



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
TELECOMUNICACIONES Y REDES**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
COMUNICACIÓN INALÁMBRICO PARA LA
IDENTIFICACIÓN Y BÚSQUEDA DE AUTOMOTORES
INTEGRABLES A UNA RED DE VIDEO VIGILANCIA
UTILIZANDO VISIÓN ARTIFICIAL”**

Trabajo de titulación

Tipo: **Proyecto Técnico**

Presentado para optar al Grado Académico de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y
REDES**

AUTORES: DAVID TORIBIO MASAQUIZA CAIZABANDA
 PAUL BLADIMIR MAYANZA BALLA

Riobamba-Ecuador

2019



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
TELECOMUNICACIONES Y REDES**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
COMUNICACIÓN INALÁMBRICO PARA LA
IDENTIFICACIÓN Y BÚSQUEDA DE AUTOMOTORES
INTEGRABLES A UNA RED DE VIDEO VIGILANCIA
UTILIZANDO VISIÓN ARTIFICIAL”**

Trabajo de titulación
Tipo: **Proyecto Técnico**

Presentado para optar al Grado Académico de:
**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y
REDES**

AUTORES: DAVID TORIBIO MASAQUIZA CAIZABANDA
PAUL BLADIMIR MAYANZA BALLA

DIRECTOR: ING. JOSÉ ENRIQUE GUERRA SALAZAR

Riobamba-Ecuador
2019

© David Toribio Masaquiza Caizabanda y Paul Bladimir Mayanza Balla

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, David Toribio Masaquiza Caizabanda y Paul Bladimir Mayanza Balla, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
Riobamba, 06 de diciembre de 2019

David Toribio Masaquiza Caizabanda
180481070-1

Paul Bladimir Mayanza Balla
060519489-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y
REDES

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Técnico **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y BÚSQUEDA DE AUTOMOTORES INTEGRABLES A UNA RED DE VIDEO VIGILANCIA UTILIZANDO VISIÓN ARTIFICIAL**, realizado por el señor **DAVID TORIBIO MASAQUIZA CAIZABANDA** y por el señor **PAUL BLADIMIR MAYANZA BALLA**, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Mónica Zabala

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. José Guerra

**DIRECTOR DE TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Ing. José Luis Tinajero

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

A Dios por darme la fortaleza y la sabiduría para que en cada paso de mi vida tome las mejores decisiones, a mis padres Marcela Caizabanda y Andrés Masaquiza que siempre estuvieron conmigo apoyándome dándome palabras de aliento para seguir con cada propósito planteado en mi vida, y a mis tíos quienes siempre me brindaron su apoyo en cada instante de mi vida.

David

A Dios por darme la fortaleza para alcanzar mis metas, a mi madre Maria Balla por siempre apoyarme y guiarme en todas las etapas de mi vida, por sus consejos, por sus palabras de aliento, por el amor y el cariño que me motivaron a cumplir todos mis objetivos. A mis hermanos que supieron transmitirme sus conocimientos, sus ideas, que me ayudaron en esta etapa profesional, a mis primos que fueron y siempre serán los que alegran el hogar, a toda mi familia que siempre estuvo atenta a lo largo de esta grandiosa experiencia.

Paul

AGRADECIMIENTO

A Dios, por su infinito amor y bondad.

A mi querida Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y Escuela de Ingeniería en Electrónica, Telecomunicaciones y Redes por ser mi segundo hogar, por abrirme sus puertas y ser mí templo del saber.

A mis profesores y área administrativa que con su paciencia y desempeño me formaron académicamente compartiéndome sus conocimientos, en especial a mi tutor al Ingeniero José Guerra.

David

Paul

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xiii
RESUMEN.....	¡Error! Marcador no definido.
ABSTRACT.....	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1 Sistema de Video Vigilancia IP.....	4
1.1.1 <i>Sistemas de Reconocimiento Automático de Placas (ANPR)</i>	5
1.2 Análisis de los sistemas ANPR en el país.....	6
1.2.1 <i>Análisis de sistemas ANPR realizados en Riobamba</i>	7
1.3 Sistema de comunicaciones.....	8
1.3.1 <i>Red de Comunicación Inalámbrica</i>	9
1.4 Topología de la Red.....	12
1.5 Calidad de servicio en una red inalámbrica.....	13
1.6 Tarjetas de desarrollo de la Red Inalámbrica para el reconocimiento de placas.	13
CAPÍTULO II	15
2. DISEÑO DEL sistema dE RED INalámbrico.....	15
2.1 Requerimientos de CarView.....	15
2.1.1 <i>Arquitectura general del sistema de red inalámbrico CarView</i>	15
2.1.2 <i>Diseño de la Arquitectura de CarView</i>	17
2.2 Selección de elementos electrónicos que conforman CarView	19
2.2.1 <i>Raspberry Pi 3 Modelo B+</i>	19

2.2.2	<i>Antena Ubiquiti NanoStation Loco M2</i>	20
2.2.3	<i>Sensor ultrasónico HC-SR04</i>	21
2.2.4	<i>Cámara de Red Altek</i>	22
2.2.5	<i>Batería</i>	23
2.2.6	<i>Router Inalámbrico TP-Link TL-WR740N</i>	24
2.3	Esquema de conexión del Sistema de red inalámbrico	24
2.3.1	<i>Diagrama de conexión de la Etapa de Procesamiento de Imágenes</i>	25
2.3.2	<i>Requerimiento software para la etapa de Procesamiento de Imágenes</i>	26
2.3.2.1	<i>Herramientas de software</i>	26
2.3.3	<i>Librerías utilizadas en la etapa de Procesamiento de imágenes</i>	27
2.3.4	<i>Diagrama de flujo</i>	28
2.3.5	<i>Diagrama de conexión de la etapa de Transmisión de Datos</i>	29
2.3.6	<i>Requerimiento software para la etapa de Transmisión</i>	30
2.3.6.1	<i>Herramientas de software</i>	30
2.3.7	<i>Diagrama de flujo</i>	30
2.3.8	<i>Requerimiento software para la etapa de Supervisión de la Información</i>	31
2.3.8.1	<i>Herramientas de software</i>	32
2.3.9	<i>Librerías utilizadas en la etapa de supervisión de la información</i>	34
2.3.10	<i>Diagrama de flujo</i>	35
2.3.11	<i>Presentación y visualización de información de CarView</i>	36
CAPÍTULO III		40
3.	ANÁLISIS Y RESULTADOS	40
3.1	Sistema de red Inalámbrico CarView	40
3.2	Pruebas de Simulación de escalabilidad del prototipo	41
3.3	Validación del sistema de red inalámbrico CarView	43
3.3.1	<i>Reconocimiento de caracteres de las placas vehiculares</i>	45
3.3.2	<i>Repetitividad del sistema de red inalámbrico</i>	46
3.4	Pruebas de comunicación inalámbrica	49
3.4.1	<i>Cobertura de la red inalámbrica</i>	49

3.4.2	<i>Calidad de servicio en la red inalámbrica</i>	52
3.4.3	<i>Tiempo de publicación de la información</i>	55
3.4.4	<i>Pruebas de almacenamiento en la base de datos, servidor FTP y página Web ...</i>	57
3.4.5	<i>Envío de mensajes de alerta.....</i>	58
3.5	Consumo de corriente de CarView	59
3.6	Análisis de costos de CarView	60
	CONCLUSIONES.....	61
	RECOMENDACIONES.....	62

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Versiones del Estándar IEEE 802.11.....	12
Tabla 2-1:	Características de las topologías de red.....	12
Tabla 3-1:	Características de las tarjetas de desarrollo	14
Tabla 1-3:	Resultados de imágenes capturadas en relación distancia - velocidad.....	43
Tabla 2-3:	Reconocimiento de caracteres de las placas vehiculares.....	45
Tabla 3-3:	Repetitividad de reconocimiento de placas del automóvil	48
Tabla 4-3:	Ubicación geográfica de cada nodo.....	49
Tabla 5-3:	Intensidad de la señal	52
Tabla 6-3:	Resultados obtenidos de prueba de ancho de banda.....	55
Tabla 7-3:	Tiempo total de retardo	56
Tabla 8-3:	Consumo de corriente de CarView.....	59
Tabla 9-3:	Análisis de costos de CarView	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Arquitectura del sistema de video vigilancia IP.	4
Figura 2-1:	Componentes de un Sistema ANPR.	5
Figura 3-1:	Ubicación de la cámara(izquierda). Soporte para la cámara (derecha).	7
Figura 4-1:	Cámara instalada (izquierda). Sistema supervisado por personal de guardianía (derecha).	8
Figura 5-1:	Estructura de un sistema de comunicaciones	8
Figura 6-1:	Clasificación de las redes inalámbricas	9
Figura 7-1:	(a) Estructura del estándar 802.11. (b) Implementaciones del estándar 802.11	10
Figura 8-1:	Trama MAC del estándar 802.11	11
Figura 1-2:	Arquitectura del sistema CarView.....	16
Figura 2-2:	Diagrama de bloques de la etapa de Procesamiento de Imágenes.....	17
Figura 3-2:	Diagrama de bloques de la etapa de transmisión de datos.	18
Figura 4-2:	Diagrama de bloques de la etapa de supervisión de la información.....	19
Figura 5-2:	Raspberry Pi 3 Model B+	19
Figura 6-2:	Antena Ubiquiti NanoStation Loco M2.	20
Figura 7-2:	Sensor Ultrasónico HC-SR04.....	21
Figura 8-2:	Cámara de red ALTEK.....	22
Figura 9-2:	Batería	23
Figura 10-2:	Router Inalámbrico TP-Link TL-WW740N.....	24
Figura 11-2:	(a) Diagrama de conexión raspberrry y sensores (b) Diagrama de conexión de la etapa de Procesamiento de Imágenes.	26
Figura 12-2:	Diagrama de flujo de la etapa de Procesamiento de Imágenes.....	28
Figura 13-2:	Esquema de la etapa de Transmisión de Datos.....	29
Figura 14-2:	Diagrama de flujo de la etapa de Transmisión de Datos.	31
Figura 15-2:	Modelo entidad-relación de la Base de Datos	33
Figura 16-2:	Información almacenada en la Tabla seguimiento_vehiculos.	34
Figura 17-2:	Diagrama de flujo de la etapa de supervisión de la información.....	35
Figura 18-2:	Página Web registro nuevo usuario.....	36
Figura 19-2:	Presentación de la página Web (registro vehículo)	37
Figura 20-2:	Página reporte de robo del vehículo.	37
Figura 21-2:	Página administrador.....	38
Figura 22-2:	Página Web (administrador). (a) Registro de cámaras de red. (b) Monitoreo de vehículos. (c) Envío y recepción de correo electrónico.....	39

Figura 1-3:	Elementos que componen CarView	40
Figura 2-3:	Topología en estrella con 55 nodos.....	41
Figura 3-3:	Resultado tiempo de retardo.....	42
Figura 4-3:	Resultado de ancho de banda.	42
Figura 5-3:	Validación del sistema CarView	44
Figura 6-3:	Automóvil evaluado de placa PBI 7805	47
Figura 7-3:	(a) Ubicación geográfica de nodos. (b) Simulación de cobertura de los nodos	50
Figura 8-3:	Visualización de canales con Wi-fi Analyzer	51
Figura 9-3:	Cliente paquetes enviados (izquierda). Paquetes recibidos en el Servidor FTP (derecha).....	53
Figura 10-3:	Pruebas de ancho de banda.....	54
Figura 11-3:	Latencia de conexión al servidor desde el nodo	55
Figura 12-3:	Tiempo de respuesta en la búsqueda de una placa robada en la base de datos..	56
Figura 13-3:	Verificación de información (a)Servidor FTP (b) base de datos MySQL (c) Página web	58
Figura 14-3:	Opción de búsqueda emitida por la página Web.	58
Figura 15-3:	Email de notificación de robo enviado.	59

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Datasheet de los elementos utilizados para la construcción del sistema de red inalámbrico.
- Anexo B:** Programación del sistema de red inalámbrico.
- Anexo C:** Configuración de la antena Ubiquiti Loco M2
- Anexo D:** Programación de la página Web

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ANPR	Automatic Number Plate Recognition - Reconocimiento Automático de Número de Placa.
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos.
ANT	Agencia Nacional de Tránsito.
CTE	Comisión de Tránsito del Ecuador.
OCR	Reconocimiento óptico de caracteres.
KNN	k-Nearest Neighbor- Vecino más cercano
IP	Internet Protocol – Protocolo de Internet
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers – Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.
AP	Access Point – Punto de Acceso.
FTP	File Transfer Protocol – Protocolo de Transferencia de Archivos.
WLAN	Wireless Local Area Network - Red Inalámbrica de Área Local.
WiFi	Wireless Fidelity – Fidelidad Inalámbrica.
SGBD	Sistema Gestor de Base de Datos.
BPS	Bits por segundo.
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
QoS	Calidad de Servicio.
LAN	Red de Acceso Local.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue implementar un sistema de comunicación inalámbrico para la identificación y búsqueda de automotores integrables a una red de video vigilancia utilizando visión artificial. Con la revisión bibliográfica de los sistemas de videovigilancia sobre el protocolo de internet (IP) con aplicaciones de reconocimiento automático de placas existentes, se diseñó un sistema de red inalámbrico con topología en estrella que captura las placas de los automotores automáticamente. El sistema fue implementado mediante la etapa de procesamiento de imágenes consta de una cámara, dos sensores y una tarjeta de desarrollo, que interactúan mediante el lenguaje de Python. La etapa de transmisión de datos utiliza dos antenas para el envío de la información bajo el estándar IEEE 802.11 (Wi-Fi). La etapa de supervisión recibe la información enviada por el servidor de transferencia de archivo (FTP) y es alojado en un servidor Web que es enviada por internet. El prototipo propuesto emite un correo electrónico a una Unidad de policía comunitaria (UPC) previamente definido, cuando se registre un robo de un automotor. Se desarrolló una página Web en CPANEL bajo el lenguaje PHP, donde diferentes niveles de usuarios pueden acceder para registrarse y supervisar la información generada. Se realizó una revisión experimental para validar el funcionamiento del sistema de red inalámbrico con diez muestras. Se comprobó que el prototipo no tiene errores de procesamiento de imágenes y obtención de caracteres de la placa, demostrando así que el sistema implementado es competitivo con equipos comerciales de similares características. En la simulación se demostró su escalabilidad hasta 55 nodos sin sobre carga del enlace de 6 Mbps. Se concluye que el prototipo constituye una herramienta de ayuda para la identificación y búsqueda de un automotor en tiempo real. Se recomienda ampliar el periodo de pruebas para identificar posibles mejoras al prototipo.

Palabras Clave: <TELECOMUNICACIONES>, <COMUNICACIONES INALÁMBRICAS>, <RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DE MATRICULAS>, <VISIÓN ARTIFICIAL>, <PROCESAMIENTO DE IMÁGENES>, <IEEE 802.11>, <SERVIDOR DE TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS>.



ABSTRACT

The objective of the research was to implement a wireless communication system for the identification and search of cars that can be integrated into a video monitoring network using artificial vision. By the bibliographic review of the video monitoring systems over the internet protocol (IP) with automatic recognition applications of existing boards, a wireless network system with star topology was designed to automatically captures the license plates of the cars. The system was implemented through the image processing stage that consists of a camera, two sensors, and a development card, which interact through the Python language. The data transmission stage uses two antennas to send the information under the IEEE 802.11 (Wi-Fi) standard. The monitoring stage receives the information sent by the file transfer server (FTP) and is hosted on a Web server that is sent over the internet. The proposed prototype issues an email to a previously defined Unidad de Policia Comunitaria (UPC) when a car theft is recorded. A Web page was developed in CPANEL under the PHP language, where different levels of users can access to register and monitor the information generated. An experimental review was carried out to validate the operation of the wireless network system with ten samples. It was found that the prototype has no errors in image processing and obtaining characters from the board, thus demonstrating that the implemented system is competitive with commercial equipment of similar characteristics. In the simulation its scalability up to 55 nodes without overload of the 6 Mbps link. It is concluded that the prototype is a tool to help identify and search for a car in real-time. It is recommended to extend the test period to identify possible improvements to the prototype.

Keywords: <TELECOMMUNICATIONS>, <WIRELESS COMMUNICATIONS>, <AUTOMATIC CAR PLATES RECOGNITION>, <ARTIFICIAL VISION>, <IMAGE PROCESSING>, <IEEE 802.11>, <FILE TRANSFER SERVER>.



INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos son un apoyo exponencial para el desarrollo y construcción de dispositivos, herramientas y *software* orientada a la vigilancia, rastreo, seguimiento y ubicación de los vehículos. Sin embargo, es necesario conocer el alcance de estas herramientas en ambientes en donde se pueden presentar problemas con respecto a la seguridad y su gestión al interior de esta.

El aumento de vehículos en las ciudades grandes a nivel mundial ha ocasionado grandes problemas con conductores que no respetan la ley de tránsito, incluso algunos ocasionando accidentes (Hsieh, Chang, Hung y Huang, 2009). Este tipo de problemas han impulsado la creación de sistemas de identificación y seguimiento de vehículos y su uso se ha extendido incluso a la identificación de vehículos robados (Abdullah, 2006).

