las siguientes definiciones basado en la recopilación bibliográfica de autores:

“El middleware RFID, es un programa de software que se debe construir a partir de las reglas de negocio que respondan a la satisfacción de necesidades de obtención de información (Syed Ahson, 2008)”.

“El middleware RFID es un software que conecta el hardware RFID con los sistemas implementados en una empresa”

La tecnología RFID permite la gestión y el middleware hace el control y permite la integración de otras aplicaciones bajo criterios:

- Resolver e identificar el código EPC¹⁰

⁹ RAM random acces memory memoria de acceso aleatorio se utiliza como memoria de trabajo en las computadoras para el sistema operativo

¹⁰ EPC Código de Producto Electrónico

- Filtrar los datos de formato RAW¹¹
- Administrar lectores RFID
- Formatear los datos asociados a la etiqueta RFID

2.4. LENGUAJES DE PROGRAMACION Y GESTOR DE BASE DE DATOS

Para el uso de las lecturas y visualización y almacenado de los datos se utilizara herramientas de programación que se detalla a continuación:

2.4.1. VISUAL STUDIO 2012

Es un entorno de desarrollo integrado (IDE¹² por sus siglas en inglés) soporta varios lenguajes de programación en particular para el desarrollo del prototipo propuesto se utilizara el lenguaje de programación C#.

2.4.2. LENGUAJE DE PROGRAMACION ARDUINO C++

Para programar un arduino, el lenguaje estándar es C++ el cual es posible programar en otros lenguajes para el prototipo propuesto se utilizara este lenguaje para la lectura del tag RFID y él envió por puerto serial al computador.

2.4.3. MYSQL

Es un sistema de gestión de base de datos relacional desarrollado bajo licencia dual GPL/Licencia comercial por Oracle Corporation considerada como Open Source¹³ para el almacenado de la información de los vehículos y los puntos de control se utilizara este gestor de base de datos.

¹¹ RAW Formato de archivo sin procesamiento

¹² IDE Integrated Development Environment (entorno de desarrollo integrado)

¹³ Open Source (Código Abierto) termino con el que se conoce al software distribuido y desarrollado libremente.

2.4.4. PHP

Acrónimo recursivo de Hypertext Preprocessor es un lenguaje de programación del lado del servidor para desarrollo web fue uno de los primeros lenguajes del lado del servidor, este lenguaje se aplicara para la recepción de la información en el aplicativo del servidor externo para el registro y visualización de los datos.

2.5. GRAFO

Tomaremos como una base teórica los conceptos de teoría de grafos para poder hacer uso de la misma en definición formal tenemos que “Un grafo es un conjunto de puntos y un conjunto de líneas donde cada línea une un punto con otro” (Gonzalez Gutierrez, 2004, p.396).

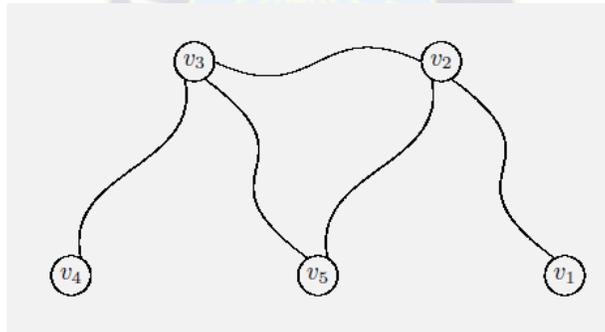


Figura 2.16 - Representación de un grafo
Fuente: Gonzales, 2004

2.5.1. DEFINICION

Llamaremos grafo G , al para ordenado formado por un conjunto finito no vacío, V , y un conjunto A , de pares no ordenados de elementos del mismo.

V es el conjunto de los vértices o nodos del grafo.

A será el conjunto de las aristas o arcos del grafo.

Utilizaremos la notación $G = (V, A)$ para designar al grafo cuyos conjuntos de vértices y aristas son respectivamente, V y A .

2.5.2. CAMINO

Leonard Euler – matemático suizo que resolvió el problema de que un grafo tuviese un solo camino cerrado que contenga a cada una de las aristas.

Si todos los vértices de un grafo conexo tienen valencia o grado par, entonces el grafo tiene un circuito euleriano. Euler demostró que un grafo que tiene un circuito euleriano tiene valencia par en todos sus vértices. Si exactamente 2 de los vértices son impares (y el resto es par) entonces es un camino euleriano.

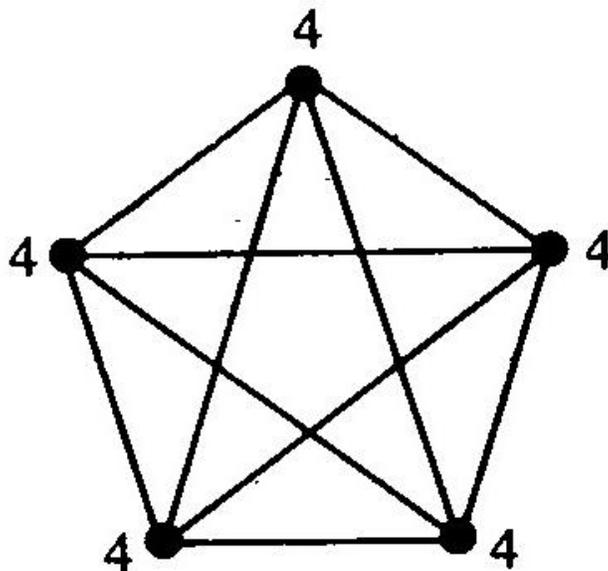


Figura 2.17 - Ejemplo de camino en grafo
Fuente: Gonzales, 2004

La información y teoría mencionada anteriormente se puede utilizar para explicar cómo se aplica en circunstancias de la vida cotidiana como las rutas de los vehículos de servicio público teniendo como ejemplo que cada nodo representa a un punto de control y los arcos se destacan por ser la ruta por donde actúan los motorizados.

CAPITULO III

3. MARCO APLICATIVO

El principal objetivo del capítulo es el de mostrar los diferentes aspectos que contiene el diseño e implementación de lo propuesto y se detalla los elementos de software y hardware definiendo los aspectos esenciales para el prototipo para la lectura de la información del vehículo mediante el TAG RFID (chip) y equipos de lectura el cual se hace la recepción de los datos para el respectivo filtrado, tratamiento, envío y almacén en la base de datos. Existen diferentes equipos detallados en el Capítulo II los cuales se implementarán primeramente con casos de uso, diagramas de secuencia, modelo de entidad relación, base de datos seguidamente se implementara los diseños y esquemas físicos del lector antena y tag incorporado al vehículo realizando y verificando las lecturas con las pruebas unitarias del prototipo en diferentes aspectos como lecturas masivas, en movimiento y masivas en movimiento. Se detallaran aspectos primordiales como protocolos de comunicación entre el tag y el lector, el proceso lectura de la etiqueta detalles del protocolo EPC de la comunicación RFID entre otros.

3.1. DISEÑO LOGICO DEL PROTOTIPO Y ANTENAS LECTORAS RFID

Un sistema RFID se compone básicamente de dos elementos: Lector y una etiqueta (tag). En la figura 3.1 tenemos el esquema de un tag RFID que consta de los siguientes componentes:

- Una memoria no volátil donde se almacenan datos.

- Una memoria ROM donde se almacenan instrucciones básicas para el funcionamiento, como son temporizadores, controladores de flujo de datos.
- También se puede incorporar memoria RAM para almacenar datos durante la comunicación con el lector.
- La antena por la cual detecta el campo creado por el interrogador, y de él se extrae energía para su comunicación.
- Componentes electrónicos que procesan la señal de la antena y para el proceso de datos, buffer, filtros.

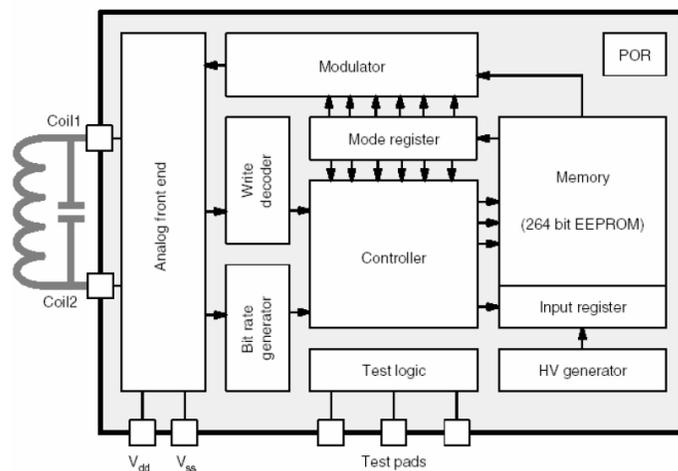


Figura 3.1 - Esquema de un tag RFID
Fuente: Herrera, 2005

Un sistema RFID se basa en la comunicación bidireccional entre el lector y el tag por medio de ondas de radio frecuencia.