En Ecuador se han implementado sistemas de radares móviles los cuales funcionan durante el día y la noche, estos equipos detectan y notifican si un conductor infringe la ley por exceso de velocidad, capturando una imagen de la placa del vehículo y es transmitida esta información en tiempo real al centro de imágenes de la C.T.E (ANT,2016). Por otra parte, “Mayra Álvarez estudiante de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca analiza, diseña e implementa un sistema de control de ingreso de vehículos basado en visión artificial y reconocimiento de placas en el parqueadero de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca” (Álvarez Mayra, 2014).

En Riobamba existe estudios similares realizado por:

- “Germán Malan desarrolla e implementa un sistema de control vehicular utilizando un análisis de algoritmos para el reconocimiento óptico de caracteres en la Universidad Nacional de Chimborazo Extensión Campus Ms. Edición Riera. Caso práctico Implementación del prototipo del sistema SCV” (Malan Germán,2013).
- Juan Paredes y Leidy Guerrero realizan un estudio comparativo entre algoritmos de reconocimiento de borde para identificación de placas de autos” (Paredes Juan, Guerrero Leidy, 2012).

JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Según una estimación realizada en el 2016, hay más de 1,2 Billones de automóviles en la tierra, que es un aumento del 70,5 % de los 700 millones de automóviles que se encontraban en los caminos de la tierra en el 2004 (Kogan, Enrique,2016). En Ecuador según datos estadísticos del INEC El número de vehículos matriculados ha crecido a través del tiempo, con un crecimiento de 8,8% entre el año 2016 y 2017 con una tasa de crecimiento de 133 vehículos anuales matriculados a nivel nacional por cada mil habitantes (INEC,2018).

Un mal que afecta a todas las regiones del mundo es la delincuencia relacionada con los vehículos, estas actividades afectan a la propiedad personal, los negocios, la economía y la seguridad pública en todas estas regiones. En el país, la cifra de carros robados en el año 2018 llegó a 7 478. De ellos se recuperaron 2.695, según el informe Estadísticas de Seguridad Integral. Este delito implica una pérdida aproximada de \$ 22 millones (ElComercio,2018). En Chimborazo respecto a los incidentes con automotores según estadísticas del INEC tiene 3.521 víctimas y en el cantón Riobamba tiene 3.213 víctimas totales por robo de automotores.

En la Escuela Superior Politécnica no existe ningún control de ingreso y salida de vehículos y por las cifras de robo presentadas en la ciudad de Riobamba es primordial contar con un sistema comunicación inalámbrico para la identificación y búsqueda de automotores integrables a una red de video vigilancia que trabaje de manera remota y en tiempo real.

JUSTIFICACIÓN APLICATIVA

Esta investigación se realizó porque existe la necesidad de implementar un sistema de comunicación inalámbrico para la identificación y búsqueda de automotores integrables a una red de video vigilancia utilizando visión artificial. Esta red parte desde una etapa de adquisición de imágenes la cual está compuesta por una cámara, sensores de reconocimiento y una tarjeta de desarrollo la cual procesará las imágenes de las placas de los vehículos, la etapa de transmisión de datos es el encargado de enviar los archivos a la etapa de supervisión la cual será almacenada en un servidor FTP local y en una base de datos alojada en la nube, esta información será visualizada en una página Web. El registro de estos parámetros permite tomar acciones rápidas en caso de presentarse robos o placas con infracción de tránsito dentro de la institución.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema de comunicación inalámbrico para la identificación y búsqueda de automotores integrables a una red de video vigilancia utilizando visión artificial.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar los sistemas y algoritmos que intervienen en la identificación de automotores.
- Analizar los requerimientos necesarios para la implementación de un sistema de identificación y búsqueda integrable a una red.
- Determinar que topología de red y comunicación es la mejor que se adapta a los requerimientos de búsqueda de un automotor.
- Seleccionar el *hardware* y *software* que satisface con los requerimientos para la implementación de un sistema identificador.
- Evaluar si el prototipo desarrollado cumple con el propósito de este proyecto.
- Realizar pruebas del prototipo en los predios de la ESPOCH.

Para el desarrollo del presente trabajo de titulación se realizó una revisión documental, para conocer la información relacionada a los sistemas de comunicación inalámbrico para la identificación y búsqueda de automotores integrables a una red de video vigilancia utilizando visión artificial, trabajos relacionados al objeto de estudio y los avances tecnológicos que presenta la electrónica en el campo de microcontroladores, sensores y dispositivos para transmisión de información. Histórico-lógico, empleado para estudiar la evolución del sistema de comunicación inalámbrico para la identificación y búsqueda de automotores integrables a una red de video vigilancia utilizando visión artificial, para aplicar la información bibliográfica y experimental al diseño de un sistema de comunicación inalámbrico para la identificación y búsqueda de automotores integrables a una red de video vigilancia y un análisis y síntesis, para evaluar los resultados.

El presente documento consta de una introducción, tres capítulos, conclusiones y recomendaciones. El primer capítulo es el marco teórico, que constituye los fundamentos básicos necesarios para la construcción del sistema inalámbrico de red. En el segundo capítulo se definen las especificaciones *hardware* y *software* utilizados para la elaboración del sistema. El tercer capítulo está compuesto por la validación del sistema y los resultados obtenidos, incluye un análisis de costos, y finalmente las conclusiones de la investigación.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se investiga sobre los sistemas de video vigilancia IP, los sistemas de reconocimiento automático de placas, las tecnologías de comunicación inalámbrica y sus características y finalmente las tarjetas de desarrollo.

1.1 Sistema de Video Vigilancia IP

Permite supervisar en tiempo real de manera remota el video desde una red de área local (LAN) o de una red de área extensa (WAN) como internet, centralizando las labores de monitorización, almacenamiento y gestión en una central de alarmas externa (García Francisco, 2015. Pp 13). La Figura 1-1 muestra la arquitectura básica de este sistema la cual consta de los siguientes elementos: cámaras, servidores de video, servidores de almacenamiento y gestión de video, clientes de monitorización y elementos de la red (cableado, routers, switch).

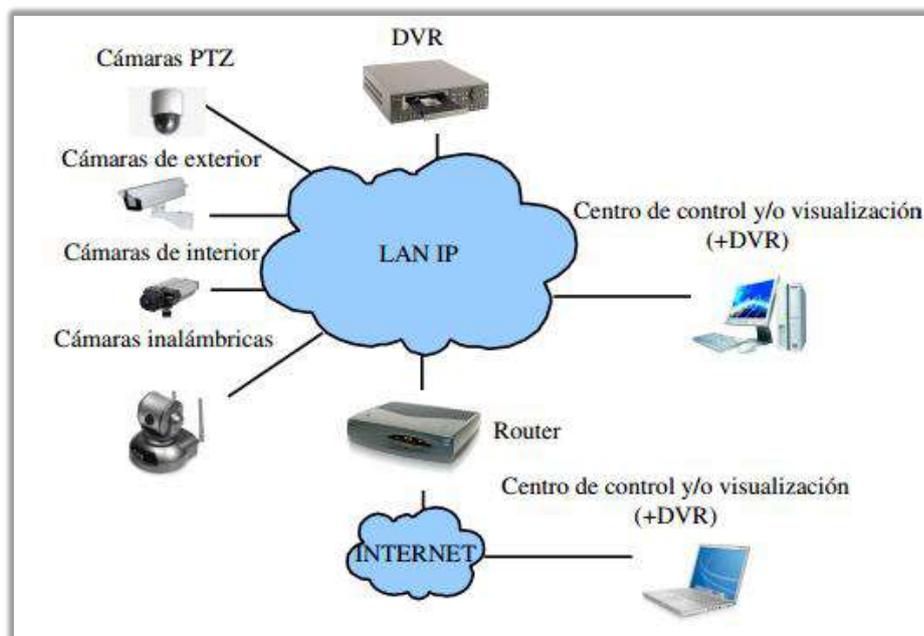


Figura 1-1: Arquitectura del sistema de video vigilancia IP.

Fuente: MUÑOZ, H., 2007, p 4

Los sistemas de vídeo vigilancia se pueden clasificar en tres tipos según (Cabello David, 2015, Pp 27):

1. Suministran información visual: Un operador humano toma decisiones según su criterio sin usarse ningún tipo de procesamiento.
2. Sistemas Automáticos: Son sistemas inteligentes de procesamiento que analizan la imagen en cada instante de tiempo e infiere la información importante de la misma.
3. Sistemas Semiautomáticos: es aquel sistema inteligente que envía el resultado de su procesamiento para su supervisión por un humano.

El presente trabajo de titulación propone un sistema de ésta última clase, ya que en estos casos la supervisión humana es actualmente imprescindible ante una situación de robo, dada la complejidad de las situaciones que se pueden plantear y la experiencia necesaria para la toma de decisiones.

1.1.1 Sistemas de Reconocimiento Automático de Placas (ANPR).

Es un método de vigilancia en masa que utiliza reconocimiento óptico de caracteres (OCR) en las imágenes tomadas por las cámaras, para leer las placas de los vehículos (Ceballos Samuel,2012. Pg 32). Las aplicaciones de estos sistemas son en instalaciones que requieren tener un mayor control de seguridad y tener un registro de los vehículos que transitan por el lugar. Por ejemplo, en las instituciones públicas y privadas, centros comerciales, hospitales, garajes de empresas, peajes, etc (i+D3,2019).



Figura 2-1: Componentes de un Sistema ANPR.

Fuente: Ceballos Samuel,2012

En la figura 2-1 se muestra los componentes de un sistema ANPR en dónde:

- **Adquisición:** Compuesta por cámaras diseñadas para supervisar una diversidad de ambientes y actividades. Estas cámaras deben ser precisas para no comprometer la seguridad, la

vigilancia de vehículos ni las aplicaciones de sistemas inteligentes de transporte (Vera Robert; Rodríguez Helen;2012). Se recomienda usar una cámara infrarroja combinada con iluminación infrarroja.

- **Procesamiento de la imagen:** En esta etapa las imágenes capturadas por las cámaras son procesadas mediante tarjetas de desarrollo, digitalizadores, etc. Inicialmente realiza un preprocesamiento de la imagen de la matrícula mediante técnicas de manipulación como son: detección, normalización y realce de la imagen. Y finalmente se extrae los datos de la placa vehicular aplicando técnicas de reconocimiento óptico de caracteres (Betancor Antonio,2008).
- **Placa Reconocida:** Es el conjunto de caracteres procesados de una imagen (Betancor Antonio,2008).

1.2 Análisis de los sistemas ANPR en el país

En el país desde el 2016 la Agencia Nacional de Tránsito y Comisión de Tránsito del Ecuador ubicaron radares móviles en las principales carreteras de primer orden del país con el fin de evitar accidentes por exceso de velocidad. Durante el día y la noche los equipos detectan y notifican las infracciones por exceso de velocidad al centro de imágenes de la C.T.E transmitiendo las imágenes procesadas del número de las placas vehiculares y la grabación en tiempo real (ANT,2016).

Existen trabajos de titulación realizados en este ámbito, los cuales se puede nombrar:

- Reconocimiento de placas vehiculares en tiempo real por medio de visión artificial, esta investigación se centra en aplicar el algoritmo KNN en las entradas principales de la Universidad Central del Ecuador cuyas placas vehiculares cumplan con el formato de tres letras seguidas, tres o cuatro números. No existe un prototipo implementado (Fernández Guisela; Quinatoa Jessica;2017).
- El diseño e implementación de un sistema de control de ingreso de vehículos basado en visión artificial y reconocimiento de placas en el parqueadero de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca realizador por (Álvarez Mayra, 2014), este sistema trabaja en una red local lo cual solo crea un registro de las placas de los automóviles que ingresan y salen del parqueadero del establecimiento. En la Figura 3-1 se puede observar la ubicación de la cámara con su respectivo soporte a la entrada del parqueadero.



Figura 3-1: Ubicación de la cámara(izquierda). Soporte para la cámara (derecha).

Fuente: (Álvarez Mayra, 2014)

1.2.1 Análisis de sistemas ANPR realizados en Riobamba

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se realiza un estudio comparativo entre algoritmos de reconocimiento de borde para la identificación de placas de autos (Paredes Juan; Guerrero Leidy;2012). Para lo cual implementan una aplicación que se ejecuta en un PC convencional y se encuentra enlazada a una base de datos. Este prototipo necesita que los ordenadores tengan alguna distribución de Linux para funcionar.

En la Universidad Nacional de Chimborazo se ha realizado un trabajo referente al tema, en el que se desarrolla e implementa un sistema de control vehicular utilizando un análisis de algoritmos para el reconocimiento óptico de caracteres (Malan Germán, 2013). Este sistema solo permite el ingreso al parqueadero si la placa del vehículo se encuentra registrado en la base de datos del sistema el cual es supervisado por personal de guardianía. En la Figura 4-1 se puede observar el sistema colocado en la entrada del establecimiento y supervisado por personal externo.



Figura 4-1: Cámara instalada (izquierda). Sistema supervisado por personal de guardianía (derecha).

Fuente: (Malan Germán, 2013)

De lo investigado, actualmente la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo no cuenta con un dispositivo de reconocimiento automático de placas de automóviles. Por tal motivo se requiere implementar un sistema de comunicación inalámbrico para la identificación y búsqueda de automotores en caso de robo o infracción. Para lo cual se procede al estudio de los elementos que requerirá la configuración.

1.3 Sistema de comunicaciones

Son nodos que están interconectados en conjunto por un medio de comunicación físico o inalámbrico, que comparten recursos e intercambian información por medio de reglas de comunicación, conocidas como protocolos. Se compone de uno o varios transmisores o receptores que intercambian mensajes e información (Martínez Evelio, 2017). La Figura 5-1 muestra un diagrama de bloques de cómo se compone un sistema de comunicaciones en donde:



Figura 5-1: Estructura de un sistema de comunicaciones

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

1.3.1 Red de Comunicación Inalámbrica

Las ondas de radio (espectro electromagnético) son utilizadas en este tipo de redes con el objetivo de conectar los dispositivos, no es necesario utilizar cables de ningún tipo (Salazar Jordi, 2016. Pp 6). Las tecnologías inalámbricas se clasifican según la zona de cobertura en cuatro categorías como se muestra en la Figura 6-1.

WPAN (Wireless Personal Area Network)	<ul style="list-style-type: none">• Cobertura <10m• Estándar IEEE 802.15 (En general)• Comunicación de dispositivos de un usuario• Tecnologías: Bluetooth, RFID, ZigBee, DECT
WLAN (Wireless Local Area Network)	<ul style="list-style-type: none">• Cobertura de unos cientos de metros• Entornos de red local (uso doméstico o empresarial)• Estándar IEEE 802.11• Tecnologías Wi-Fi, HomeRF, HiperLAN, OpenAir.
WMAN (Wireless Metropolitan Area Network)	<ul style="list-style-type: none">• Cobertura de una ciudad o entorno metropolitano.• Estándar IEEE 802.16• Tecnologías: LMDS y MMDS
WWAN (Wireless Wide Area Network)	<ul style="list-style-type: none">• Cobertura a nivel regional.• Basadas en tecnología celular.• Evolución de las redes de comunicación de voz.• Tecnologías: GSM GPRS, UMTS, HSDPA.

Figura 6-1: Clasificación de las redes inalámbricas

Fuente: (Butler Jane, 2013. p.130)

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

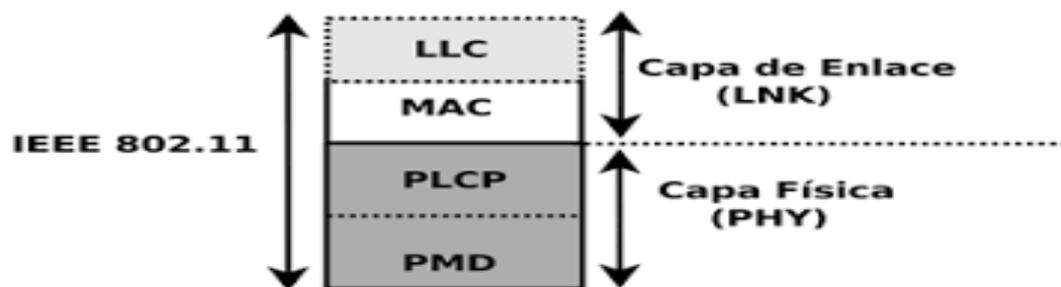
De acuerdo con la clasificación de la Figura 6-1, para la transmisión de los datos del prototipo se hará uso de la red WLAN bajo el estándar IEEE 802.11 utilizando la tecnología Wi-fi para entornos de campo abierto.

1.3.1.1 Estándar IEEE 802.11

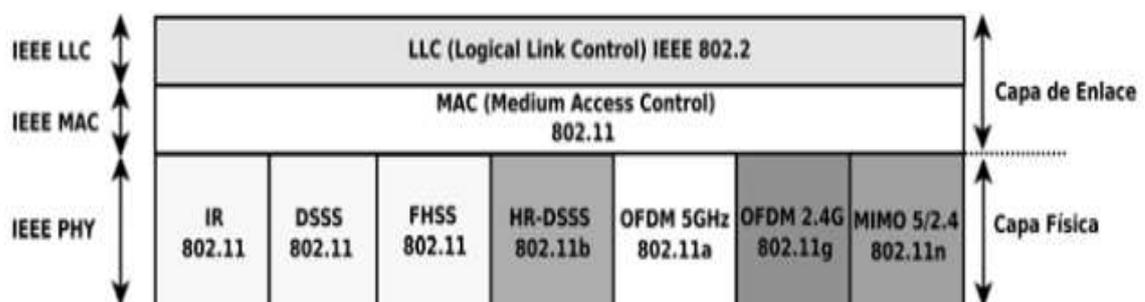
En la actualidad existe la necesidad de comunicar dispositivos portátiles a velocidades de transmisión elevadas, este estándar conocido también como Wi-fi define las características de las redes inalámbricas locales WLAN de corto y largo alcance (Yunquera Juan,2017). Este tipo de redes deben ser consideradas como una extensión de las redes tradicionales. La principal ventaja de este estándar es la comunicación móvil por parte del usuario sin pérdidas de conexión.

Abarca la capa Física y Capa de Enlace del modelo OSI (Netacad,2018) como se muestra en la Figura 7-1 (a) que se encuentran divididos en subcapas de la siguiente manera.

- Capa de Enlace de Datos.
 - MAC (Medium Access Control): Es el encargado de controlar y administrar el acceso al medio físico fragmentando una trama para enviarle en tramas más pequeñas con la finalidad de evitar colisiones (Agüero Ramón,2019).
 - LLC (Logical Link Control): Define una interfaz común que proveen servicios a los protocolos de la capa de red (Cisco,2019).
- Capa Física:
 - PMD (Physical Media Dependent): Se encarga de transmitir y recibir las tramas anteriores en forma de bits de un medio de comunicación (Revolvy,2019).
 - PLCP: Su función la detección de la portadora CCA, genera la trama PLCP y establece los límites de la subcapa MAC y capa física (Cedia,2014).



(a)



(b)

Figura 7-1: (a) Estructura del estándar 802.11. (b) Implementaciones del estándar 802.11

Fuente: (Marrone Luis; Barbieri Andrés; Robles Matías; 2011. p.19)

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

En la Figura 7-1 (b) se observa algunas implementaciones del estándar en donde la capa física se encuentra compuesto por subcapas con tecnología Infrarroja, radio frecuencia, Multiplexión por

división ortogonal de frecuencia OFDM, etc (Marrone Luis; Barbieri Andrés; Robles Matías; 2011. p.19).

- Trama del estándar IEEE 802.11

Las redes 802.11 también utilizan acuses de recibo de enlace de datos para confirmar que una trama se recibió correctamente. Otros servicios admitidos por 802.11 son la autenticación, asociación (conectividad a un dispositivo inalámbrico) y privacidad (encriptación) (CISCO,2018).

Las tramas MAC contienen los siguientes componentes básicos según (López Francisco, 2018) como se muestra en la Figura 8-1:

- Cabecera MAC, que comprende campos de control, duración, direccionamiento y control de secuencia.
- Cuerpo de trama de longitud variable, que contiene información específica del tipo de trama.
- Secuencia checksum (FCS) que contiene un código de redundancia CRC de 32 bits.

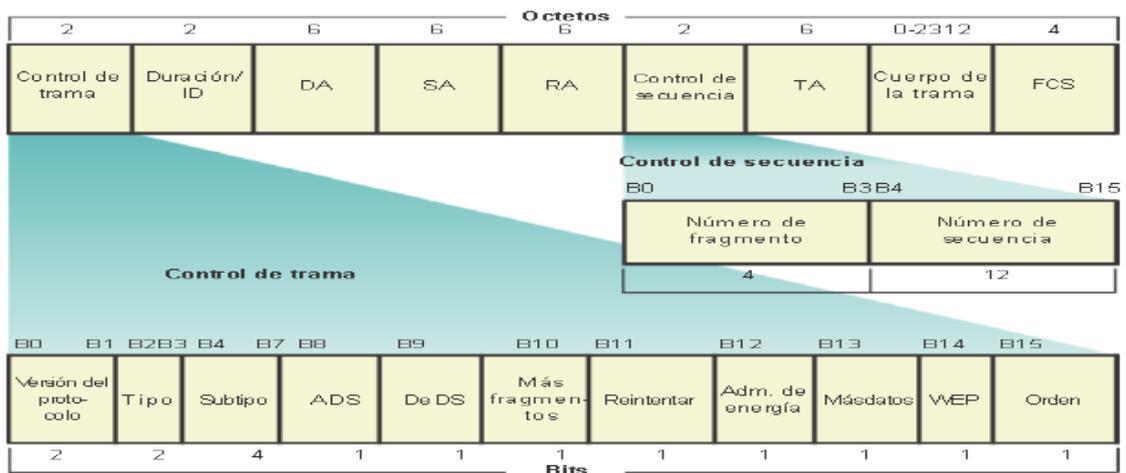


Figura 8-1: Trama MAC del estándar 802.11

Fuente: (Cisco, 2018)

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

De la Figura 8-1 las tramas MAC se pueden clasificar según tres tipos según (López Francisco,2018):

- Trama de datos: Se utiliza para la transmisión de datos.
- Tramas de control: Reconocimiento o control de acceso al medio (ACKs, RTS y CTS, y las tramas libres de contienda).
- Tramas de gestión: Intercambian información de gestión sin enviar al nivel superior.

En la actualidad existe diferentes versiones del estándar que se describe con mayor detalle en la Tabla 1-1.

Tabla 1-1: Versiones del Estándar IEEE 802.11.

Estándar IEEE	Velocidad máxima (Mbps)	Frecuencia (GHz)	MIMO	Compatibilidad con versiones anteriores
802.11a	54	5	No	No
802.11b	11	2,4	No	No
802.11g	54	2,4	No	802.11b
802.11n	600	2,4 - 5	Un solo usuario	802.11a/b/g
802.11ac	1.300	5	Si	802.11a/n
802.11ad	7.000	2,4-5-60	Si	802.11a/b/g/n/ac

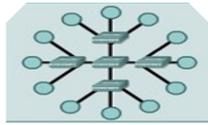
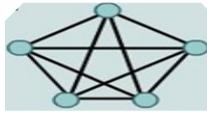
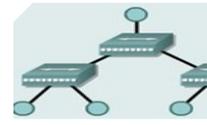
Fuente: CCNA 2 Conceptos de LAN Inalámbrica (WLAN)

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

1.4 Topología de la Red

Es un conjunto de nodos que conforman una red que interactúan entre sí por un medio de comunicación. Se compone de una topología física (cableado) y lógica (direccionamiento) (ECURED,2019). La Tabla 2-1 muestra las principales características de las topologías en estrella, malla y árbol.

Tabla 2-1: Características de las topologías de red.

	Estrella	Malla	Árbol
Figura			
Definición	Los nodos de la red se conectan a un nodo central.	Todos los nodos están conectados entre sí	Están interconectados a un nodo de enlace troncal (Switch)
Tráfico	Control de tráfico centralizado.	La velocidad de los datos varía de acuerdo con el medio que se utilice.	Produce interferencias, porque los nodos están en un medio de transmisión compartido.
Costo	Costo moderado	Costosa, por su cableado	Costosa por requerir mucho cable.
Escalabilidad	Si, de acuerdo con la capacidad del nodo central	Sí, pero de difícil instalación	Si, pero de difícil configuración
Desventaja	Si el nodo central falla, la red falla.	El espacio del escenario es menor a la cantidad de cable que se requiere.	Si el nodo principal falla, la red deja de funcionar.

Fuente: <https://es.calameo.com/read/00446867775d62a38b2ca>

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

Por las características establecidas en la Tabla 2-1, se escogió la topología estrella debido a la escalabilidad ya que el sistema necesita expandirse con el tiempo y la red inalámbrica se conecta a un nodo central sin afectar el rendimiento del servicio.

1.5 Calidad de servicio en una red inalámbrica

Es un conjunto de requisitos que debe cumplir una red para asegurar la calidad de servicio adecuado en la transmisión de los datos. Un ejemplo de calidad puede ser el nivel de ancho de banda sostenido, un tiempo de espera reducido, ausencia de pérdida de paquetes, etc (Martínez, Juan, 2018). A continuación, se detalla las más importantes:

- Retardos: Mide el tiempo entre el envío de un mensaje por el usuario de origen y su recepción por el usuario destino, en ocasiones los paquetes pueden tomar un largo periodo en llegar a su destino con el objetivo de permanecer en largas colas o tomen una ruta menos directa para prevenir la congestión de la red (Cruz, M; Gómez, R; Crespo, Y, 2015).

- Variación de retardo: La congestión de red, pérdida de sincronización o diferentes rutas seguidas para llegar al destino provocan que exista variación en el tiempo en la llegada de los paquetes, especialmente es un factor crítico en las aplicaciones en tiempo real (3CX, 2019).

- Ancho de banda: Es la cantidad de información que se puede enviar o recibir por medio de una conexión de red en un período de tiempo dado y se mide en bits por segundo (EcuRed, 2019).

1.6 Tarjetas de desarrollo de la Red Inalámbrica para el reconocimiento de placas.

Es una herramienta que cuenta con su propio sistema operativo la cual nos permite realizar diseños y prototipados digitales o analógicos, el cual es un elemento útil ya que disminuye el tiempo de validación de los diseños (Quispe, 2017). La Tabla 3-1 muestra las características de tres tarjetas de desarrollo como son: Libelium Waspote, Raspberry Pi y Arduino.

Tabla 3-1: Características de las tarjetas de desarrollo

Características	Libelium Waspnote	Raspberry Pi	Arduino
Diversidad	No	Si	Si
Costo	Alta	Media	Baja
Software	Waspnote IDE	GNU/Linux	Arduino IDE
Ethernet	Sí, módulo adicional	Si	Sí, módulo adicional
USB	1	4	1
I/O Analógicas	7	26-40	6-16
I/O Digitales	8	26-40	14-54
Compatibilidad con sensores	Sensores de marca Libelium	Si	Si
Consumo Corriente	Baja	Media	Baja
Ventajas	Sensores incluidos	Software libre	Software libre
Desventajas	Alto coste, Adquisición en conjunto	Combinación de módulos externos	Combinación de módulos externos

Fuente: Arduino 2019, Libelium 2019, Raspberry pi 2019.

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

Según las características señaladas en la Tabla 3-1 se ha escogido la tarjeta de desarrollo Raspberry Pi para trabajar en el presente proyecto, por su compatibilidad para trabajar con los diversos sensores, por trabajar con *software* libre por el puerto ethernet y el número de puertos USB.

CAPÍTULO II

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE RED INALÁMBRICO

Este capítulo contiene el diseño del sistema de red inalámbrico para la identificación de automotores que se lo denomina CarView a partir de estos momentos, el *hardware* y *software* necesario para el desarrollo del prototipo, se especifica las conexiones, algoritmos, diagrama de flujo de cada etapa y se incluye la página Web desarrollada.

2.1 Requerimientos de CarView

En base al estudio realizado en el capítulo anterior se definen los requerimientos de CarView que se detalla a continuación:

- Supervisión en tiempo real del reconocimiento y procesamiento de imágenes de las placas vehiculares.
- Utilizar la tecnología Wi-fi para enviar la información recopilada.
- La información recopilada por el sistema debe ser almacenada en un servidor FTP y servidor Web.
- Visualizar la información y el recorrido del vehículo de manera remota.
- Enviar un correo electrónico a la entidad de seguridad designada cuando se notifique una placa de un automotor robado o con infracción de tránsito.

2.1.1 *Arquitectura general del sistema de red inalámbrico CarView*

En la Figura 1-2 se muestra la arquitectura general del sistema que consta de tres etapas principales: etapa de procesamiento de imágenes, etapa de transmisión de datos y etapa de supervisión de la información.

La etapa de procesamiento de imágenes y transmisión de datos tienen una interconexión física bajo el estándar IEEE 802.3 (ethernet). Posteriormente la etapa de transmisión envía la información mediante el estándar IEEE 802.11 (Wi-Fi) a un punto de acceso (router) que es almacenada en un servidor FTP. La etapa de supervisión recibe la información enviada por el servidor FTP y es alojado en un servidor Web que es enviada por internet.

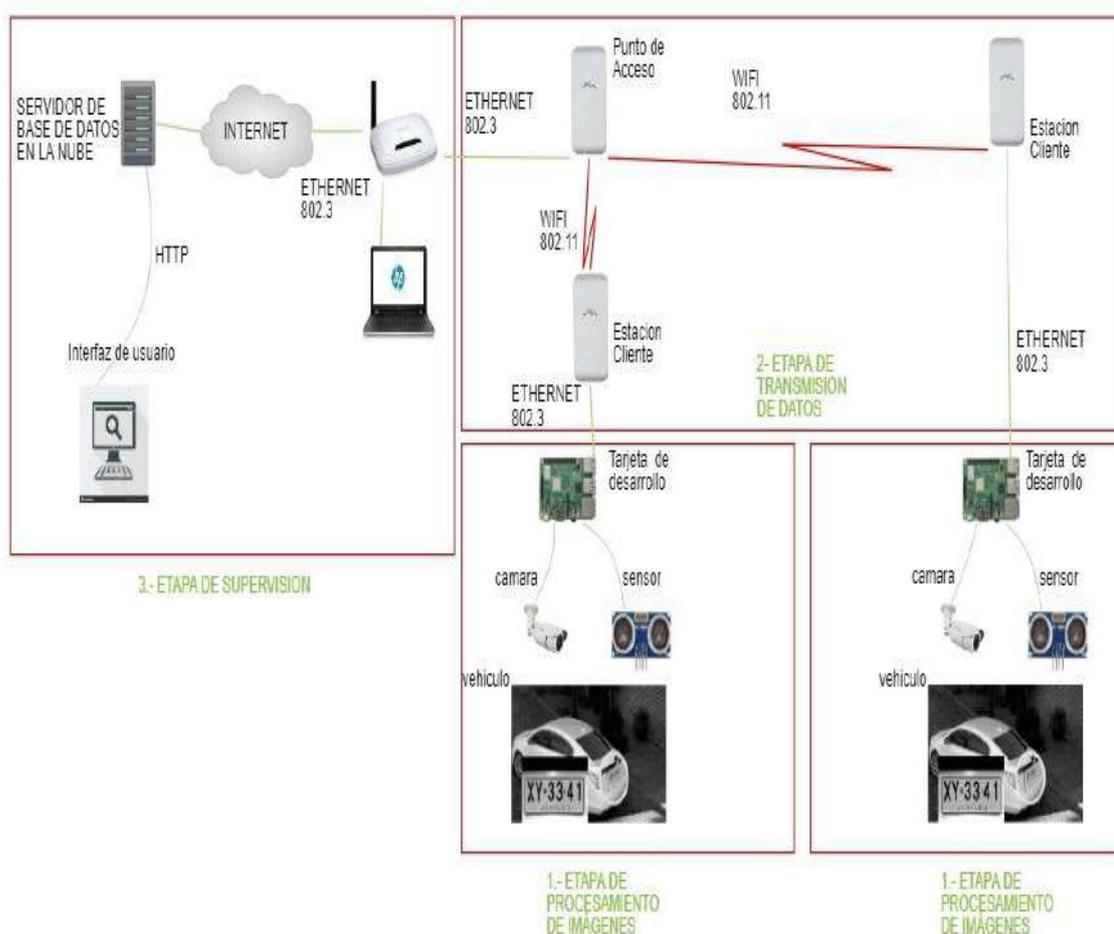


Figura 2-1: Arquitectura del sistema CarView.

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

Procesamiento de Imágenes: Está compuesto por tres dispositivos que interactúan entre sí para procesar las imágenes de las placas de los vehículos. Estos dispositivos son:

- Dos sensores ultrasónicos separados a 3 m. de distancia, con el objetivo de detectar si es un automóvil.
- Una cámara la cual toma una foto con resolución de 640x480 megapíxeles cuando se detecte que es un vehículo y esta imagen será procesada por la tarjeta de desarrollo.
- La tarjeta de desarrollo (Raspberry) procesa las imágenes de las placas tomadas por la cámara, y esta información será enviada mediante un enlace de transmisión inalámbrico.

Transmisión de Datos: Se compone de dos antenas Ubiquiti NanoStation, las cuales interactúan inalámbricamente mediante Wi-fi con el objetivo de transmitir la información procesada hacia el servidor FTP.

Supervisión de la Información: Está compuesto por un servidor FTP local y un servidor Web ubicado en un hosting en la nube, la información recibida por la etapa de transmisión se almacena en el servidor FTP y este envía la información a la base de datos y se visualiza en una página Web.

2.1.2 *Diseño de la Arquitectura de CarView*

A continuación, se detalla el diseño de cada etapa mediante diagramas de bloques que conforma el sistema CarView.

2.1.2.1 *Procesamiento de Imágenes*

El diagrama de bloques de la etapa de procesamiento de imágenes consta de cuatro bloques como se muestra en la Figura 2-2.