Estas frecuencias varían según la que se trabaja. Se puede clasificar en sistemas basados en el acoplamiento electromagnético o inductivo y basado en la propagación de ondas electromagnéticas como se aprecia en la figura 3.2.

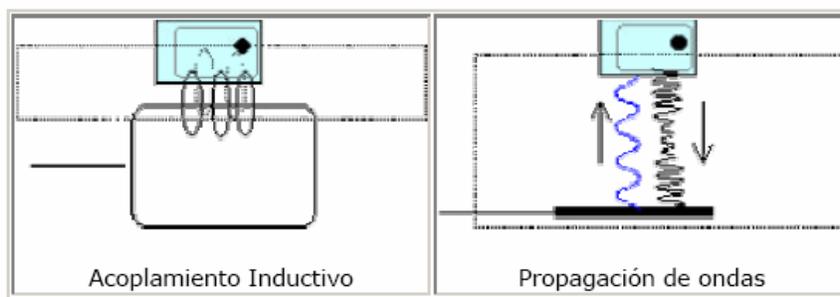


Figura 3.2 - Métodos de propagación de la información RFID
Fuente: Herrera, 2005

3.1.1. RANGOS DE FRECUENCIA

La tecnología RFID y su funcionamiento no debe ser interrumpida o perjudicada bajo ninguna circunstancia por otros tipos de ondas de radiofrecuencia y viceversa como por ejemplo la televisión y la radio los servicios de radio móviles (policías, seguridad e industria) comunicaciones marinas y aeronáuticas incluso telefonía móvil. Por tal motivo solo es posible usar rangos de frecuencia que han sido reservados específicamente para aplicaciones industriales, científicas o medicas estos son clasificados como ISM¹⁴ en la siguiente tabla 3.1 mostraremos algunos rangos de frecuencia usados en RFID y sus características.

Rangos de frecuencia para sistemas RFID		
Rango de frecuencia	Observaciones	Intensidad de campo Potencia de TX
< 135 kHz	Baja potencia Acoplamiento inductivo.	72 dB μ A/m
6.765 ... 6.795 MHz	Media frecuencia (ISM), acoplamiento inductivo.	42 dB μ A/m
7.400 ... 8.800 MHz	Media frecuencia, usado sólo para EAS (electronic article surveillance).	9 dB μ A/m
13.553 ... 13.567 MHz	Media frecuencia (13.56 MHz, ISM), acoplamiento inductivo, ISO 14443, MIFARE, LEGIC..., smart labels (ISO	42 dB μ A/m

¹⁴ ISM (Industrial-Scientific-Medical) Bandas reservadas de radiofrecuencias internacionalmente para uso no comercial.

	15693, Tag-It, ICode,...) y control de artículos (ISO 18000-3).	
26.957 ... 27.283 MHz	Media frecuencia (ISM), acoplamiento inductivo, sólo aplicaciones especiales.	42 dB μ A/m
433 MHz	UHF (ISM), acoplamiento por backscatter, raramente usado para RFID.	10 ... 100 mW
868 ... 870 MHz	UHF (SRD), acoplamiento por backscatter, nueva frecuencia, sistemas bajo desarrollo.	500 mW, sólo Europa
902 ... 928 MHz	UHF (SRD), acoplamiento por backscatter, varios sistemas.	4 W – espectro ensanchado, sólo USA/Canadá.
2.400 ... 2.483 GHz	SHF (ISM), acoplamiento por backscatter, varios sistemas, (identificación de vehículos: 2.446 .. 2.454 GHz)	4 W – espectro ensanchado, sólo USA/Canadá, 500 mW. Europe
5.725 ... 5.875 GHz	SHF (ISM), acoplamiento por backscatter, raramente usado para RFID.	4 W USA/Canadá, 500 mW Europa

Tabla 3.1 - Rangos de frecuencia para RFID
Fuente: Herrera, 2005

Podemos ver en la figura 3.3 la banda ISM recoge un amplio grupo de frecuencias que se pueden usar en los sistemas RFID que son reservados para usos particulares.

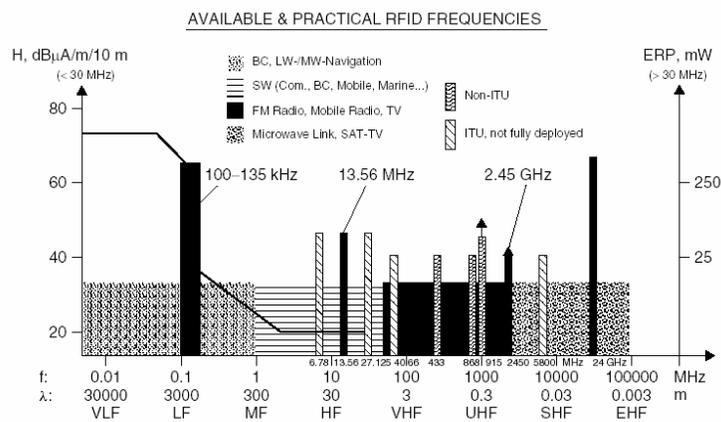


Figura 3.3 - Representación de la Banda de frecuencia ISM
Fuente: Herrera, 2005

3.2. DISEÑO Y MODELADO DE PROTOTIPO

El prototipo diseñado permite mostrar los escenarios donde se describirán la interacción de los elementos mediante herramientas UML¹⁵ como casos de uso, diagrama de secuencias, entre otros para los procesos de lectura y envío de información desde el tag hasta la base de datos.

3.2.1. OBJETIVO DEL PROTOTIPO

Como objetivo del prototipo es dar solución a los puntos descritos en el Capítulo I (Objetivos del tema de tesis) para la hipótesis planteada los componentes descritos serán consolidados con un esquema físico y lógico para su correcto funcionamiento. Se complementara con datos reales de lecturas recabadas de antenas lectoras del sistema B-SISA actualmente implementado y en funcionamiento mencionado en el Capítulo I tomando la información de lecturas y el margen de error que se puede recabar de vehículos que no se dio la lectura a la etiqueta RFID para generar la una tabla con datos estadísticos de lecturas de los vehículos.

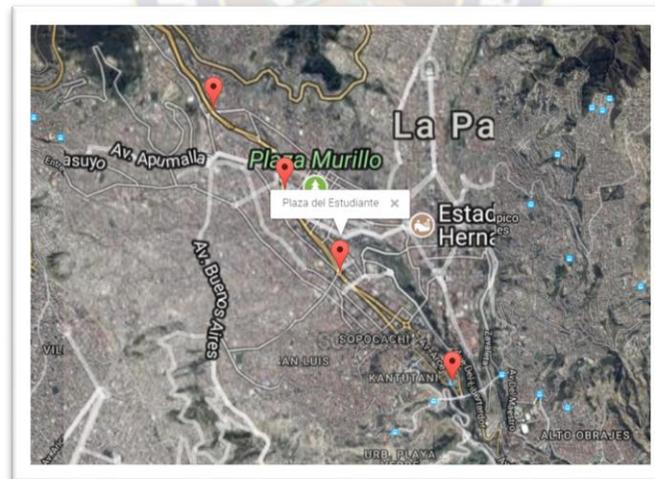


Figura 3.4 - Implementación de antenas con Georreferenciacion

Fuente: Elaboración Propia

¹⁵ UML Unified Modeling Language (Lenguaje Unificado de Modelado) lenguaje para modelado de software.

En la figura 3.4 se muestra como se implementa las antenas lectoras en puntos estratégicos utilizando la posición georeferencial para visualizar los lugares que están instaladas los puntos de control. En la aplicación se mostrara las rutas y las lecturas que tuvo el motorizado en su ruta.

3.2.2. CASOS DE USO

En la figura siguiente se muestra el caso de uso más relevante para el módulo de lectura del tag en el vehículo con la antena lectora.

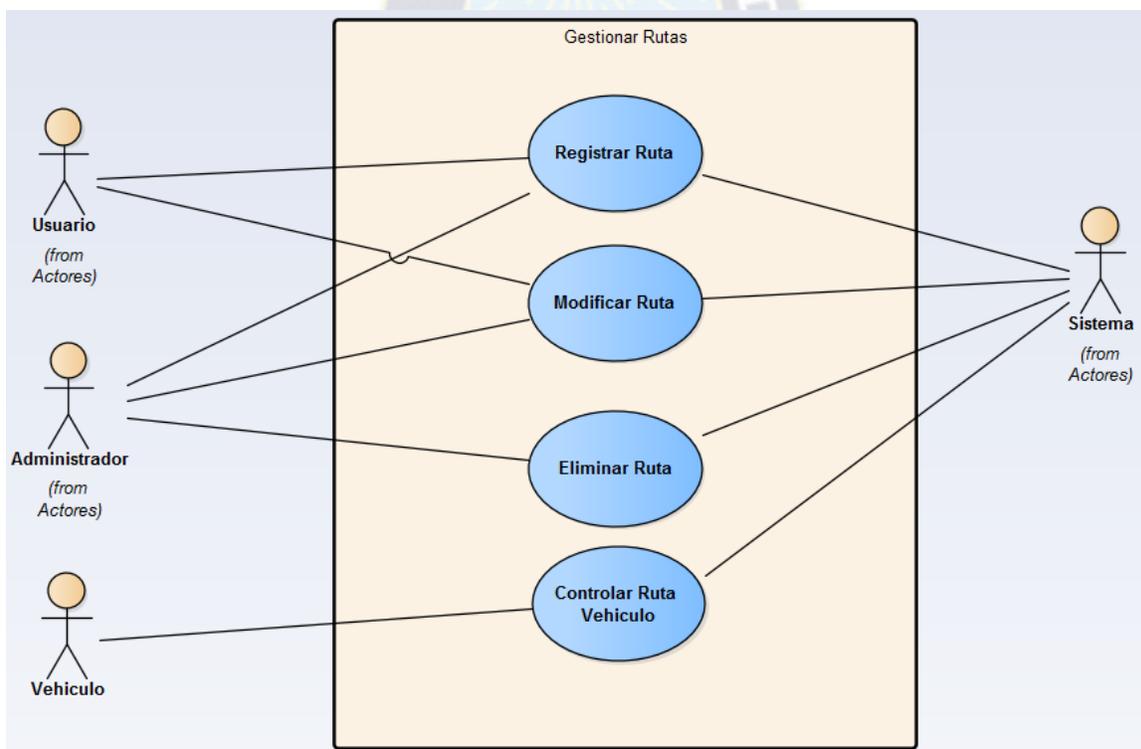


Figura 3.5 - Caso de uso de Control de Ruta Vehículo
Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3.2 a continuación se describe el caso de uso de la figura anterior

Nombre:	Controlar Ruta Vehículo
Actor:	Vehículo
Descripción:	Accede a la memoria de TID y USER
Flujo Principal:	Accede sucesivamente a la memoria de TID, EPC y USER, conforme la longitud de la memoria
Alternativa:	Ninguna
Precondición:	La etiqueta RFID debe estar presente frente al lector y antena RFID tomando en cuenta el rango de lectura
Post condición:	La memoria fueron leídos en su totalidad
Estados:	Objeto Etiqueta <ul style="list-style-type: none"> • Valor nulo en los atributos • Con datos en atributos

Tabla 3.2 - Descripción del caso de uso Controlar Ruta Vehículo

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3. DIAGRAMA DE SECUENCIA

En la figura 3.6 se muestra el escenario en el que se muestra los elementos que interactúan en la lectura de la etiqueta hasta él envió a la base de datos central.

Se toma en cuenta que el IdPuntoControl que es el identificador propio del punto de control que se asocia a un punto georeferencial a nivel de base de datos para la visualización de la información entre vehículo - punto de control.

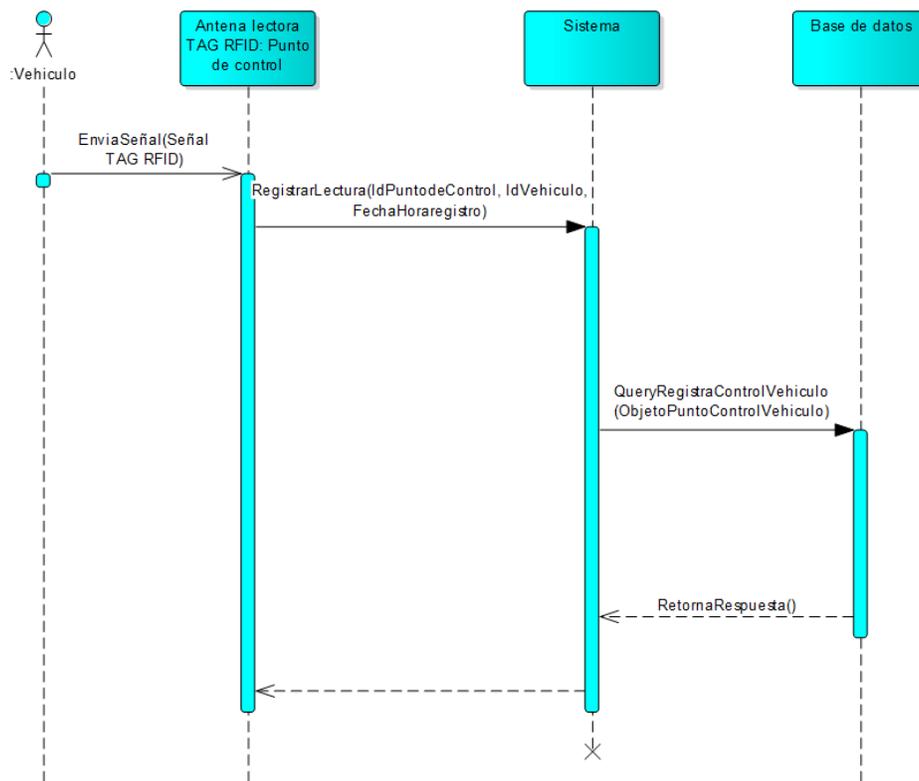


Figura 3.6 - Diagrama de secuencia de caso de uso Control de Ruta Vehículo
Fuente: Elaboración Propia

3.3. ESQUEMA FISICO

En esta sección se implementara y detallara los componentes de conexión y verificación de los medios para la lectura el correcto posicionamiento en distintos escenarios de calles como de doble vía una intersección de calles entre otros. Se detallara las características digitales, electrónicas entre otros necesarios para describir la lectura, envío de la información a nivel de tag y de la antena pasando por el protocolo HTTP y registrando el metadato en la base de datos.

3.3.1. ESTRUCTURA FISICA DE TECNOLOGIA RFID

En la figura 3.7 se muestra la interacción del vehículo con el punto de control o lector RFID mediante conexión inalámbrica, que es enviado a un lector el cual interpreta la información

recolectada por la antena seguidamente envía a un servidor el cual reenvía la información del vehículo, del servidor local y la hora de registro hacia un servidor central mediante protocolo HTTP por método POST para que la información enviada por motivos de seguridad.

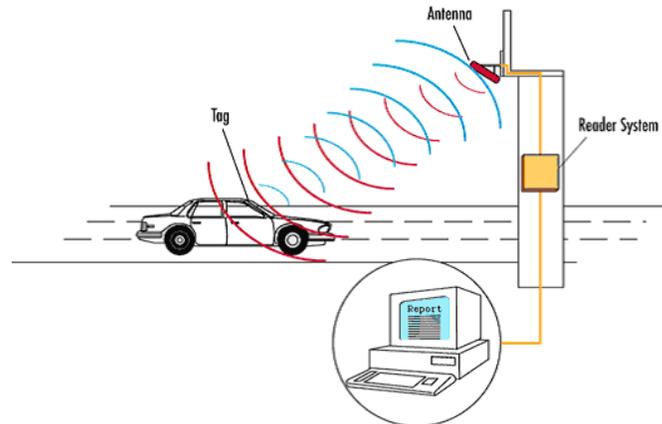


Figura 3.7 - Diseño físico de lectura de tag RFID

Fuente: Elaboración Propia

Se detallara los componentes a usar para el prototipo a continuación:



Figura 3.8 - Etiqueta RFID EPC C1G2

Fuente: Neogoly Corp.

En la figura 3.8 tenemos el tag RFID EPC C1G2 a utilizar para la lectura de la información que será adherido en el vehículo. El diagrama de componentes típico de una etiqueta RFID C1G2 que responde al protocolo ISO 18000-6C se detalla a continuación:

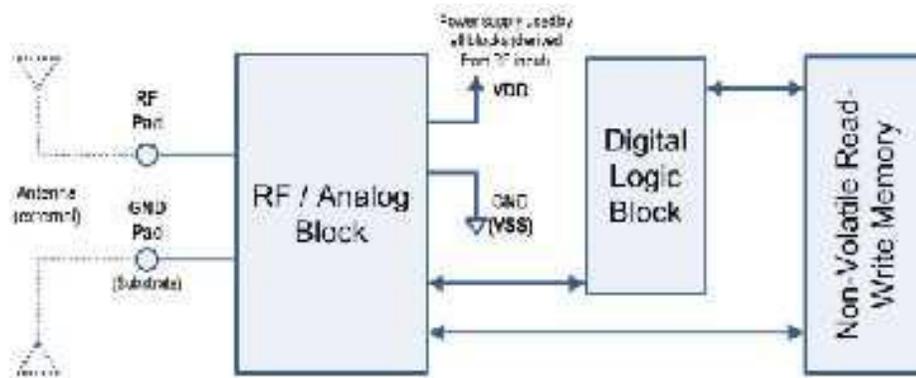


Figura 3.9 - Diagrama de bloques de la Etiqueta RFID Alien Higgs 3
Fuente: Technology A. H., 2014

Como se aprecia en la figura 3.9 existen cuatro secciones mostradas en bloques la primera corresponde a la antena del dispositivo misma que en función de la frecuencia está diseñada para energizar el dispositivo (receptionar y transmitir información - transeiver).