- Bloque de alimentación: Una batería de banco de 5V – (1A - 2A) compone este bloque el cual es el encargado de energizar el Raspberry.
- Bloque de adquisición de imágenes: está compuesto por los sensores ultrasónicos que permiten detectar si es un vehículo y una cámara que tomará la foto del automotor.
- Bloque de procesamiento, se compone de un Raspberry Pi, el cual recibe la información por sus entradas GPIO y por el puerto USB, los cuales serán enviados por el bloque de transmisión.

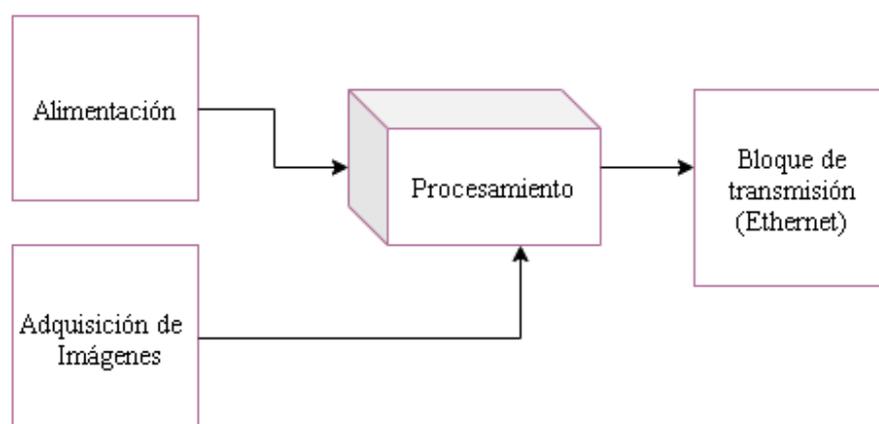


Figura 2-2: Diagrama de bloques de la etapa de Procesamiento de Imágenes

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

2.1.2.2 Transmisión de Datos

El diagrama de bloques de la etapa de transmisión se muestra en la Figura 3-2 en donde se especifica lo siguiente:

- El Raspberry pi3 envía las imágenes procesadas de las placas por el puerto ethernet al bloque de transmisión mediante el protocolo FTP.
- El bloque de transmisión está compuesto por una antena ubiquiti la cual envía la información al bloque de recepción mediante un enlace inalámbrico mediante Wi-fi.
- El bloque de recepción está compuesto por una antena ubiquiti la cual recibe la información del bloque de TX.
- El bloque de alimentación energiza a la antena Ubiquiti.

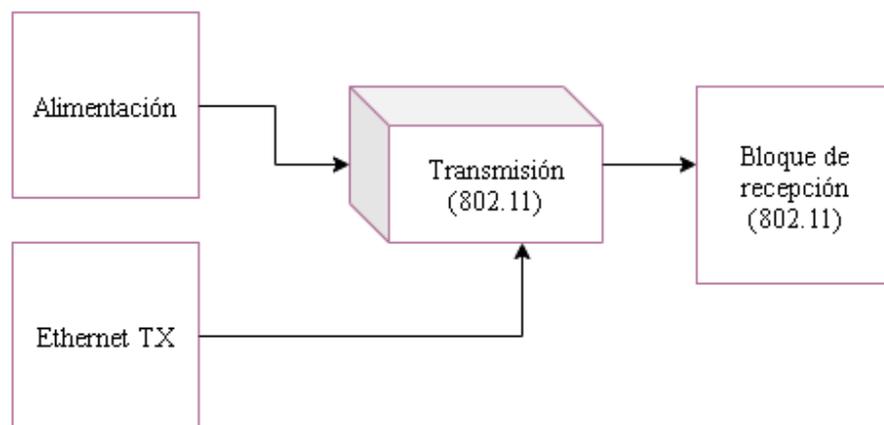


Figura 3-2: Diagrama de bloques de la etapa de transmisión de datos.

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

2.1.2.3 Supervisión de la Información

El diagrama de bloques de la etapa de Supervisión de la información se muestra en la Figura 4-2 se puede apreciar, en esta etapa la información es recibida mediante el protocolo de transferencias de archivos la cual es almacenada en un servidor FTP con el objetivo de tener un respaldo de manera local, inmediatamente sube estos archivos a la base de datos; el cliente puede visualizar la información en la página Web desarrollada.

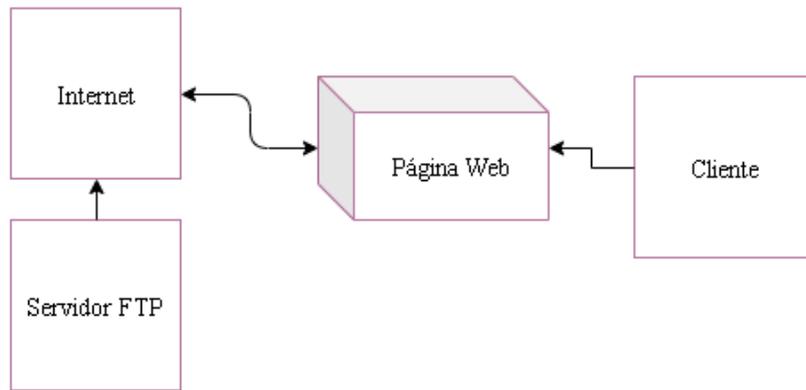


Figura 4-2: Diagrama de bloques de la etapa de supervisión de la información

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

2.2 Selección de elementos electrónicos que conforman CarView

Los elementos electrónicos que componen el sistema de red inalámbrico CarView se detalla a continuación. Las hojas técnicas se especifican en el Anexo A.

2.2.1 *Raspberry Pi 3 Modelo B+*

Es una tarjeta de desarrollo de tercera generación con su propia distribución de Linux (Raspbian) que incorpora un procesador ARM V8 de 64 bits a 1,4 GHz de velocidad, funciona con 5V /1A se recomienda usar una fuente de 5V/2A (HeTPro, 2019). En la Figura 5-2 se puede observar la tarjeta de desarrollo Raspberry Pi 3 Model B+.



Figura 5-2: Raspberry Pi 3 Model B+

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

Las especificaciones que posee la tarjeta de desarrollo Raspberry Pi 3 Model B+, según (Raspberry Pi, 2019) son:

- Entrada de alimentación de 5V/2,5A DC.
- Cuenta con 40 pines GPIO de entrada/salida.
- Memoria RAM de 1GB LPDDR2 SDRAM.
- Posee 4 puertos USB 2.0.
- Puerto Micro SD para cargar su sistema operativo y almacenar datos.
- Puerto HDMI, 1 puerto Ethernet.

Esta tarjeta permite procesar y reconocer las placas del vehículo de las imágenes capturadas por la cámara transformándola en formato de texto e imagen.

2.2.2 Antena Ubiquiti NanoStation Loco M2

Es una antena panel que puede amplificar la señal hasta varios kilómetros y una de sus aplicaciones principales es para conexiones Punto-Multipunto (Ubiquiti, 2019). En la Figura 6-2 se muestra la antena.



Figura 6-2: Antena Ubiquiti NanoStation Loco M2.

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

A continuación, se detalla las principales características de funcionamiento de la antena NanoStation Loco M2 según (Ubiquiti Inc., 2019):

- Fuente de alimentación adaptador PoE de 24V/500mA.
- La temperatura de funcionamiento es -30°C a 75°C.
- Consumo de energía 5,5W.
- La ganancia de la antena es de 8dBi.
- Rendimiento de hasta 150+ Mbps.
- Rango de hasta +5 Km.
- Peso de 0,18 kg.

Estas antenas permiten enviar la información emitida por la tarjeta de desarrollo mediante un enlace inalámbrico Wi-fi.

2.2.3 *Sensor ultrasónico HC-SR04*

Es un sensor ultrasónico capaz de detectar objetos y calcular la distancia a la que se encuentra en un rango de 2 a 450 cm. Este elemento envía un pulso de arranque y mide el ancho del pulso de retorno, es de bajo consumo (Electronilab,2019). En la figura 7-2 se muestra el sensor ultrasónico HC-SR04.



Figura 7-2: Sensor Ultrasónico HC-SR04

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

Las especificaciones que posee este sensor, según (Cytron Tech., 2019) son:

- Consumo de corriente en funcionamiento 15 mA.
- Frecuencia de trabajo: 40 KHz.
- Voltaje de funcionamiento 5V DC
- Consumo de corriente suspendido <2 mA.
- Ángulo de medición <15°.

- Distancia de medición desde 2cm a 450cm.
- Señal de entrada Trigger de 10uS pulso TTL.

Dos sensores ultrasónicos detectan que el automotor esté dentro del rango de 2 m. para que la cámara capture la imagen del automotor.

2.2.4 Cámara de Red Atek

Es una cámara digital de resolución 640x480 su conexión se establece mediante un puerto USB, permite capturar imágenes y transmitir las a través de Internet (ECURED,2019). En la Figura 8-2 se muestra la cámara de red Atek.



Figura 8-2: Cámara de red ALTEK

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

Las especificaciones que posee esta cámara, según (PCFix, 2019) son:

- Compatible con USB 1.1/1.0/2.0 cable de 1,2 m.
- Sensor de imagen CMOS de 640 x 480 (VGA).
- Incluye 6 LEDs para visión nocturna.
- Gira 360° de forma horizontal.
- Micrófono incorporado con control de volumen, cable independiente de 3,5mm.
- Resolución Imagen fija 1280x960 (3MP interpretación de software), 640x480, 352x288.

La cámara captura las imágenes del automóvil solo si los dos sensores ultrasónicos se activan.

2.2.5 Batería

Compatible con una gran variedad de dispositivos. Batería de polímero con capacidad de 8.000mAh (Alibaba,2019), el dispositivo se muestra en la Figura 9-2



Figura 9-2: Batería

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

La batería posee las siguientes especificaciones, según (Alibaba,2019):

- Alimentación de entrada de 5V/2A.
- 2 puertos de salida de 5V/1A y 5V/2,1A.
- Capacidad de 8.000mAh.
- Incluye 2 puertos USB 2.0.
- Gira 360° de forma horizontal.
- Posee un puerto micros USB.
- El material de la batería es de polímero.
- Dimensiones 144,5x70x18mm.
- Peso 140 g.

Este equipo es el encargado de energizar a la tarjeta de desarrollo raspberry pi.

2.2.6 Router Inalámbrico TP-Link TL-WR740N

Es un dispositivo que permite integrar la conexión a internet como router y posee cuatro puertos como switch, lo que le hace un equipo combinado mediante cable e inalámbrico. La Figura 10-2 muestra el equipo el cual está basado en la tecnología 802.11n con un rendimiento de hasta 150 Mbps. Permite gran ancho de banda que consume aplicaciones como streaming de video (TP-Link,2019).



Figura 10-2: Router Inalámbrico TP-Link TL-WW740N

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

El router inalámbrico tiene las especificaciones siguientes, según (TP-Link, 2019):

- Fuente de Alimentación Externa de 5VDC/0,6A.
- 4 puertos LAN 10/100Mbps.
- 1 puerto WAN 10/100Mbps.
- Estándares Inalámbricos IEEE 802.11n*, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b.
- Antena fija omnidireccional de 5dBi.
- Frecuencia de operación de 2,4-2,4835 GHz.
- Potencia de Transmisión de CE:<20dBm(2,4GHz) y FCC:<30dBm.

El router es el encargado del direccionamiento IP de los equipos de red y de la conexión a Internet.

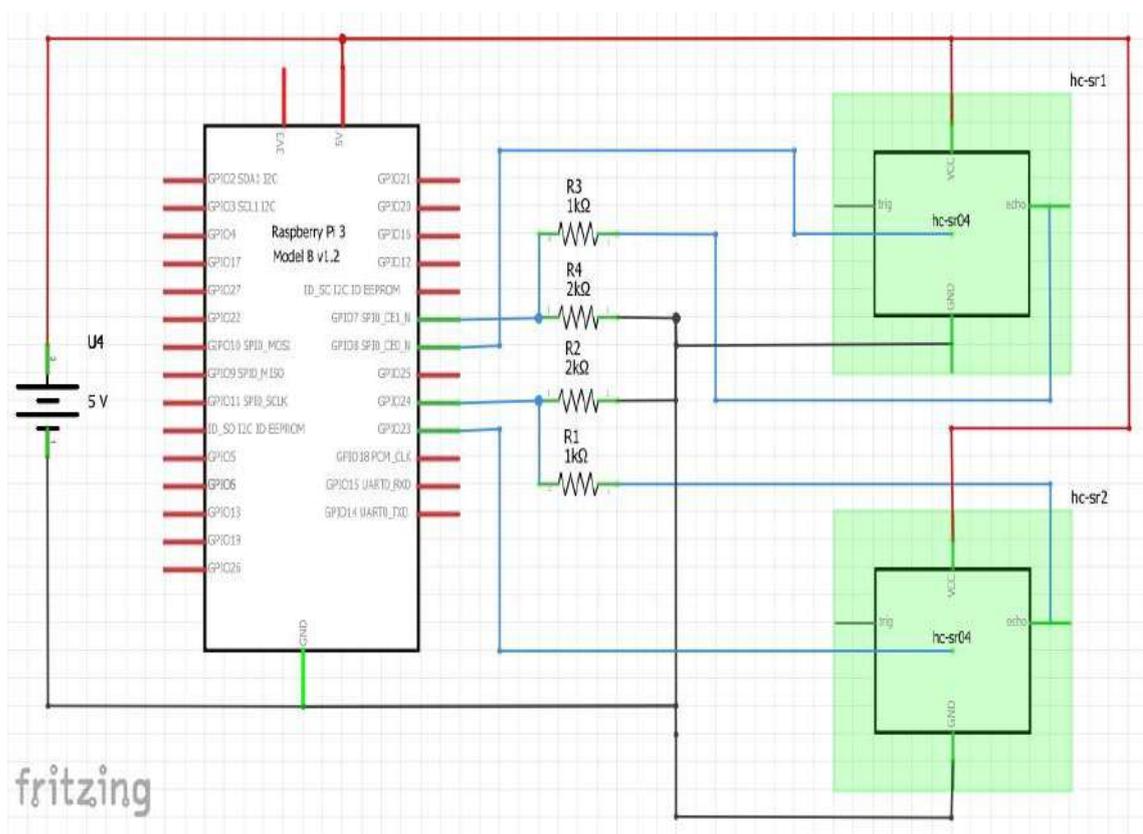
2.3 Esquema de conexión del Sistema de red inalámbrico

A continuación, se detalla las conexiones realizadas con los elementos que componen la red inalámbrica CarView.

2.3.1 Diagrama de conexión de la Etapa de Procesamiento de Imágenes

En la Figura 11-2(a) se muestra el diagrama de conexión del raspberry pi y los sensores ultrasónicos. La Figura 11-2 (b) muestra las conexiones realizadas con los sensores y la cámara en la etapa de procesamiento de imágenes. El elemento de procesamiento es el Raspberry Pi 3 B+, cuyos terminales se encuentran conectados a los componentes de la siguiente manera:

- Los sensores ultrasónicos tienen una alimentación de 5V suministrada por el terminal 2 (5V) y terminal 6 (GND) del Raspberry Pi 3.
- La batería se encuentra conectada mediante cable USB al puerto micro USB de la tarjeta Raspberry Pi 3.
- El sensor ultrasónico HC-SR04, se conecta de la salida digital de disparo (Trigger) al terminal 16 (GPIO 23) y su salida eco (Echo) al terminal 18 (GPIO 24) del Raspberry mediante un divisor de voltaje que consta de dos resistencias.
- El segundo sensor ultrasónico HC-SR04, se conecta de la salida digital de disparo (Trigger) al terminal 24 (GPIO 8) y su salida eco (Echo) al terminal 26 (GPIO 7) del Raspberry mediante un divisor de voltaje que consta de dos resistencias.
- La cámara se conecta mediante cable USB 2.0 al puerto USB del Raspberry Pi.