El segundo bloque interviene en la circuitería que contiene principalmente los circuitos de radio frecuencia y conversores análogo –digitales de la señal electromagnética. Adicionalmente tiene una etapa que permite integrar a una fuente de energía externa a circuito (VDD-VSS, GND) de ser necesario, para el caso presente con etiquetas RFID EPC C1G2 de tipo pasivo no aplica esta configuración.

El siguiente bloque contiene los circuitos que se encargan del procesamiento de la información digital para el direccionamiento de memoria, en integridad de los datos intercambiados, básicamente es el bloque de validación de datos.

Finalmente el último bloque es el bloque de almacenamiento, donde se consolidan las operaciones de lectura y escritura de tramos de bits que son procesados internamente en el dispositivo.

3.3.2. ESTRUCTURA INTERNA DE LOS BANCOS DE MEMORIA DE UNA ETIQUETA RFID EPC C1G2

El circuito integrado que es componente esencial de la etiqueta RFID contiene capacidades de almacenamiento en función de los bancos de memoria el cual influye en el tiempo de

acceso de lectura y escritura de la información sobre los espacios de memoria uno de los estándares de mercado basan sus característica de provisión bajo las etiquetas RFID EPC Clase1 Generación 2, el siguiente cuadro técnico de capacidades de almacenamiento y direcciones de memoria permite aclarar las características de la etiquetas RFID con las cuales se efectuaran las correspondientes pruebas:

Banco	Dirección memoria	Descripción	Memoria	Bits
User	00h - 1FFh	User	NVM30	512
TID	60h – BFh	Device Configuration	ROM/NVM	96
	20h - 5Fh	Unique Tag ID Unalterable	NVM	64
EPC	00h - 1Fh	TID EPC/TMD/TMDID/TMN	ROM ³¹	32
	20h - 7Fh	EPC #	NVM	96
	10h - 1Fh	EPC-PC	NVM	16
Reserved	00h - 0Fh	EPC-CRC	RAM ³²	16
	20h - 3Fh	RES-Access Pwd, EPC optional	NVM	32
	00h - 1Fh	RES-Kill Pwd	NVM	32

Tabla 3.3 - Estructura de memoria de una Etiqueta RFID Clase 1 Generación 2
Fuente: Technology A. H., 2014

En la tabla 3.3 se muestran las direcciones de memoria cuales efectúan los procesos de almacenar información del vehículo. Existe que existe tiempos promedios descritos por cada fabricante (RFID, 2014).

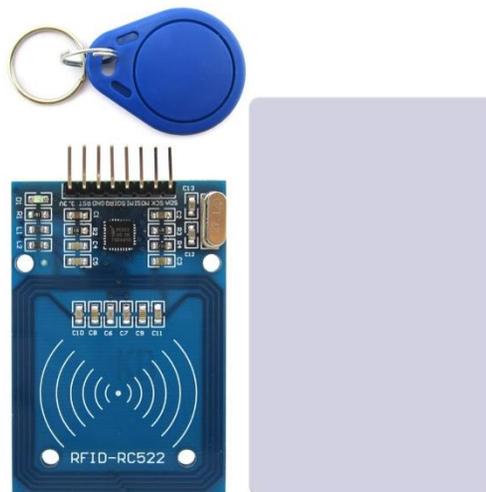


Figura 3.10 - Modulo RC522 y tags de llavero y tarjeta

Fuente: Elaboración Propia

La gráfica 3.10 se muestra los tags y el lector RFID RC522 que se complementa con el arduino nano para la recepción de datos.

En los apartados que tenemos a continuación vamos a sentar las bases y las aplicaremos para conseguir el diseño de un lector de RFID que pueda ser compatible con etiquetas del tipo EPC C1G2.

Lo primero que tendremos que hacer para poder lograr una correcta comunicación entre el lector y la etiqueta será seguir las especificaciones de las etiquetas en lo que al ámbito RF¹⁶ respecta. Así veremos qué tipo de modulación será la usada, los tiempos y velocidades de transmisión necesarios para tener éxito en la comunicación y otros aspectos que afectan a este ámbito.

Concluida las especificaciones se debe trasladar estas instrucciones a un hardware en este caso Arduino Nano v3 y una etiqueta RFID para la lectura de información y finalmente se debe entablar la comunicación (inicialmente se usara un PC para la recepción de los datos) para poder establecer la conversación entre el lector y las etiquetas que se encuentren en su área.

¹⁶ RF Radio Frecuencia

Para poder implementar el prototipo se usa el tag C1G2 que las características fueron detalladas anteriormente. La conexión entre el PC y la placa de arduino se realiza usando un puerto usb para poder recibir los datos que envía la placa mediante el software elaborado siendo un prototipo de alcance corto propuesto para demostrar la lectura de los tags.

3.3.3. CONEXIÓN RFID Y ENVIO DE DATOS

El diseño del prototipo mostrara la conexión de los equipos al ordenador o lector intérprete de las señales a continuación en la figura 3.11 se detallara la conexión del arduino NANO v3 con el lector RC522.

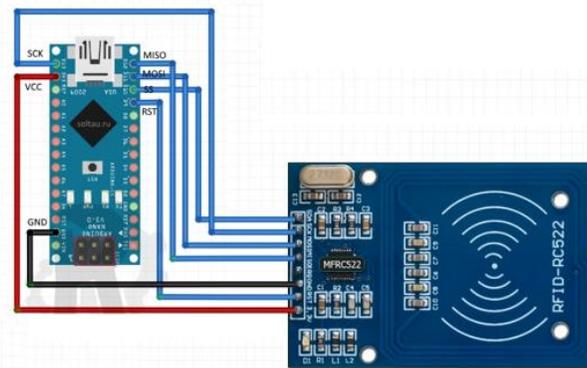


Figura 3.11 - Conexión Arduino Nano y Lector RC522

Fuente: Elaboración Propia

Para el envío de la información en la figura 3.12 se representa el esquema funcional del prototipo que manipula los datos desde la lectura del tag hasta el envío de los datos hacia la base de datos mediante el puerto serial usb y el protocolo HTTP.

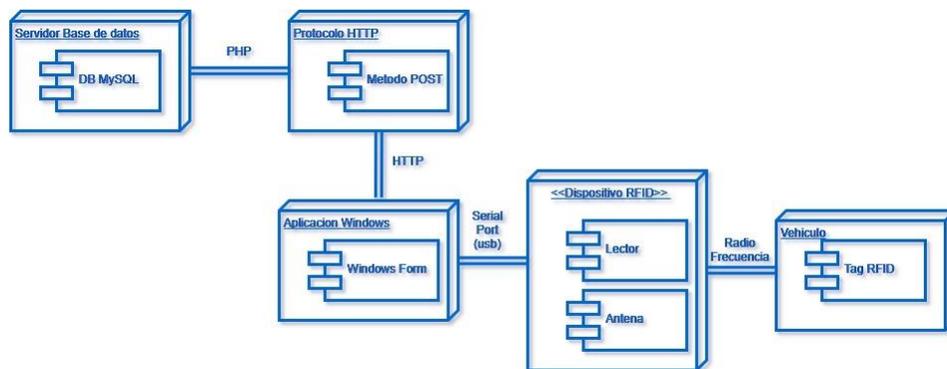


Figura 3.12 - Diagrama de lectura de Tag RFID

Fuente: Elaboración Propia

3.4. PRUEBA DE PROTOTIPO

Se realizó la conexión del prototipo con una computadora por puerto usb para lectura de los tag a prueba y el correcto funcionamiento y guardado de la información, en las figuras a continuación se mostrara las pruebas de conexión y lectura del prototipo detallando cada etapa desde la agregación y eliminación del tag del vehículo hasta el registro de la lectura.

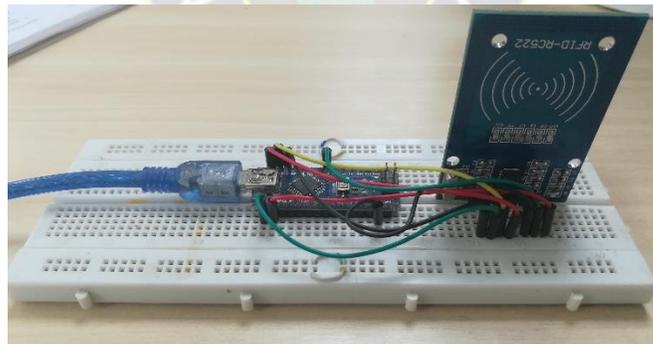


Figura 3.13 - Conexión Física de Arduino Nano y Lector RC255

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 3.13 anterior se aprecia en la conexión del prototipo a nivel físico para lectura de información para la demostración se usara el tag en forma de tarjeta el cual debe acercarse al lector esta recepcionara la información mediante radiofrecuencia como se puede apreciar en

la figura 3.14 y será enviada por usb al ordenador el cual la señal digital es interpretada por la aplicación.