(a)

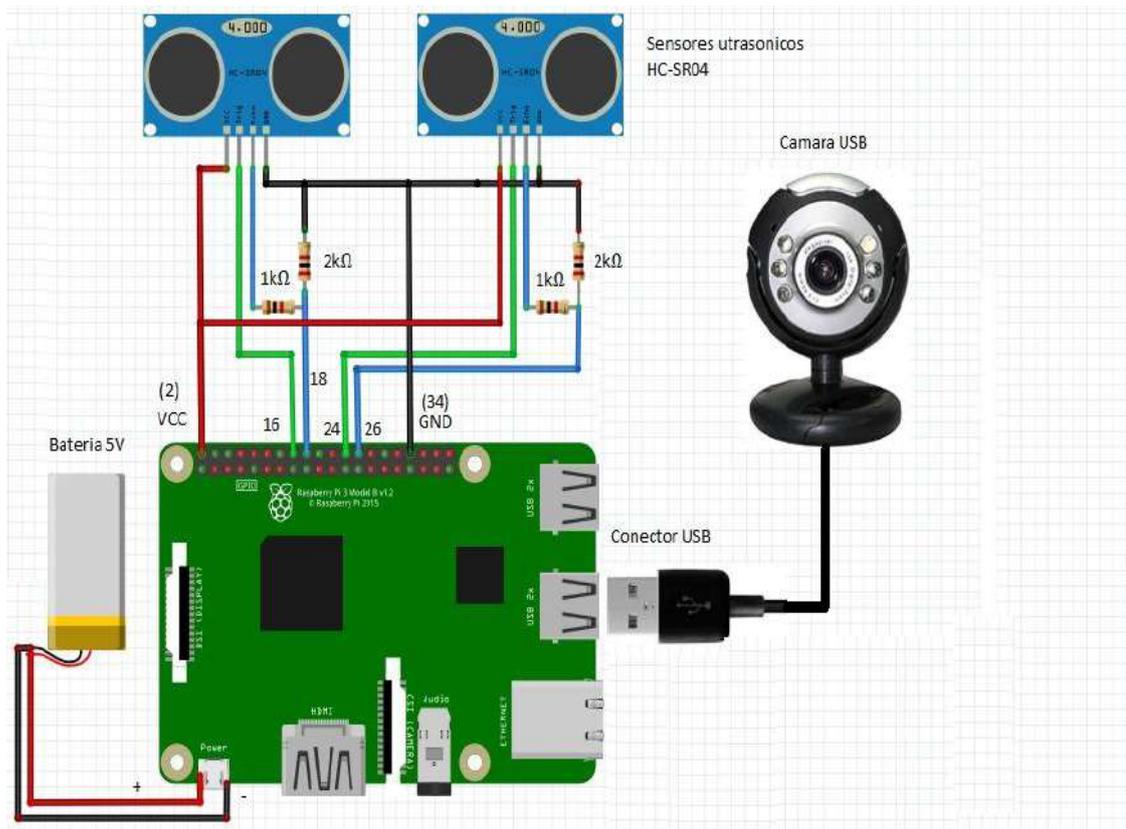


Figura 11-2: (a) Diagrama de conexión raspberry y sensores (b) Diagrama de conexión de la etapa de Procesamiento de Imágenes.

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

2.3.2 *Requerimiento software para la etapa de Procesamiento de Imágenes*

- Capturar la imagen del vehículo mediante la actuación de los sensores.
- Procesar y analizar las imágenes capturadas por la cámara haciendo uso del lenguaje de programación Python, la librería de visión artificial OpenCV y el algoritmo vecino más cercano (KNN).
- Enviar las imágenes procesadas bajo la extensión JPG y los archivos de texto bajo la extensión TXT con los datos de las placas reconocidas al servidor FTP.
- Verificar la conexión de red de CarView con el servidor FTP.

2.3.2.1 *Herramientas de software*

Para el desarrollo de software de la etapa de procesamiento de imágenes se utilizó las siguientes herramientas que se detallan a continuación:

Python 3.7

Para la programación de la tarjeta de desarrollo se utilizó Python versión 3.7. Es un lenguaje de programación de código abierto orientado a objetos, administrada por la Python Software Foundation, por lo que es de libre uso y distribución (Python,2019). Python se ejecuta en Windows, Linux / Unix, Mac OS X, OS / 2, Amiga, Palm Handhelds y teléfonos móviles Nokia (FILEHIPPO,2019).

OpenCV

En la programación se ha utilizado la librería OpenCV versión 2 por ser eficiente en cuanto a gasto de recursos computacionales. Es una librería de visión artificial de código abierto compatible con Linux, Windows y Mac OS X. Cuenta con un desarrollo activo en interfaces para Python, Ruby, Matlab y otros lenguajes; ha sido diseñado con un enfoque a las aplicaciones de tiempo real (Rodríguez Adrián, 2015).

Algoritmo KNN

Es un algoritmo que se usa para clasificar nuevas muestras (valores discretos) o para predecir (regresión, valores continuos). Al ser un método sencillo se puede lograr grandes resultados. Este algoritmo es usado para el reconocimiento de patrones (Bagnato, Juan, 2018). Consiste en seleccionar un valor de K acorde a los datos el cual nos brindará de mayor precisión en la predicción (González Ligdi,2018).

Liclipse

Se utilizó la versión 5.1.3 la cual es una versión personalizada de Eclipse, convirtiéndolo en un editor rápido que puede usarse en el desarrollo de aplicaciones de Python, Jython y IronPython. Se puede instalar en Windows, Mac o Linux (PyDev,2019).

2.3.3 Librerías utilizadas en la etapa de Procesamiento de imágenes

La programación realizada en esta etapa se puede ver en el Anexo B, las librerías principales que se utiliza en la programación del reconocimiento automático de placas son:

- **classification.txt**, es aquel que contiene el algoritmo KNN.

- **opencv2**, librería utilizada para visión artificial y aprendizaje automático de las placas (OpenCV,2019).
- **rpi.gpio**, este paquete proporciona una clase para controlar el GPIO del Raspberry Pi 3 B+ (Pypi,2019).
- **Ftplib**: nos permite conectarnos desde un cliente a un servidor FTP (Python,2019).

2.3.4 Diagrama de flujo

El diagrama de flujo del proceso que cumple la etapa de procesamiento de imágenes se muestra en la Figura 12-2:

- Incluir librerías.
- Declarar variables.
- Configurar las entradas y salidas del raspberry pi
- Lectura de los sensores.
- Captura, procesamiento y reconocimiento de la placa del vehículo.

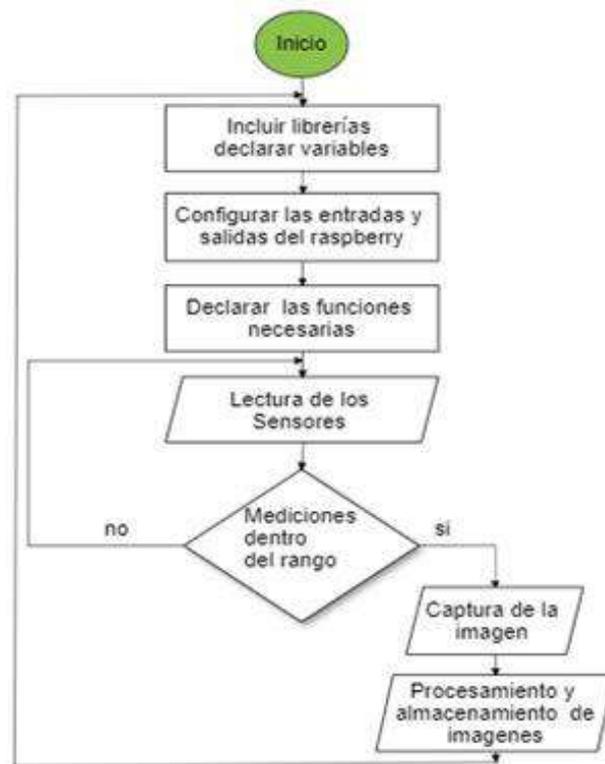


Figura 12-2: Diagrama de flujo de la etapa de Procesamiento de Imágenes.

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

2.3.5 Diagrama de conexión de la etapa de Transmisión de Datos

Se utiliza dos antenas ubiquiti NanoStation Loco M2 para la transmisión de la información procesada en la etapa de Procesamiento de Imágenes, como se puede observar en la Figura 13-2. Las conexiones realizadas son las siguientes:

- El adaptador PoE se conecta directamente a la toma de alimentación de 110 VAC.
- El puerto ethernet del Raspberry Pi 3 se conecta por medio de cable UTP al puerto LAN del adaptador PoE.
- El puerto PoE del adaptador se conecta por medio de cable UTP al puerto PoE de la antena Ubiquiti.

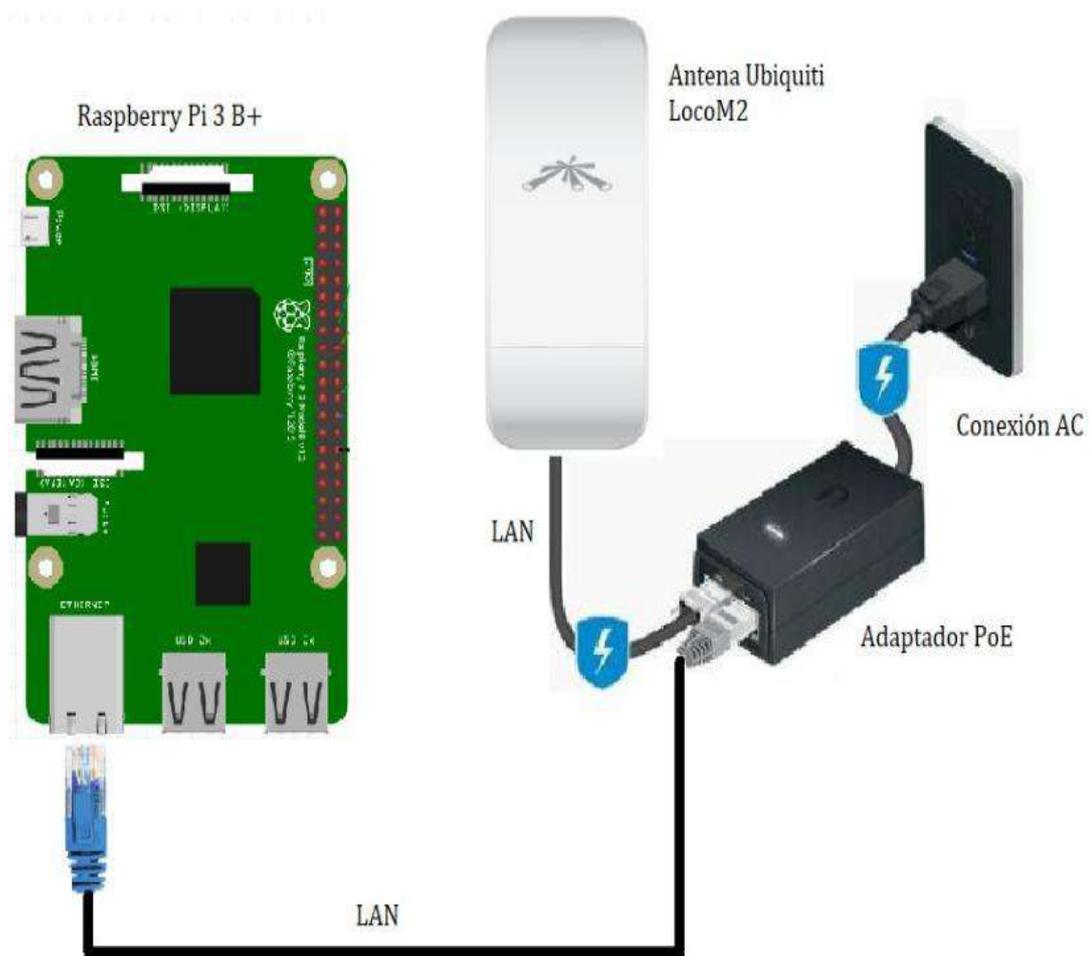


Figura 13-2: Esquema de la etapa de Transmisión de Datos

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

2.3.6 *Requerimiento software para la etapa de Transmisión*

- Comprobar la conexión de CarView con el servidor FTP.
- Enviar la información de la etapa de procesamiento de imágenes a través de la red inalámbrica IEEE 802.11 al servidor FTP.

2.3.6.1 *Herramientas de software*

En esta etapa se utiliza el sistema operativo basado en linux AirOS que viene instalada por defecto en las antenas Ubiquiti, para configurar el dispositivo se accede mediante un navegador Web ingresando la dirección IP del dispositivo (la configuración de fábrica es 192.168.1.20). El dispositivo nos mostrará un formulario en el que hay que identificarse introduciendo el usuario y contraseña; las configuraciones que se realizan se muestran en el Anexo C y cumplen con los siguientes requisitos:

- Estándar 802.11 n.
- Canal 9 (2,450Ghz).
- MCS 1, modulación QPSK con una codificación ½.
- Potencia de transmisión de 12 dBm.
- Ganancias de las antenas Transmisión y Recepción de 8 dBi.
- Seguridad WESP/AES.

2.3.7 *Diagrama de flujo.*

La Figura 14-2 muestra el diagrama de flujo del proceso que cumple CarView en la etapa de procesamiento de imágenes como son:

- Incluir librerías.
- Declarar variables.
- Lectura de datos almacenados.
- Comprueba la conexión con el servidor FTP.
- Envío de la información al servidor FTP.

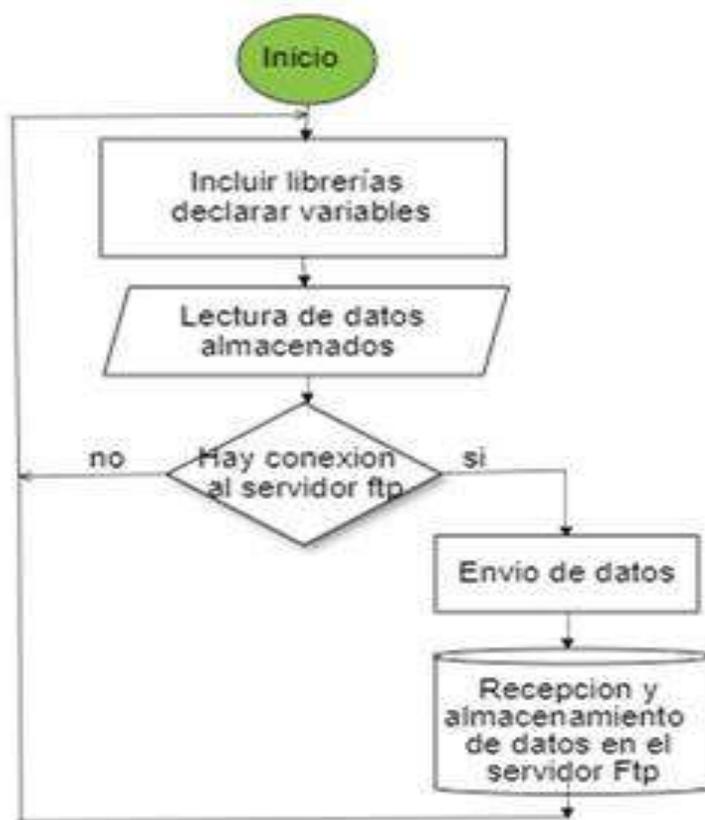


Figura 14-2: Diagrama de flujo de la etapa de Transmisión de Datos.

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

2.3.8 *Requerimiento software para la etapa de Supervisión de la Información.*

- Alojarse los archivos de imagen y texto enviados por cada nodo de CarView en el servidor FTP.
- Enviar los archivos en tiempo real desde el servidor FTP a la base de datos alojada en la nube.
- La información recolectada de las placas debe ser visualizada por medio de tablas de registro en un servidor Web.
- Visualizar el recorrido de los vehículos mediante Google Maps (Google Maps, 2019).
- Enviar un correo electrónico a la entidad de seguridad designada cuando se notifique una placa de un automotor robado o con infracción de tránsito.

2.3.8.1 Herramientas de software

A continuación, se detalla el software que se utilizó en la etapa de supervisión de la información.

Servidor FTP

Es un servicio de administración de ficheros que permite multitud de acciones (subir, descargar, borrar, renombrar, mover, etc), independientemente de que los sistemas de archivos sean distintos. Utiliza el puerto TCP 20 para la transferencia y el puerto 21 para el control (Andreu, Joaquín, 2015). Este servicio se desplegó en una laptop con Windows 10 versión 1809, la cual todos los archivos se almacenan en el disco duro.

Software XAMPP

Es un servidor independiente de software libre bajo la licencia GNU, contiene la base de datos MySQL, el servidor Web Apache y lenguajes de script: PHP y Perl. Es un servidor Web fácil de usar y capaz de interpretar páginas dinámicas. Está disponible para Microsoft Windows, GNU/Linux, Solaris, y MacOS X (UNID,2018).

Gestor de Base de Datos (SGBD)

En la actualidad se requiere tener sistemas que permitan crear, gestionar y administrar las bases de datos, esto conlleva que el almacenamiento y búsqueda de la información sea lo más eficientemente posible (Marín Rafael,2019).

La base de datos se creó con la herramienta MySQL del hosting CPANEL el cual nos permite crear, modificar y eliminar base de datos, este contendrá la información enviada por el servidor FTP. En la Figura 15-2 se observa la estructura modelo entidad-relación de la base de datos creada, la cual contiene diez tablas.