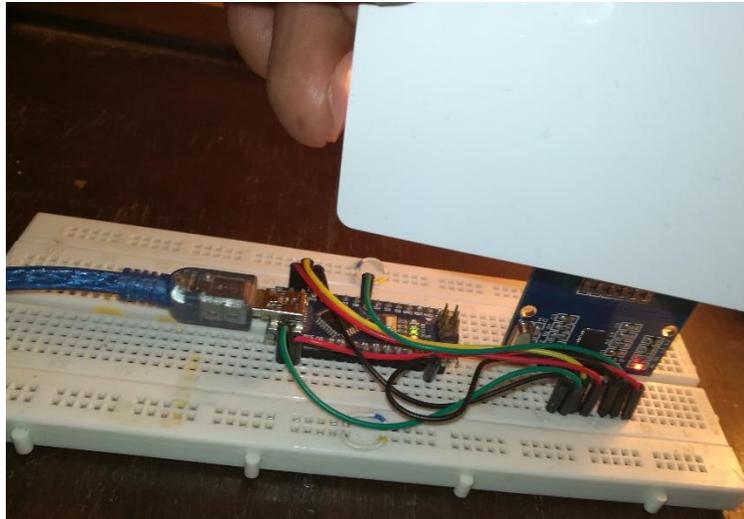


Figura 3.14 - Lectura de tag RFID con arduino

Fuente: Elaboración propia

3.4.1. PRUEBAS DE LECTURA

Se realiza el armado del arduino con el módulo RFID RC255 tomando en cuenta el cableado detallado en la figura 3.11, seguidamente se conecta mediante usb del arduino nano con la computadora ejecutando la aplicación diseñada en el lenguaje c# con Visual Studio 2012.

```
private void serialRecived(object sender, EventArgs)
{
    ListViewItem li = new ListViewItem();
    ListViewItem.ListViewSubItem tm = new ListViewItem.ListViewSubItem();
    tm.Text = DateTime.Now.ToString("h:mm:ss tt");
    tm.Text = DateTime.Now.ToString();
    li.SubItems.Add(tm);
    string IdPuntoControl = "PC1";
    string FechaRegistro = DateTime.Now.ToString();
    string IdVehiculo = li.Text;
    if (txtIdPuntoControl.Text.Length != 0)
    {
        txtIdPuntoControl.Enabled = false;
        if (!entries.ContainsKey(RxString))
        {
            li.ForeColor = Color.Red;
        }
    }
}
```

```

        li.Text = RxString;
        SoundPlayer simpleSound = new SoundPlayer();
        simpleSound.SoundLocation = @"c:\beep2.wav";
        simpleSound.Play();
        lblDatosEnviados.ForeColor = Color.Red;
        lblDatosEnviados.Text = IdPuntoControl + " " + IdVehiculo + "
" + FechaRegistro + "No registrado ";
        LogView.Items.Add(li);
    }
    else
    {
        li.ForeColor = Color.Green;
        li.Text = entries[RxString][0];
        EnviaDatos(li);
        SoundPlayer simpleSound = new SoundPlayer();
        simpleSound.SoundLocation = @"c:\beep7.wav"; ;
        simpleSound.Play();
        LogView.Items.Add(li);
    }
}
else
{
    MessageBox.Show("Seleccione un código de punto de control", "Alert");
}
}
}

```

Tabla 3.4 - Código fuente para lectura de tag en lenguaje C#

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3.4 se detalla el código fuente que recibe los datos del arduino por el puerto serial (usb) y el tag para luego enviar a un método que realiza la gestión hacia la base de datos se muestra el método para envío de la información.

```

private void EnviaDatos(ListViewItem li)
{
    string IdPuntoControl = txtIdPuntoControl.Text;
    string FechaRegistro = DateTime.Now.ToString();
    string IdVehiculo = li.Text;
    string URL = "http://localhost:8080/tesis/registra.php";
    string myParameters = "IdVehiculo=" + IdVehiculo + "&IdPuntoControl="
+ IdPuntoControl + "&FechaRegistro=" + FechaRegistro;

    using (WebClient wc = new WebClient())
    {
        wc.Headers[HttpRequestHeader.ContentType] = "application/x-www-
form-urlencoded";
        string HtmlResult = wc.UploadString(URI, myParameters);
        while (!HtmlResult.Contains("Guardado"))
        {
            HtmlResult = wc.UploadString(URI, myParameters);
        }
    }
}

```

```

    }
    lblDatosEnviados.ForeColor = Color.WhiteSmoke;
    lblDatosEnviados.Text = IdPuntoControl + " " + IdVehiculo + " " + FechaRegistro;
    }
}

```

Tabla 3.5 - Código fuente para envío de información de tag hacia servidor externo

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3.5 se muestra el envío de la información a un servidor externo mediante el protocolo HTTP con el identificador propio y único de la antena, el identificador propio del vehículo y la fecha y hora para su registro en la base de datos. A continuación se muestra las interfaces de las lecturas de los tags y los pasos que se detallan a continuación.

3.4.2. DETECCION DE TAG RFID PARA GESTION

Se muestra en la figura siguiente la captura de pantalla de inicio de la aplicación para gestión de los tags y poder registrar, eliminar y guardar la lectura la información se debe registrar primeramente el código propio del punto de control que será único la referencia para en el registro de la base de datos.

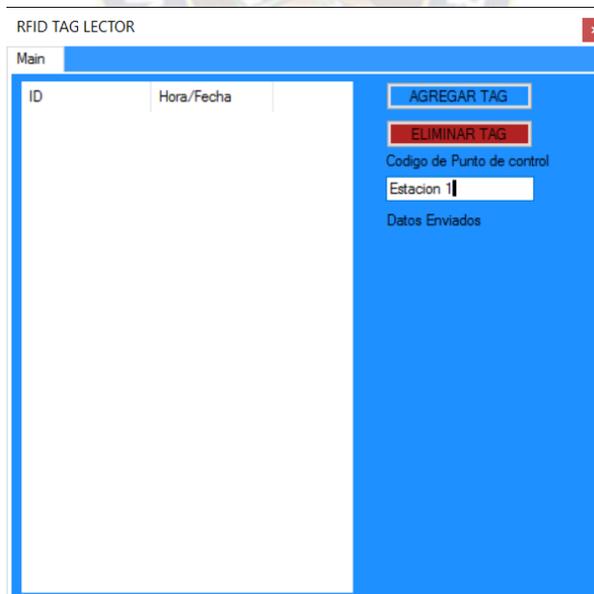


Figura 3.15 - Interfaz de lectura de tag

Fuente: Elaboración Propia

3.4.3. REGISTRAR UN TAG EN EL SISTEMA

Se tiene el botón AGREGAR TAG el cual despliega una alerta Esperando Tag método que solicita la lectura del tag a agregar que detalla la figura 3.16.



Figura 3.16 - Interfaz para Lectura de Agregación de tag

Fuente: Elaboración Propia

Realizada la lectura se tiene un panel con el dato del vehículo principal en el ejemplo se tiene la placa seguidamente se da en Agregar para finalizar su registro.

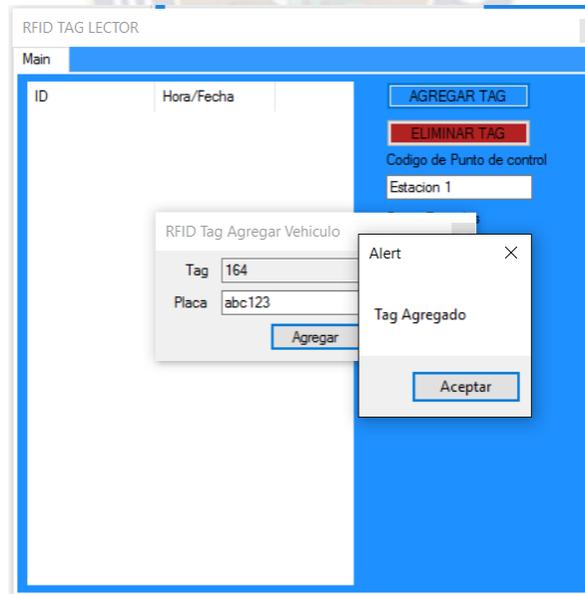


Figura 3.17 - Interfaz de Agregación de tag correcta

Fuente: Elaboración Propia

De la misma manera se elimina un tag solicitando la lectura del tag.

3.4.4. LISTADO DE LECTURAS DE TAG EN PUNTO DE CONTROL

En la gráfica siguiente se tiene las lecturas realizadas con la información de los tags de color verde y que están registrados, información que se lee es enviada a un servidor externo con una base de datos mediante el protocolo HTTP utilizado PHP y MySQL para la recepción de los datos y almacén de los datos.