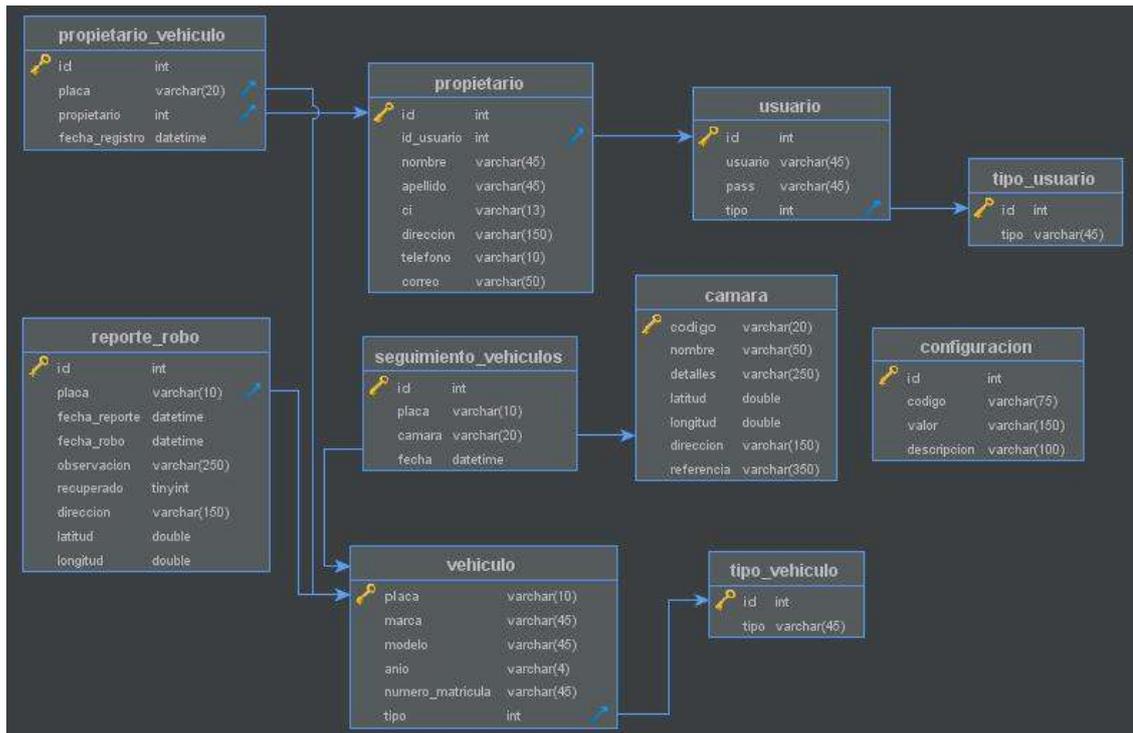


Figura 15-2: Modelo entidad-relación de la Base de Datos

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

De la Figura 15-2 las tablas que contienen mayor relevancia de información son:

- **Cámara:** Contiene la ubicación geográfica de cada cámara, la cual es asignada por un código único.
- **Vehículo:** Contiene la información de cada vehículo registrado, como la placa, el modelo, el número de matrícula y el año.
- **Propietario:** Contiene los datos personales del propietario del vehículo.
- **Reporte_robo:** Contiene la fecha del reporte y robo del vehículo, el número de placa y la ubicación geográfica.
- **Seguimiento_vehículos:** Contiene el número de placa y la información de cada cámara por el cual el automotor ha circulado.

La información enviada por CarView se almacena en la tabla seguimiento_vehiculos como se puede apreciar en la Figura 16-2.

id	placa	camara	fecha	imagen
1	HBB8276	carview1	2019-10-29 09:55:10	NULL
2	HBB8276	carview2	2019-10-29 09:57:00	NULL
3	HBB8276	carview3	2019-10-29 09:57:10	NULL
4	HBC6938	carview1	2019-10-29 10:02:42	NULL
5	HBC6938	carview2	2019-10-29 10:02:50	NULL
6	HBC6938	carview3	2019-10-29 10:02:53	NULL
7	HBC6938	carview4	2019-10-29 10:03:05	NULL
8	HAA1559	carview1	2019-10-29 10:37:30	NULL
9	HAA1559	carview2	2019-10-29 10:38:10	NULL
10	HAA1559	carview3	2019-10-29 10:38:16	NULL
11	HAA1559	carview4	2019-10-29 10:38:56	NULL
12	PPY809	carview1	2019-10-29 10:49:38	NULL
13	PPY809	carview2	2019-10-29 10:49:50	NULL
14	PPY809	carview3	2019-10-29 10:50:01	NULL
15	PPY809	carview4	2019-10-29 10:50:40	NULL
16	HBA7530	carview1	2019-10-29 11:20:40	NULL
17	HBA7530	carview2	2019-10-29 11:20:59	NULL
18	HBA7530	carview3	2019-10-29 11:21:01	NULL
19	HBA7530	carview4	2019-10-29 11:22:01	NULL

Figura 16-2: Información almacenada en la Tabla seguimiento_vehiculos.

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

De la Figura 16-2 se puede observar que la placa HBB8276 es registrada con un id igual a uno que pertenece al sistema carview1 y es almacenada el 29-10-2019 a las 09:55:10. Por lo que se concluye que la información emitida por CarView si se almacena en la base de datos.

2.3.9 Librerías utilizadas en la etapa de supervisión de la información.

Para el diseño de la página Web la programación completa se puede ver en el Anexo D en este apartado se detalla las librerías con mayor relevancia que se utilizaron en la programación son:

Bootstrap 3: Es un framework basado en HTML y CSS el cual nos ayuda a adaptar la pantalla de los dispositivos con el que accedemos al sitio Web (OpenWebinars,2019).

jQuery 1.7: Es una librería de JavaScript la cual permite agregar interactividad a un sitio Web sin tener conocimientos del lenguaje (Chuburu Laura,2019).

Moment JS 2.24: Nos permite implementar un sistema de manejo de fechas.

xeditable 1.5: Permite crear elementos editables en la página Web. Se puede usar con cualquier motor (bootstrap, jquery-ui, jquery solamente).

PHPMailer: Es una clase que facilita las funcionalidades asociadas al envío y manejo de emails con formato HTML.Es muy recomendable realizar los envíos a través del protocolo SMTP (Andalucía,2018).

Slim Framework: Es un micro framework PHP para crear aplicaciones REST con una sintaxis muy simple. La cual se encarga de recibir la información enviada desde CarView y guardarla en el servidor FTP.

2.3.10 Diagrama de flujo

En la Figura 17-2 se muestra el diagrama de flujo del proceso que cumple en la etapa de supervisión de la información, la cual se detalla a continuación:

- Incluir librerías.
- Activar conexión HTTP.
- Enviar la información desde el servidor FTP a la base de datos localizado en la nube.
- Visualizar la información de CarView en una página Web.
- Permitir al administrador gestionar la página Web.
- Enviar un email cuando se registre el formulario de reporte el robo de un automotor

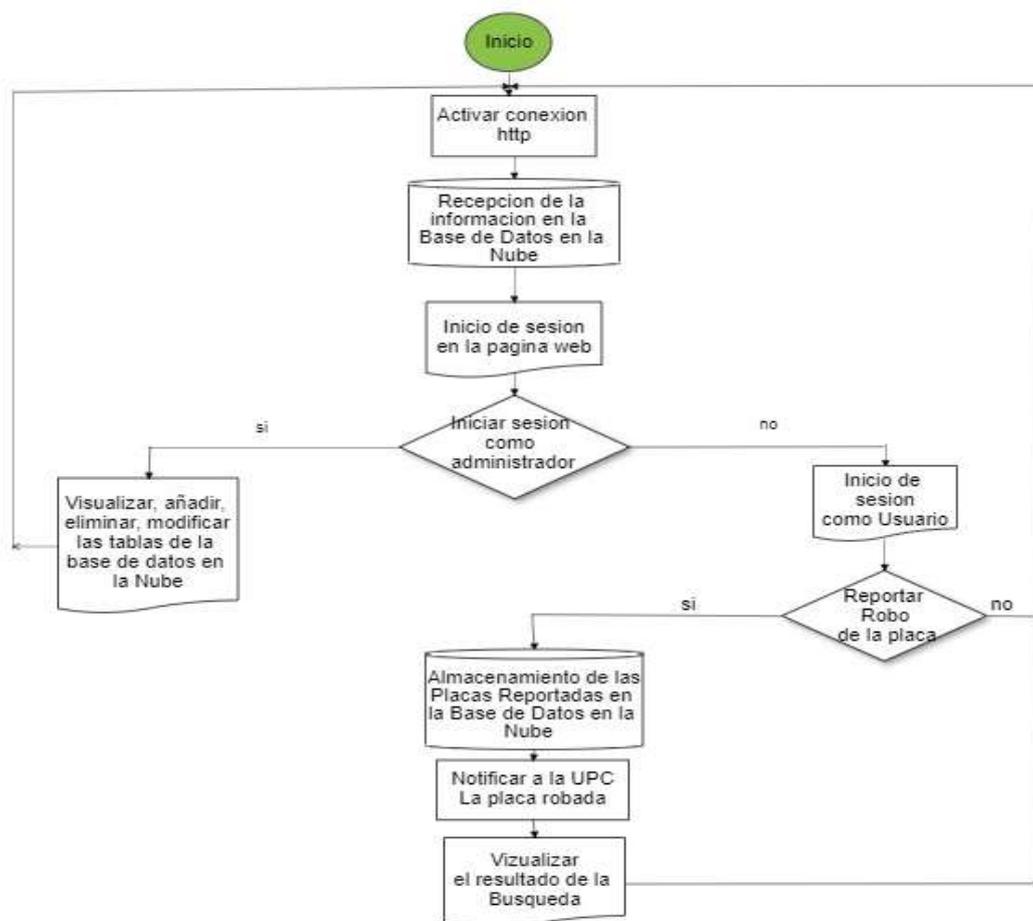


Figura 17-2: Diagrama de flujo de la etapa de supervisión de la información

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

2.3.11 Presentación y visualización de información de CarView

Se ha desarrollado una página Web para lo cual se adquirió un hosting pagado versión Lite denominado hosting CPANEL; el dominio para ingresar a la página es “nodoclic.com/transitoseguro”. La página presenta dos roles que son usuario y administrador, inicialmente el usuario debe llenar un formulario de registro como se muestra en la Figura 18-2. Una vez registrado se carga una página como se observa en la Figura 19-2 la cual contiene un menú con dos opciones principales que se detalla a continuación:

- Vehículos: En este apartado el usuario podrá registrar y visualizar la información de su vehículo (ver Figura 19-2).
- Propietario: Esta opción permite registrar los datos personales del propietario del vehículo.

En la Figura 20-2 se muestra la página de reporte de robo del vehículo la cual consta de un botón naranja para reportar el robo, al abrir esta opción el usuario debe llenar una ficha; y un botón verde para visualizar el seguimiento del vehículo registrado por CarView.

Tránsito Seguro
Seguridad en sus manos

Datos de usuario

Nombre de Usuario: Carlos Vila

Contraseña

Repita la Contraseña

Datos de usuario

Nombre: carlos

Apellido: Vila

Cédula: 1997354581

Dirección Domicilio: lican

Teléfono: 0988105821

Correo: CarlosVila@gmail.com

Registrar

Copyright © 2018. All rights reserved. Template by Corelio

Figura 18-2: Página Web registro nuevo usuario.

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

The screenshot shows the 'Registro de Vehículos' form in the 'TRANSITO SEGURO APP'. The form includes the following fields:

- Placas:** HBB662
- Marca:** Chevrolet
- Modelo:** corsa
- Año:** 2003
- Número de matrícula:** 005426
- Tipo:** Sedan

A 'Registrar' button is located at the bottom of the form.

Figura 19-2: Presentación de la página Web (registro vehículo)

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

The screenshot shows the 'Vehículos Registrados' page with a modal form titled 'Notificar Robo'. The modal form includes the following fields:

- Placa:** HBB662
- Fecha del Robo:** 2019-11-01 05:25
- Observación:** Robo del vehículo
- Dirección:** Terminal
- Ubicación:** Capturar
- Coordinates:** -1.6711094810827054, -78.66172306353738

Buttons for 'REPORTAR' and 'Cancelar' are located at the bottom of the modal.

Figura 20-2: Página reporte de robo del vehículo.

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

Solo el administrador puede gestionar la página Web, desde la opción de configuración como se observa en la Figura 21-2 puede agregar cámaras, eliminar usuarios, monitorear el recorrido de cada vehículo y enviar un correo electrónico al UPC cuando un automotor se registre como robado. En la Figura 22-2(a) se muestra el registro de las cámaras de red, en la Figura 22-2(b) se observa el recorrido de cada automotor en Google Maps (Google Maps,2019) y en la Figura 22-2(c) se muestra el envío y recepción del correo electrónico cuando exista un reporte de robo.

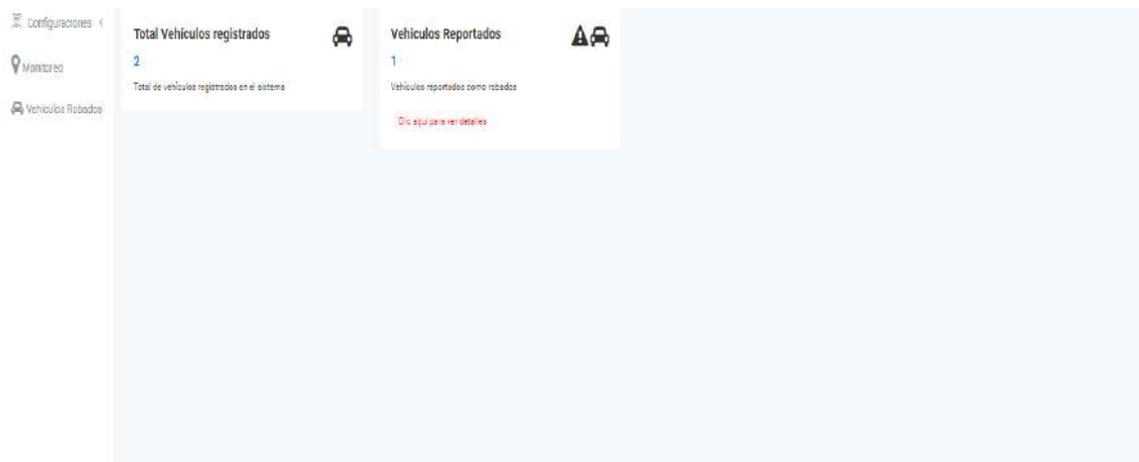


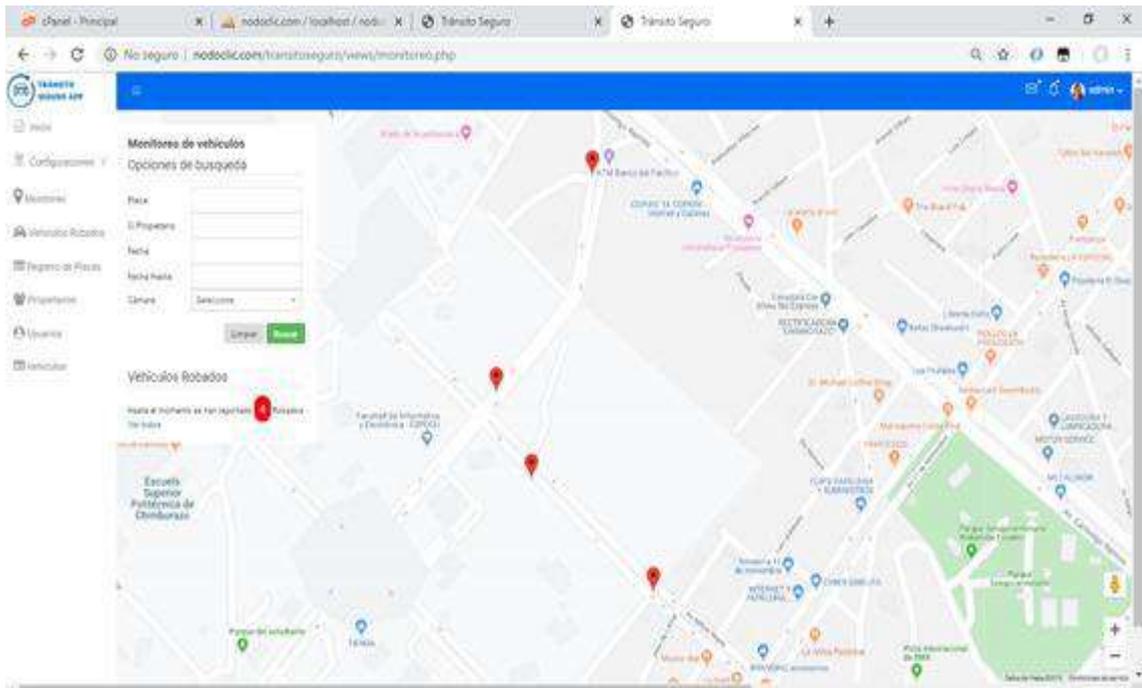
Figura 21-2: Página administrador.

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

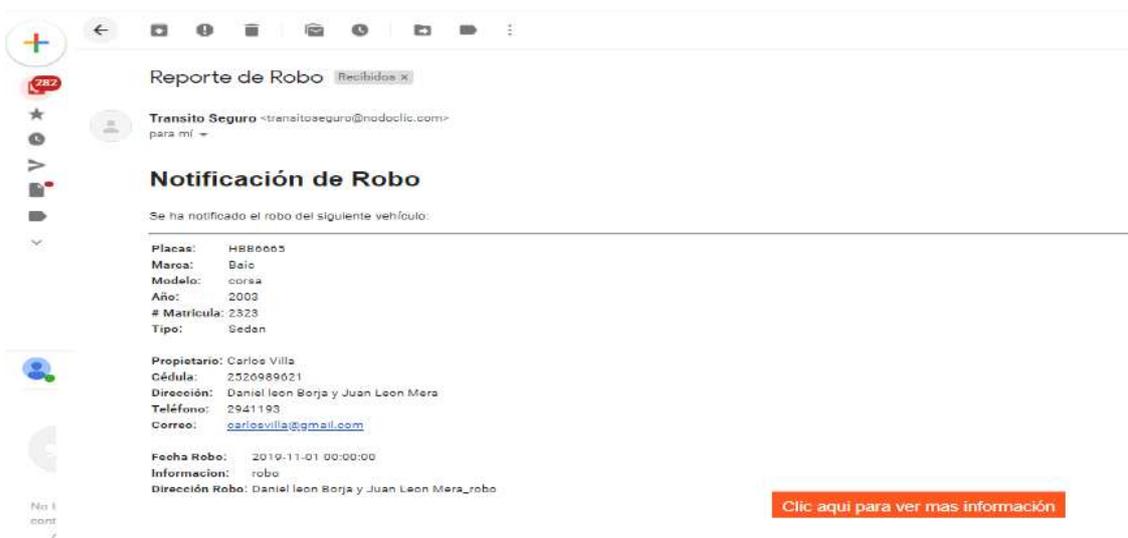
The screenshot shows a table titled 'Cámaras Registradas' with columns for 'Codigo', 'Nombre', 'Detalles', 'Direccion', 'Referencia', and 'Georeferencia'. The table lists 14 cameras with their respective details and locations. A search bar and pagination controls are visible at the top right of the table area.