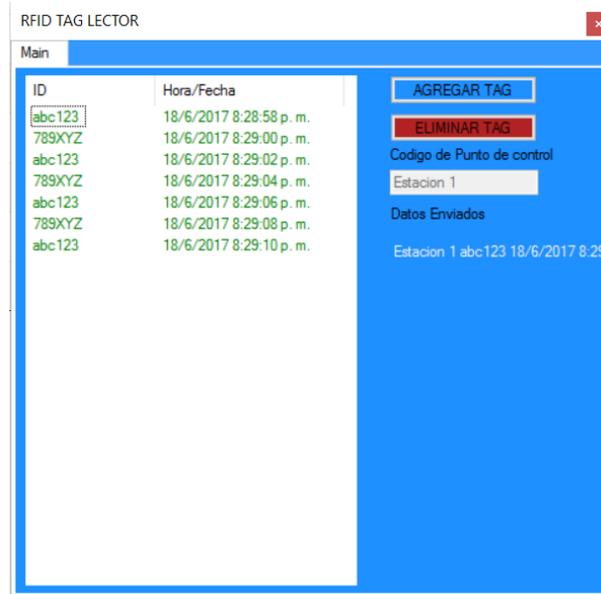


Figura 3.18 - Listado de lecturas de tags y registro de datos

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 3.19 se ve el listado de la información obtenida de las lecturas de la aplicación, se detalla los datos de la siguiente manera:

- Vehículo detalle del vehículo por ejemplo la PLACA.
- Código de Punto de control es el nombre del punto de control que está ligado a una georreferenciación de la ubicación del punto.
- Hora de registro del vehículo muestra el dato de la hora exacta que se registró la lectura.

show [10] entries

Vehículo	Codigo de Punto de control	Hora de registro del vehículo
789XYZ	Estacion 1	18/6/2017 8:29:00 p.
789XYZ	Estacion 1	18/6/2017 8:29:04 p.
789XYZ	Estacion 1	18/6/2017 8:29:08 p.
abc123	Estacion 1	18/6/2017 8:28:58 p.
abc123	Estacion 1	18/6/2017 8:29:02 p.
abc123	Estacion 1	18/6/2017 8:29:06 p.
abc123	Estacion 1	18/6/2017 8:29:10 p.

Showing 1 to 7 of 7 entries

Previous 1 Next

Figura 3.19 - Interfaz para el listado de lecturas en la aplicación externa
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 3.20 se muestra los puntos georreferenciales por donde transito el vehículo con la herramienta de Google Maps para mostrar las ubicaciones mediante mapas.

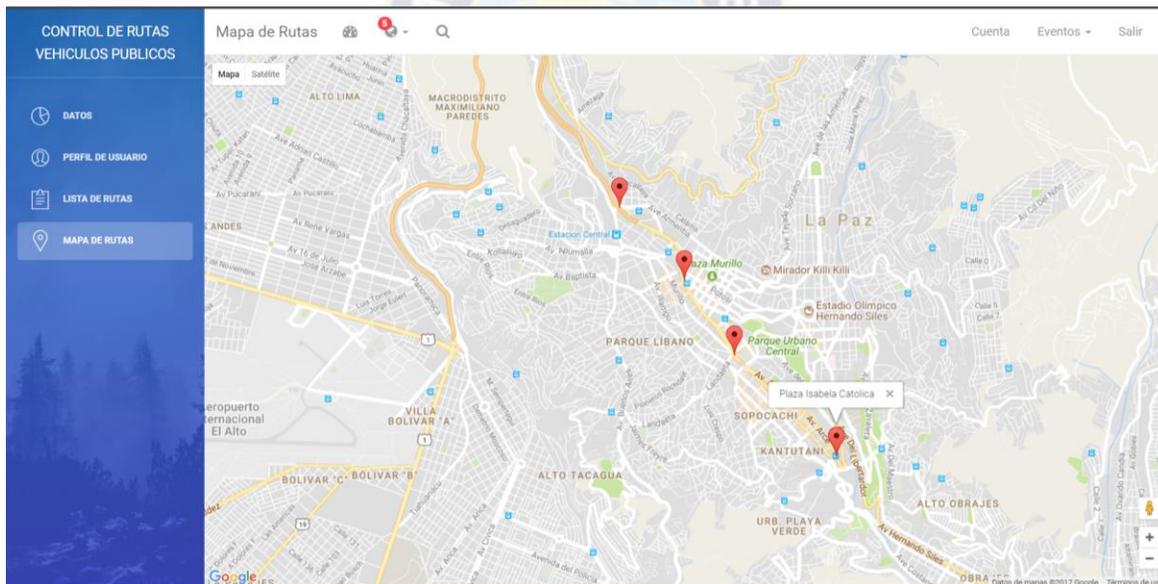


Figura 3.20 - Interfaz de ubicación de lecturas realizadas por vehículo
Fuente: Elaboración Propia

3.5. ANTENA DE LECTURA MASIVA RFID

A continuación se implementara como prueba de lecturas los datos leídos por antenas profesionales implementadas en el sistema B-SISA para poder sacar datos reales teniendo en

cuenta la cantidad de autos, la velocidad de vehículos los lugares en los que se recolecto los datos de los vehículos para demostrar la cantidad de lecturas por día, hora entre otros.



Figura 3.21 - Antena Alien Technology 8 dbi

Fuente: Elaboración Propia

Para el intercambio de información de los tags de los vehículos se utilizara el modelo de antenas marca Alien Technology como se muestra en la figura anterior.

Para un segundo escenario donde se utilizara como lector de tags un lector industrial de marca Pidion que se muestra en la figura 3.22 y se recabara lecturas de los vehículos haciendo lectura de los tags implementados por la Agencia Nacional de Hidrocarburos a continuación en un punto de la ciudad se realizara el tratamiento de la información para sacar datos estadísticos.



Figura 3.22 - Lector Pidion RFID

Fuente: Elaboración propia

La figura 3.23 nos muestra lecturas realizadas en un sector de la ciudad donde se evidencia la aglomeración de vehículos realizando lecturas promedio para verificar las lecturas en movimiento de los vehículos tomando las previsiones de estar en posición correcta y en el rango de lectura del tag implementados en los vehículos por el sistema B-SISA.



Figura 3.23 - Lectura de tags RFID con lector Pidion

Fuente: Elaboración Propia

3.5.1. LECTURA DE TAG EN MOVIMIENTO VIA NORMAL

En la figura 3.24 se muestra la lectura de la información de un tag en el caso de un via de carril normal sentido donde se tiene una antena en cada sentido de las vias para una lectura correcta de igual manera el vehiculo debera estar de frente hacia la antena.

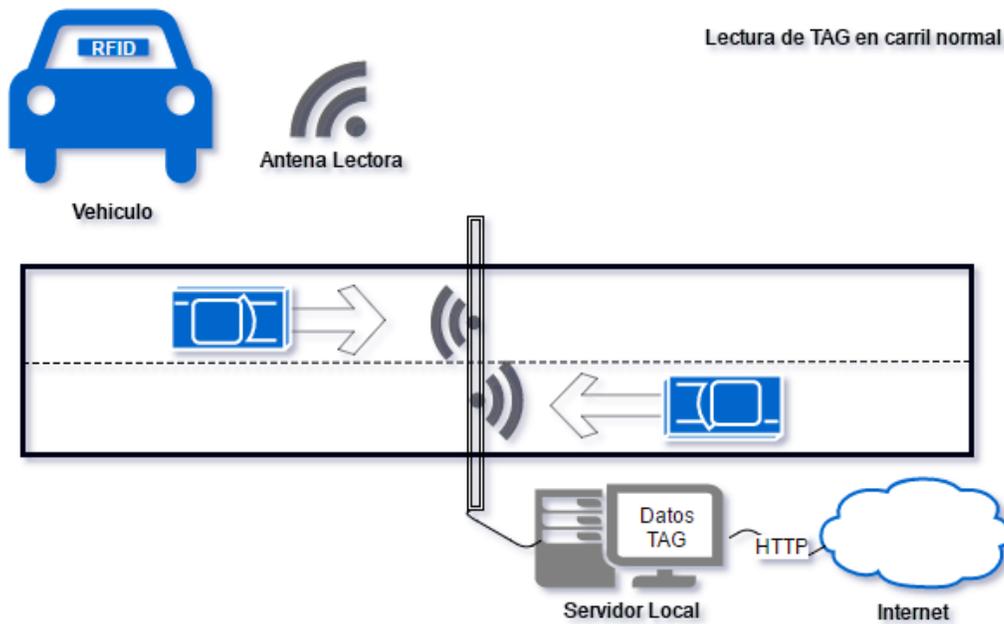


Figura 3.24 - Lectura de TAG en carril normal
Fuente: Elaboración Propia

3.5.2. LECTURA DE TAG EN MOVIMIENTO EN DOBLE VÍA

En la figura 3.25 se tiene un esquema de lectura de doble vía y doble carril tomando en cuenta que se necesita instalar una antena por cada lado de la vía se tiene lectura de los datos un requisito para la recepción de la información es la de que el vehículo este de frente hacia la antena con el tag puesto en el parabrisas.

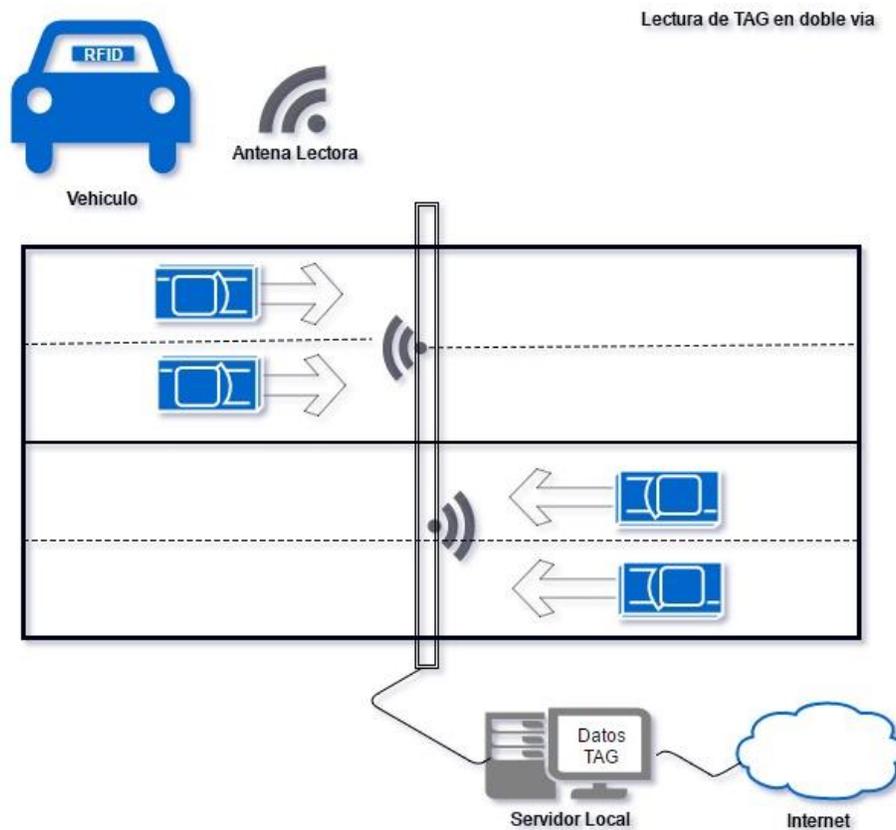


Figura 3.25 - Lectura de TAG en doble vía de doble carril
 Fuente: Elaboración Propia

3.5.3. LECTURA DE TAG EN INTERSECCION DE VIAS

El siguiente grafico muestra cómo se da lectura en una intersección de calles y la posición de las antenas lectoras para la correcta lectura de los tags la velocidad promedio que se tomó en cuenta de los motorizados es la de 20 km/hora por tratarse de una intersección.

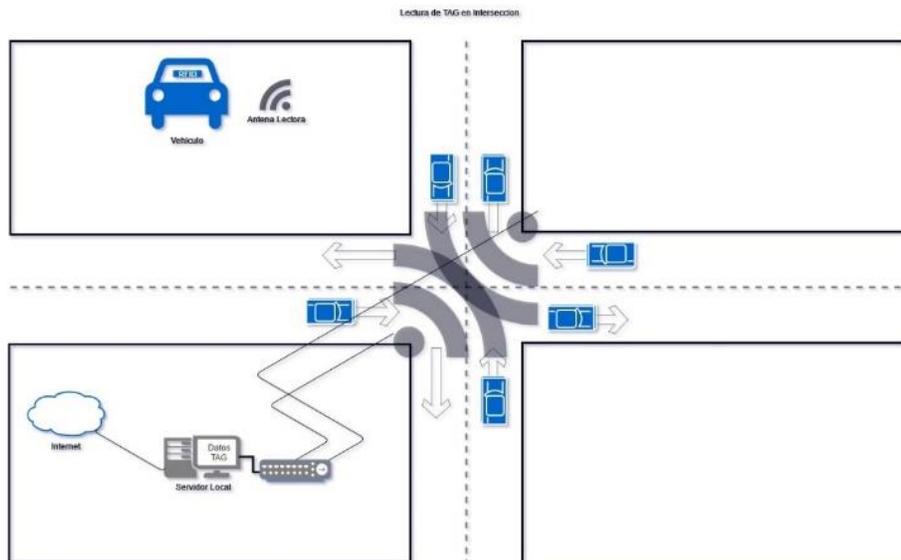


Figura 3.26 - Lectura de TAG en intersección de vías
Fuente: Elaboración Propia



CAPITULO IV

4. MARCO DE RESULTADOS

En el capítulo a desglosar se interpretara los datos recabados ya mencionados de lecturas de las antenas del sistema B-SISA tomando por datos las lecturas realizadas con antenas industriales implementadas por la Agencia Nacional de Hidrocarburos del total de vehículos que transitan por el área de lectura de la antena.

Se implementó de igual manera un prototipo basado en arduino para la lectura y envío de la información a un servidor para generar su ubicación geográfica relacionada al identificador de la antena conjuntamente con la información del motorizado para un tratamiento de los datos en la aplicación para relacionar vehículo - punto de control y ubicación geográfica como se mostró en el Capítulo III.

4.1. SITUACIÓN DE LAS LECTURAS

Las lecturas con el lector de marca Pidion se realizaron con normalidad teniendo lecturas que se detallaran a continuación:

- Horario: 13:00 – 14:00
- Av. del Ejercito
- Temperatura 19°C.
- Antena: Pidion
- Velocidad promedio: 20 Km/hora

Las lecturas que se realizan con las antenas del sistema B-sisa son constantemente las veinticuatro horas del día del cual se tomó la lectura de un rango de un día, se detalla la situación de la información continuación:

- Horario: 24 Horas
- Av. Campos
- Numero de antenas: una antena lectora Alien Technology
- Velocidad promedio: 20 Km/hora.

4.2. ANALISIS DE LECTURAS

El prototipo pasa por procesos descritos en los casos de uso del Capítulo II. Mostrando el traslado de la información desde el tag hasta el servidor local de la antena seguidamente hacia el servidor externo propuesto con la herramienta de diagrama de secuencia. Se realizó las lecturas en dos escenarios de con dos diferentes modelos de antenas tomando en cuenta el total de lecturas y vehículos.

4.3. RESULTADOS DE LECTURAS DE ANTENAS

La tabla 4.1 se detalla los resultados obtenidos de la lectura del lector Pidion resaltando la lectura de 1135 vehículos aproximadamente por aglomeración de vehículos se puede notar las lecturas pueden variar por causas fuera de la que se detallaran en adelante.

Caso de prueba	Tiempo	Cantidad de lecturas	Cantidad de vehículos	Vehículos no detectados	Porcentaje de diferencia	Tiempo promedio de respuesta en lectura
Carril individual (Av. del Ejército)	1 h	1135	1152	17	0,015	0,00067

Tabla 4.1 - Tabla de resultados de lector Pidion
Fuente: Elaboración Propia

La tabla 4.2 lista los datos obtenidos de la lectura de la antena Alien Technology de lector de en las lecturas de pruebas tomando en cuenta aspectos de movimiento, cantidad y distancia.

Se detalla los resultados:

Caso de prueba	Tiempo	Cantidad de lecturas	Cantidad de vehículos	Vehículos no detectados	Porcentaje de diferencia	Tiempo promedio de respuesta en lectura
Carril individual (Av. Campos)	24 h	13673	13851	178	0,013	0,00067

Tabla 4.2 - Resultados obtenidos de lecturas de antenas marca Alien Technology a distancia de 15 Mts.

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados reflejados en la tabla hacen una diferencia de decimales en porcentaje entre las dos antenas industriales teniendo un porcentaje de no lecturas por diferentes razones que se detalla a continuación:

- Dañado del tag.
- Los vehículos se interpusieron lo cual causa la intervención de la radio frecuencia entre vehículos.
- El tag se encontraba en un ángulo incorrecto.
- El motorizado transito fuera del rango de lectura.

La contratación del resultado hallado indica que el tiempo incrementado de lecturas en movimiento es del 0.013% a 0.015% mismo que es muy menor. El cual refleja que se acepta la tecnología RFID para un control de vehículos teniendo un margen de error muy bajo teniendo en cuenta que en la actualidad no se tiene un mecanismo automático para el control de los mismos teniendo que se hace el control por personal de la alcaldía o policía de tránsito.

4.4. ESTADO DE LA HIPÓTESIS

Para la comprobación del estado de la hipótesis se demuestra que mediante la tecnología RFID y el uso de software se logra hacer un control de las rutas de los vehículos públicos y

que se aplica un margen de error de lecturas causadas por algún medio externo a la tecnología citada en el subtítulo anterior.

El resultado encontrado determina que la implementación de la tecnología resulta factible, puesto que el margen de error de no leer los tags es menor al 1% demostrando en un entorno de pruebas y lecturas en vías de la ciudad conlleva a definir la factibilidad técnica de usar como solución al no cumplimiento de rutas al servicio público.