Codigo	Nombre	Detalles	Direccion	Referencia	Georeferencia
cam1-a	cam1-a	atfel	esochuquero principal	entrada principal	
cam1-b	cam1-b	atfel	esochuquero principal	salida de la puerta atfocpal	
cam10	cam10	atfel	Facultad de contabilidad y auditoria	Puerta Facultad de contabilidad y auditoria	
cam11-a	cam11-a	atfel	Puerta acceso a Finanzas	Puerta acceso a Finanzas	
cam11-b	cam11-b	atfel	Puerta salida a Finanzas	Puerta salida a Finanzas	
cam12-a	cam12-a	atfel	Facultad de Finanzas 2	Puerta Facultad de Finanzas 2	
cam12-b	cam12-b	atfel	Facultad Finanzas 1	Puerta Facultad Finanzas 1	
cam13-a	cam13-a	atfel	comedor nuevo	Puerta comedor nuevo	
cam13-b	cam13-b	atfel	puerta de mecanico	Puerta a talleres mecanica	
cam14	cam14	atfel	Facultad de electrica nuevo	Facultad de electrica nuevo	

(a)



(b)



(c)

Figura 22-2: Página Web (administrador). (a) Registro de cámaras de red. (b) Monitoreo de vehículos. (c) Envío y recepción de correo electrónico.

Realizado por: Masaquiza, David; Mayanza, Paul; 2019

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se evalúa el sistema de red inalámbrico mediante cuatro pruebas principales que consisten en pruebas de simulación de escalabilidad del prototipo en donde se determina el retardo, el ancho de banda y la cobertura de red, pruebas de validación del sistema mediante el reconocimiento de caracteres de las placas vehiculares y a través de la repetitividad, en las pruebas de comunicación inalámbrica se determina la calidad de servicio del enlace, respecto a la base de datos es necesario evaluar el tiempo de publicación de la información observada en la base de datos , pruebas de almacenamiento y el envío de mensajes de alerta a través de la página web, determinar el consumo de corriente del sistema. Finalmente se realiza un análisis de costos del sistema.

3.1 Sistema de red Inalámbrico CarView

En la Figura 1-3 se puede observar el sistema de red inalámbrico CarView con los elementos que lo conforman empezando desde la izquierda de la imagen tenemos los sensores ultrasónicos, la batería, el raspberry pi 3 B+, la cámara, las antenas Ubiquiti, el router Tp-link, una laptop que donde se despliega el servidor FTP y al final se muestra en una laptop los datos en una página Web.



Figura 1-3: Elementos que componen CarView.

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

3.2 Pruebas de Simulación de escalabilidad del prototipo

Con el *software* Riverbed Modeler versión 17.5 se realiza la prueba de simulación la cual nos permite simular la topología en estrella, este software simula los sistemas de comunicaciones, con la finalidad de evaluar las prestaciones de una red bajo diversas condiciones de simulación (Riverbed, 2019). El objetivo de esta prueba es determinar la capacidad máxima de sistemas CarView que puede integrarse al Punto de acceso (Access Point), para lo cual se determina el retardo en la comunicación y el ancho de banda, esta prueba se realiza con 30 y 55 nodos, se toma en consideración este valor debido a que en la ciudad de Riobamba existe 52 cámaras de seguridad implementadas por el ECU 911 (Ecu 911, 2017). La simulación se realiza en un periodo de 60 min y con una capacidad del enlace de 6 Mbps. En la Figura 2-3 se puede observar el escenario desarrollado de la topología en estrella con 30 nodos.

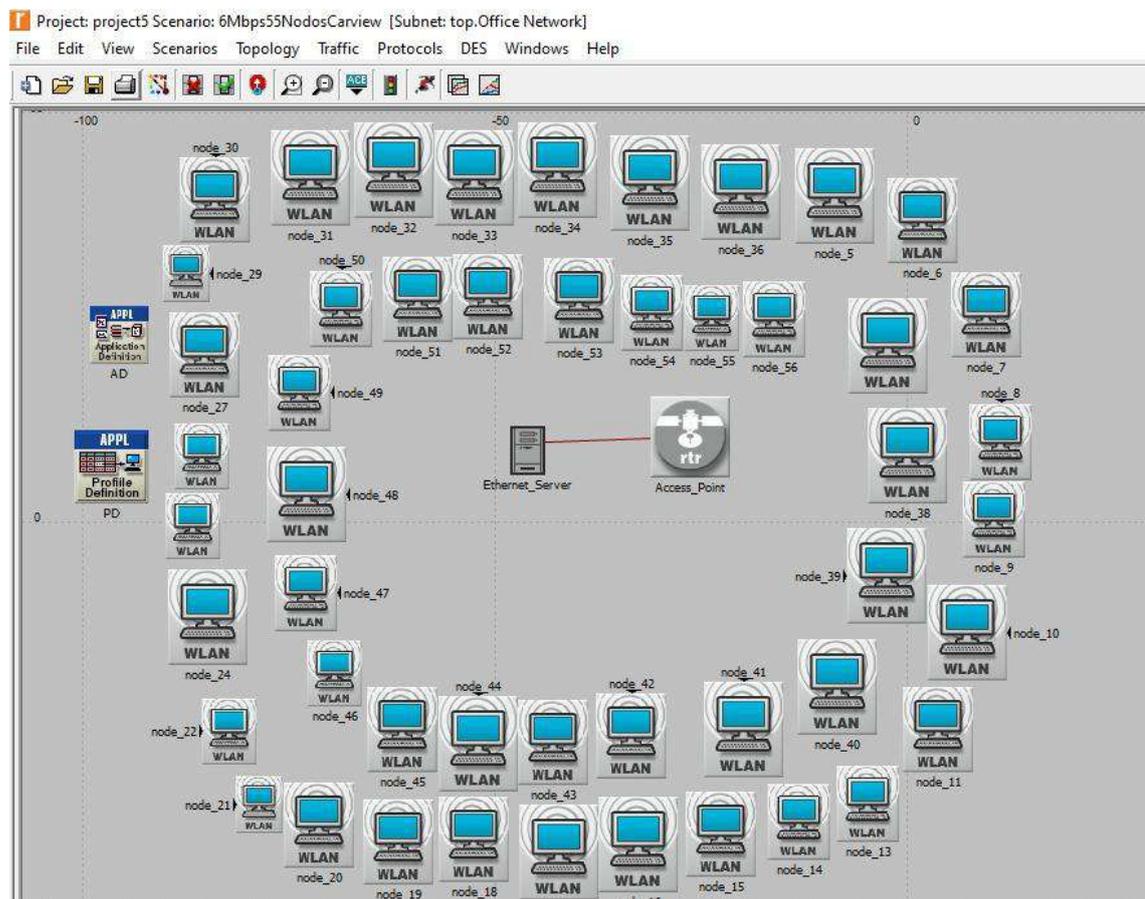


Figura 2-3: Topología en estrella con 55 nodos.

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

En la Figura 3-3 se puede observar el resultado de retardo en la comunicación de la simulación con 30 y 55 nodos.

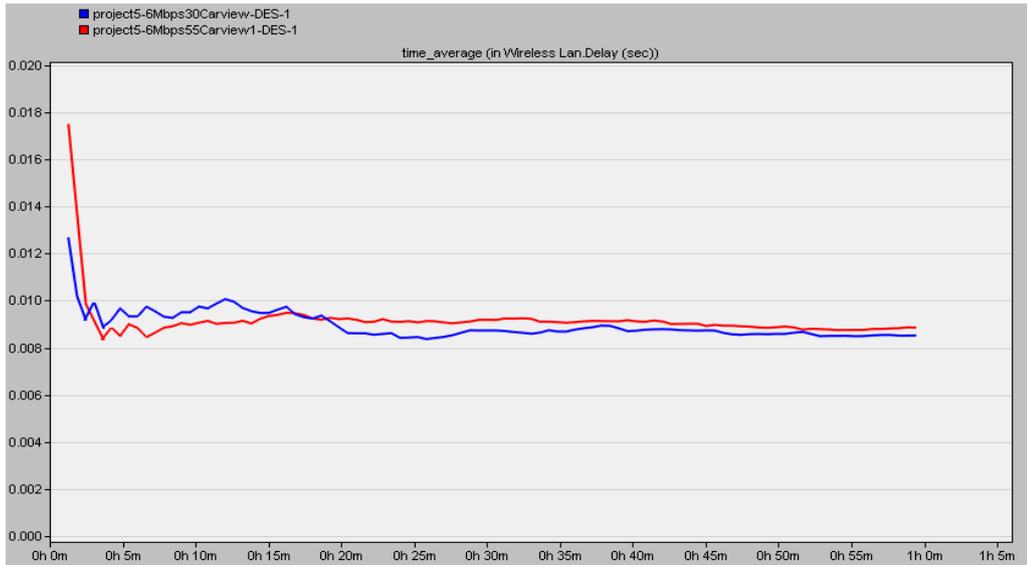


Figura 3-3: Resultado tiempo de retardo

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

La Figura 3-3 muestra 30 nodos la cual está representado con la línea de color azul el retraso de la comunicación de 7 ms y con 55 nodos está representado con la línea de color rojo el retraso de 8 ms. Por lo que se concluye que el sistema es escalable y a medida que aumente el número de nodos el retardo permanece en un valor promedio de 7,5 ms.

En la Figura 4-3 se puede observar el resultado de la simulación en donde se determina el ancho de banda requerido, la línea de color azul indica el resultado de 36 Kbps con 30 nodos y la línea de color rojo muestra el resultado de 73 Kbps con 55 nodos.

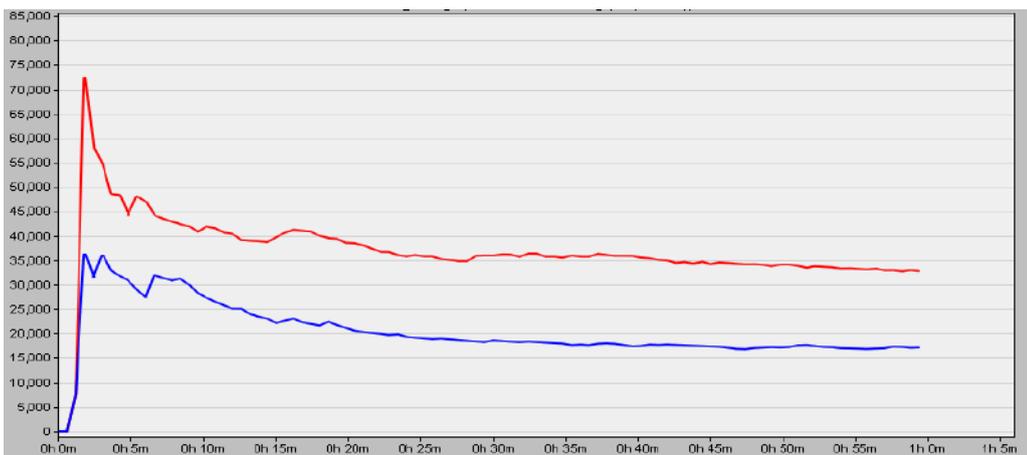


Figura 4-3: Resultado de ancho de banda.

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

La Figura 4-3 nos indica que no existe sobrecarga en el enlace comunicación debido que no supera la capacidad de 6 Mbps, por lo que se concluye que el sistema de red inalámbrico CarView es escalable.

3.3 Validación del sistema de red inalámbrico CarView

Esta prueba consiste en determinar la estabilidad y el error absoluto de CarView, la Figura 5-3 muestra el sistema de red inalámbrico en funcionamiento. Las pruebas se efectuaron durante una semana y se tomó diez muestras diferentes de las placas vehiculares, para lo cual los sensores ultrasónicos se encuentran separados a una distancia de 3 m con el objetivo de activar la captura de la imagen en la cámara si un vehículo está dentro de este rango, la cámara se instala a la altura de 1m para obtener una imagen clara del vehículo y la antena se encuentra instalada en un soporte metálico a la altura de 4 m. con la finalidad de tener línea de vista con la antena de la estación base. En primera instancia se determina la distancia desde el primer sensor a la cámara con relación a la velocidad del vehículo, en la Tabla 1-3 se muestra los resultados obtenidos en dónde; SI representa una imagen capturada y NO determina que la imagen no fue tomada.

Tabla 1-3: Resultados de imágenes capturadas en relación distancia - velocidad

Distancia (metros)	Velocidad (Km/h)			
	5	10	15	20
5	SI	NO	NO	NO
6	SI	SI	SI	NO
7	SI	SI	SI	SI
8	NO	NO	NO	NO

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

De la Tabla 1-3 se concluye que se realizó las pruebas en un ambiente controlado enfocado a vehículos livianos donde la velocidad de circulación máxima permitida es 20 Km/h, la distancia del sensor a la cámara es de 7 m, y la altura de la base de la cámara es de 1m con los cuales no se obtienen errores en el reconocimiento de caracteres de la placa vehicular.



Figura 5-3: Validación del sistema CarView

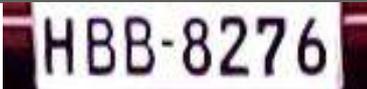
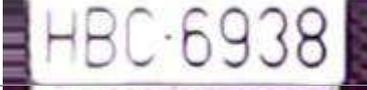
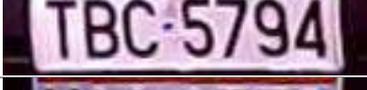
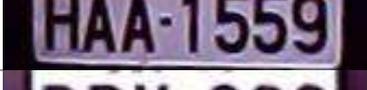
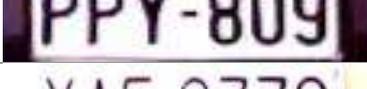
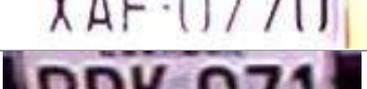
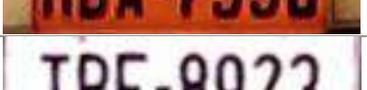
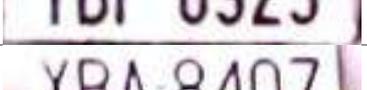
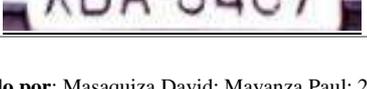
Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

En la Figura 5-3 se puede apreciar la cámara (derecha de la imagen) la cual toma las imágenes de los automotores cuando los sensores ultrasónicos se activen. La antena se encuentra en la parte (izquierda de la imagen) la cual transmite las imágenes procesadas en texto e imagen a la estación base. Se realizó dos pruebas de validación del sistema de red inalámbrico en donde el vehículo pasa a 20 Km/h y la distancia del sensor a la cámara es de 7 m los mismos que se detallan a continuación.

3.3.1 Reconocimiento de caracteres de las placas vehiculares

El objetivo de esta prueba es determinar si CarView reconoce todos los caracteres de las placas vehiculares para la cual se realiza una comparación de la imagen de la placa original con los datos de la imagen procesada por el sistema de red, cabe recalcar que se descarta el guion cuando la imagen está siendo procesada como se muestra en la Tabla 2-3.

Tabla 2-3: Reconocimiento de caracteres de las placas vehiculares

N°	Imagen original	Caracteres original	Placa procesada	Caracteres reconocidos	Error absoluto
1		7	HBB8276	7	0
2		7	HBC6938	7	0
3		7	TBC5794	7	0
4		7	HAA1559	7	0
5		6	PPY809	6	0
6		7	XAF0770	7	0
7		6	PDK071	6	0
8		7	HBA7530	7	0
9		7	TBF8923	7	0
10		7	XBA8407	7	0

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

Se concluye que los datos obtenidos en la Tabla 2-3 el error absoluto de CarView es cero, razón por la cual no incorpora errores al sistema.

3.3.2 Repetitividad del sistema de red inalámbrico

El objetivo de esta prueba es indicar la precisión de CarView, para lo cual se determina el coeficiente de variación de Poisson mediante la Ecuación 1 y Ecuación 2:

$$\text{Ecuación 1} \quad cv = \frac{\sigma}{\bar{u}}$$

$$\text{Ecuación 2} \quad \sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}$$

Donde:

cv= Coeficiente de variación.