4.5. CONCLUSIONES

Se desarrolló un sistema simulado con datos de vehículos verificando la conectividad de la tecnología RFID logrando cumplir con los siguientes objetivos:

- Durante el desarrollo y se cumplió el uso de la tecnología planteada al inicio del proyecto llegando a combinar el uso de RFID y software para un control vehicular.
- Se logró crear la aplicación para el registro y gestión de vehículos y rutas como el registro entre el vehículo y el TAG.
- El uso de la aplicación permite al usuario gestionar y controlar el servicio que brinda los vehículos públicos a la sociedad.
- El uso del TAG RFID es de uso muy simple ya que solo necesitan pasar en un rango determinado para que la antena lectora detecte y registre la información del automóvil.
- El usuario del transporte público tiene una mayor confianza con los vehículos que implementan el uso de la tecnología generando un mejor servicio y descongestionando las calles por que los vehículos no retornan a las zonas con más afluencia de pasajeros sin terminar la ruta designada.
- El uso de una plataforma web y la arquitectura implementada hace que la escalabilidad sea de mayor facilidad y de acceso con cualquier dispositivo ya sea móvil o escritorio.

4.6. RECOMENDACIONES

- La principal recomendación es la de adoptar el uso de la tecnología RFID para un control mayor no solo en inventarios o como el objetivo del proyecto actual si no para el control de objetos, personas o animales permitiendo generar a los desarrolladores de software generar aplicaciones para un control total incrementando desde la seguridad hasta la recolección de datos masivos para el uso de minería de datos para la toma de decisiones en el comportamiento de los mismos.
- Implementar el sistema en principio en una zona para poder mostrar los beneficios para los usuarios tomando en cuenta algún sindicato de transporte para reflejar como muestra hacia una población mayor.

4.7. LINEAS FUTURAS DE INVESTIGACION

Las aplicaciones que se pueden aplicar a la tecnología RFID son de gran variedad desde usar en control de animales hasta en personas de tercera edad que tiene como investigación se podría aplicar en colegios, hospitales entre otros para hacer el control de personas y objetos.

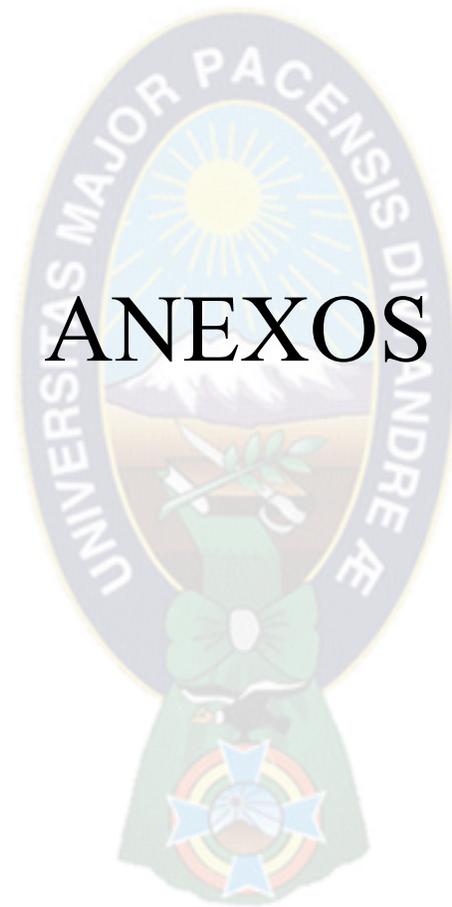
La presente investigación se puede mejorar de tal manera que se puede usar tecnologías emergentes actualmente usadas en grandes empresas de desarrollo de software como por ejemplo usar un gestor de base de datos NoSQL u orientada a grafos el cual responde a grandes concurrencia de peticiones a base de datos optimizando la velocidad de gestión de metadato utilizando también servidores basados en javascript como NodeJS para una gestión de cliente servidor más eficaz y eficiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo V. & García A. & Sandino J. (2004). *Sistema de registro y control de salida de elementos mediante dispositivos RFID*. Pontificia Universidad Javeriana, Colombia.
- Almonaci L. (2007). *Estudio de factibilidad para implementar tecnología RFID en biblioteca Miraflores*. Universidad Austral de Chile, Chile.
- Antenna Circuit Design for RFID Applications*, Youbok Lee. Ph.D. Microchip Technology Inc.
- Alvarado J. (2008) *Sistema de control de acceso con RFID*. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México.
- Benítez B. (2016). *Mecanismos de personalización de etiquetas RFID con firma dinámica – JetFD EPC*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Finkenzeller, K. (2010). *Rfid Handbook - Fundamentals and Applications in Contactless Smart cards, Radio Frequency Identification and Near Field Identification*. United Kingdom: John Wiley & Sons Inc.
- Guillen, G. A. (2013). *Desarrollo de un sistema exportable de confianza corporativa. Aplicación a entornos de trazabilidad de productos*. Universidad de Zaragoza.
- Gutiérrez D. (2004). *Métodos de desarrollo de software*. Universidad de los Andes, Venezuela.
- Impinj. (08 de 2014). <https://www.impinj.com>. Obtenido de <https://support.impinj.com/>
- Impinj, I. (2012). *RFID circuit with data exchange protocol ISO 18000-6C*. Obtenido de http://www.integral.by/eng/download/3267/IZ2818-5_TC_E_v1.pdf
- José C. (2005) *Estudio, diseño y simulación de un sistema de RFID basado en EPC*. Universidad Politécnica de Catalunya, España.

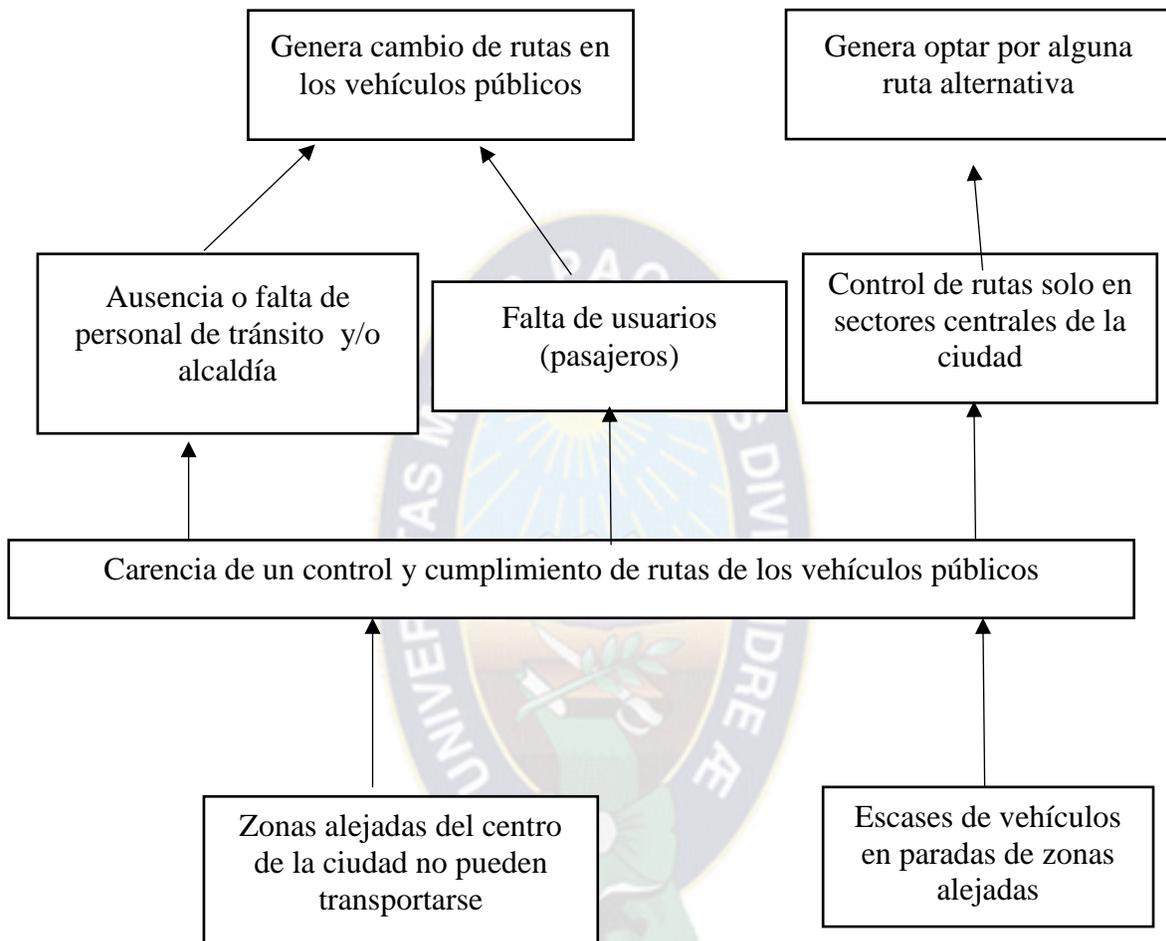
- Pressman R. & McGraw H. (2004). *Análisis orientado a objetos ingeniería de software*.
- Libera. (2010). RFID: Tecnología, Aplicaciones y Perspectivas. *Libera, Whitepaper serie*.
- Serna R. (2012). *Implantación de un sistema RFID para obtener trazabilidad en la cadena de suministros*, Universitat Politècnica de Catalunya, España





ANEXOS

ÁRBOL DE PROBLEMAS



ÁRBOL DE OBJETIVOS