σ = Desviación estándar.

\bar{u} = Media aritmética.

N= Tamaño de la población.

La Ecuación 1 determina que la información tomada no debe ser mayor al 7% de variación según (DANE, 2017, p.5). La Figura 6-3 evidencia el desarrollo de esta prueba. Para lo cual se tomó diez datos de la misma placa PBI 7805 durante 2 h y 15 min, en intervalos de 15 min bajo las mismas condiciones.



Figura 6-3: Automóvil evaluado de placa PBI 7805

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

En la Figura 6-3 se observa la cámara instalada la cual capturará la imagen del automóvil rojo cuando los sensores ultrasónicos se activan y posteriormente es procesado por el raspberry pi. Las imágenes obtenidas de las placas del automotor por CarView son procesadas y con la ayuda de una hoja de cálculo se calcula el coeficiente de variación de los datos utilizando la fórmula de la Ecuación 1 y Ecuación 2, como se muestra en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3: Repetitividad de reconocimiento de placas del automóvil

N°	Hora	Placa capturada	Placa procesada	# de Caracteres reconocidos
1	10:00		PBI 7805	7
2	10:15		PBI 7805	7
3	10:30		PBI 7805	7
4	10:45		PBI 7805	7
5	11:00		PBI 7805	7
6	11:15		PBI 7805	7
7	11:30		PBI 7805	7
8	11:45		PBI 7805	7
9	12:00		B17805	6
10	12:15		PBI 7805	7
		<i>Media</i>		6,9
		<i>Desviación estándar</i>		0,316
		<i>Coefficiente de variación</i>		5%

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

CarView tiene un coeficiente de variación del 5% como se muestra en la Tabla 3-3, por lo que se concluye, el sistema de red inalámbrico es preciso ya que no presenta un coeficiente de variación mayor al 7% (DANE,2017, p.5).

3.4 Pruebas de comunicación inalámbrica

Se realizaron tres pruebas que consisten en cobertura de la red, calidad de servicio y pruebas de almacenamiento de la información. Para lo cual se utilizó herramientas de *software* que se detallan en cada uno de sus apartados.

3.4.1 Cobertura de la red inalámbrica

Esta prueba consiste en realizar una simulación de cobertura dentro de la ESPOCH con el *software* Radio Mobile versión 10.0.4 (Radio Mobile, 2019), el cual es un programa de simulación de radio enlaces gratuito que sirve para operar dentro del rango de 20 MHz a 20 GHz. Primero se considera la ubicación geográfica de los nodos a implementarse, seguidamente se debe verificar la disponibilidad de un canal Wi-Fi sin interferencias y finalmente se mide la intensidad de la señal del resultado de la simulación Los parámetros a considerarse en la simulación son:

- Potencia de transmisión del Access Point de 12dBm,
- Ganancia de la antena 8dBi.
- La antena de recepción debe ser colocada a una altura de 14 m.
- Antenas directivas de 60 grados de azimut.
- Polarización vertical.
- Altura de la antena de 4 m. en punto de transmisión.
- Designar canal 9 para la red inalámbrica (ver Figura 6-3)
- Sensibilidad de -95dbm.

Para lo cual en la Tabla 4-3 se especifica la ubicación geográfica de los nodos dentro de la institución.

Tabla 4-3: Ubicación geográfica de cada nodo

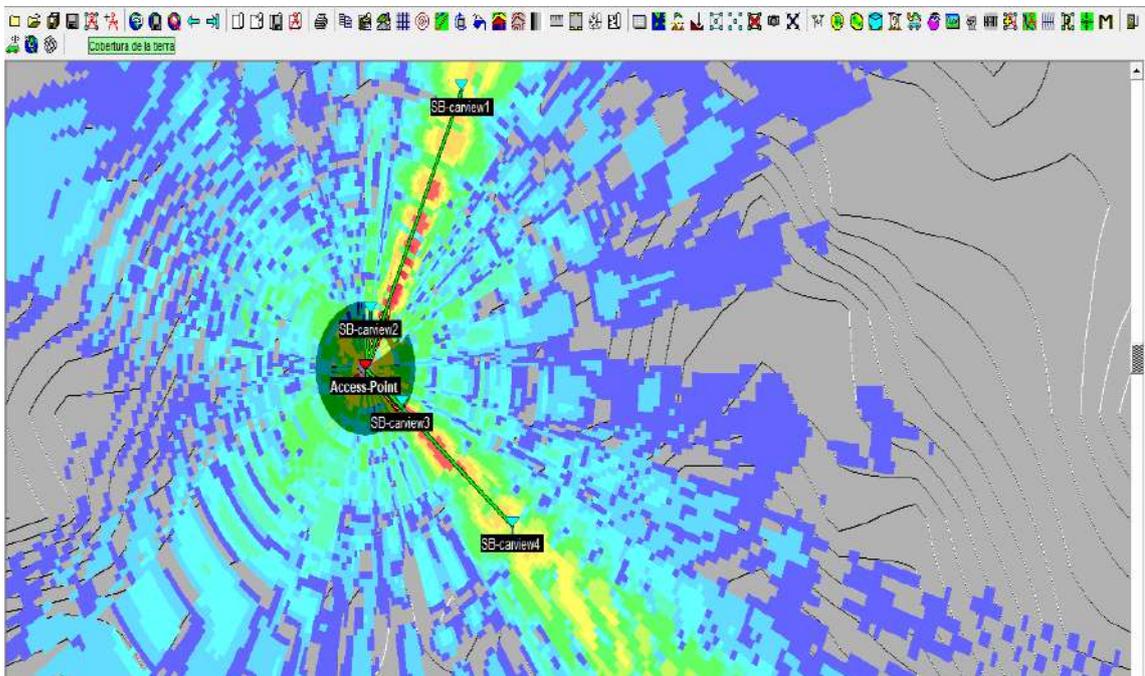
	Latitud	Longitud	Altura (m)
Access Point	-1,656293	-78,675123	2.810,3
Carview1	-1,653991	-78,674126	2.811,7
Carview2	-1,655842	-78,675054	2.810,8
Carview3	-1,656582	-78,674714	2.810
Carview4	-1,657545	-78,673541	2.804

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

En la Figura 7-3(a) se visualiza los datos establecidos en la Tabla 4-3 mediante el *software* Google Earth (Google Earth,2019). La Figura 7-3(b) muestra el resultado de cobertura de red de la simulación.



(a)



(b)

Figura 7-3: (a) Ubicación geográfica de nodos. (b) Simulación de cobertura de los nodos

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

Es necesario considerar los valores de intensidad de la señal para lo cual se realiza una prueba que consiste en verificar los canales sin interferencias existentes en el espacio libre mediante la aplicación Wi-fi Analyzer versión 3.11.2 (Google Play,2019), en donde se consideró configurar bajo la frecuencia 2,452 GHz (canal 9) la red inalámbrica denominada Ubnt como se muestra en la Figura 8-3.

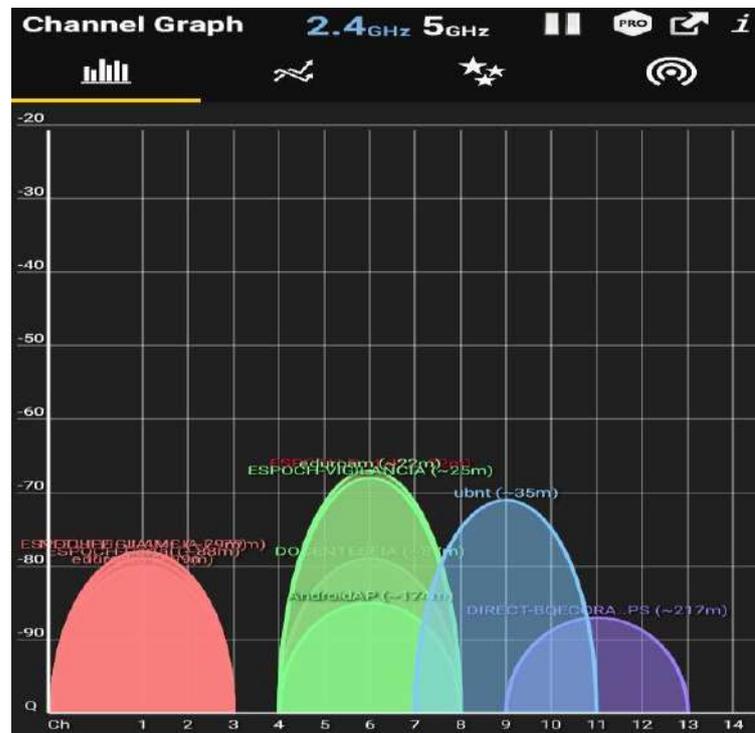


Figura 8-3: Visualización de canales con Wi-fi Analyzer

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

En la Tabla 5-3 se registra los valores de intensidad de señal como resultado de la simulación de cobertura realizada.

Tabla 5-3: Intensidad de la señal

Muestra	Distancia (m)	Intensidad de señal	
		Simulación	Práctico
1	25	-60,9dBm	-62,9dBm
2	50	-53,1dBm	-57,1dBm
3	75	-58,1dBm	-59,1dBm
4	100	-53,7dBm	-58,7dBm
5	125	-62,5dBm	-68,5dBm
6	150	-56,2dBm	-57,2dBm
7	175	-61,6dBm	-60,6dBm
8	200	-67,7dBm	-72,7dBm
9	225	-59,7dBm	-64,7dBm
10	250	-60,8dBm	-65,8dBm
11	275	-67,3dBm	-73dBm
12	300	-86,2dBm	-70,2dBm
13	325	-87dBm	-74dBm
14	350	-88,1dBm	-90,1dBm
15	375	Límite de campo de prueba	Límite de campo de prueba
16	400	Límite de campo de prueba	Límite de campo de prueba
17	425	Límite de campo de prueba	Límite de campo de prueba
18	450	Límite de campo de prueba	Límite de campo de prueba
19	475	Límite de campo de prueba	Límite de campo de prueba
20	500	Límite de campo de prueba	Límite de campo de prueba

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

De los valores de intensidad de señal obtenidos en la Tabla 5-3 se concluye que la distancia máxima entre el sistema CarView y la estación base debe ser 350 m con una intensidad de señal de -90,1 dBm, lo que indica que la comunicación desde el sistema de red inalámbrico con el servidor FTP será exitosa sin que exista pérdidas de la información.

3.4.2 Calidad de servicio en la red inalámbrica

Este apartado se divide en dos pruebas que consiste en determinar la calidad de servicio como variación de tiempo (*jitter*) y el ancho de banda. Para el cual se hace uso de la herramienta cliente-servidor Iperf (Iperf.fr, 2019).

3.4.2.1 Variación de tiempo de los paquetes

Esta prueba consiste en determinar la calidad de servicio del enlace, para lo cual se utiliza el modo consola de la herramienta Iperf versión 1.0 por medio de comandos. Para esta prueba se envía datagramas UDP, se envían datagramas de 160 KBytes desde el cliente con la dirección IP 192.168.1.60 al servidor FTP con dirección IP 192.168.1.50, el puerto utilizado es el 5001, la Figura 9-3 evidencia la prueba de la misma, se realizó una petición de un minuto como se muestra en la Figura 9-3 obteniendo que el número de paquetes total que recibe el servidor es de 1,19 MBytes.

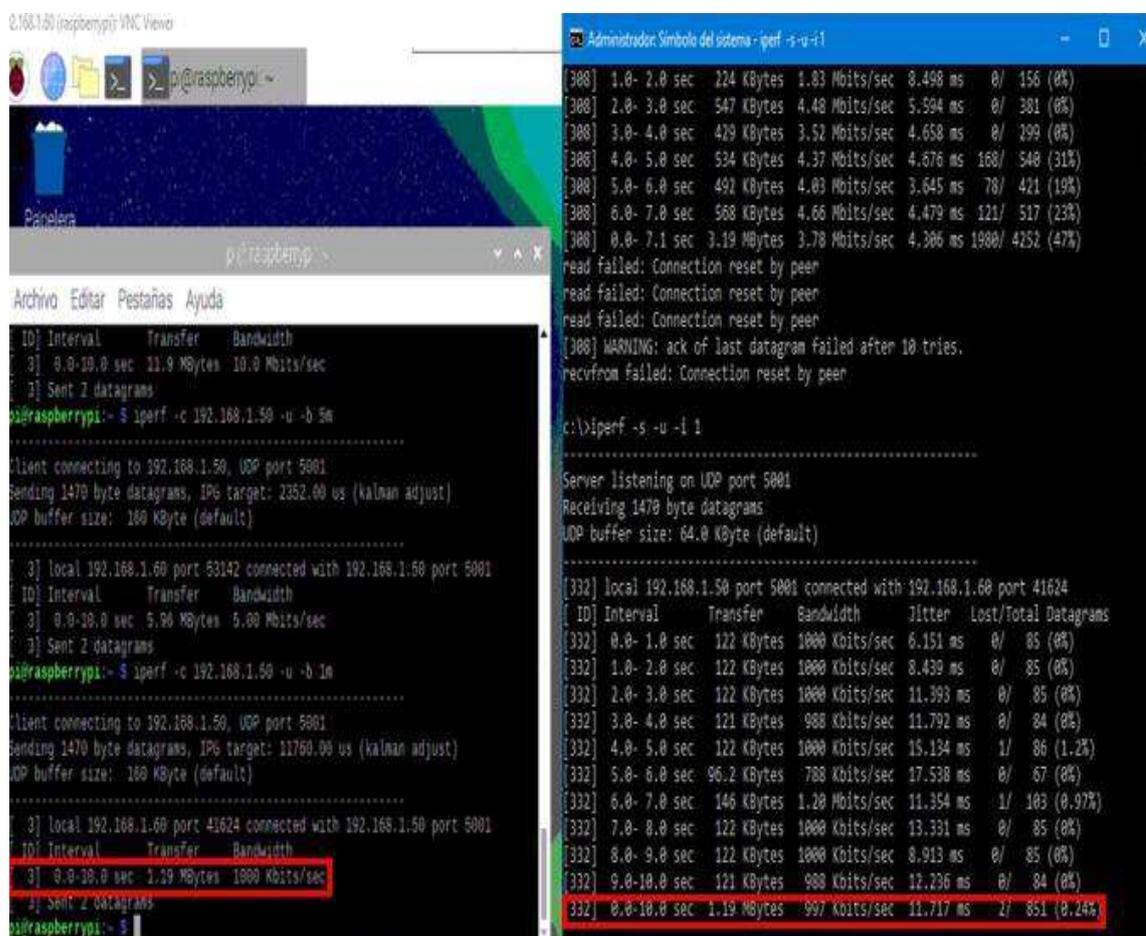


Figura 9-3: Cliente paquetes enviados (izquierda). Paquetes recibidos en el Servidor FTP (derecha).

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

Los datagramas enviados son de 160 KBytes y el tiempo promedio de respuesta para el envío de paquetes es de 11,717 ms por lo que se concluye que no existe pérdida de paquetes debido a que

el retardo de extremo a extremo es menor a 150 ms según (Martínez, Juan, 2018), el servidor recibe la misma cantidad de paquetes enviados por el cliente.

3.4.2.2 Pruebas de capacidad del canal de transmisión

El objetivo de esta prueba consiste en determinar la cantidad de información que podemos enviar o recibir a través del enlace de comunicación inalámbrico Wi-fi. Se realizó tres peticiones al servidor FTP, se utilizó el modo consola de Iperf, enviando paquetes TCP de 6,4 Kbyte se toma este valor debido a que la trama completa que se envía es de 6,074 Kbyte, el servidor establece la petición mediante el puerto 5001. La petición se realizó en intervalos de 10 s. La Figura 10-3 muestra los resultados de esta prueba.

```
.....
[ 3] local 192.168.1.60 port 47648 connected with 192.168.1.50 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 3] 0.0-10.2 sec  5.75 MBytes 4.71 Mbits/sec
pi@raspberrypi:~$ iperf -c 192.168.1.50
.....
Client connecting to 192.168.1.50, TCP port 5001
TCP window size: 43.8 KByte (default)
.....
[ 3] local 192.168.1.60 port 47650 connected with 192.168.1.50 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 3] 0.0-10.3 sec  5.00 MBytes 4.00 Mbits/sec
pi@raspberrypi:~$ iperf -c 192.168.1.50
.....
Client connecting to 192.168.1.50, TCP port 5001
TCP window size: 43.8 KByte (default)
.....
[ 3] local 192.168.1.60 port 47652 connected with 192.168.1.50 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 3] 0.0-10.1 sec  5.38 MBytes 4.47 Mbits/sec
pi@raspberrypi:~$
```

```
.....
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 64.0 KByte (default)
.....
[300] local 192.168.1.50 port 5001 connected with 192.168.1.60 port 47636
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[300] 0.0-10.4 sec  4.00 MBytes 3.22 Mbits/sec
[404] local 192.168.1.50 port 5001 connected with 192.168.1.60 port 47646
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[404] 0.0-10.7 sec  5.75 MBytes 4.50 Mbits/sec
[412] local 192.168.1.50 port 5001 connected with 192.168.1.60 port 47648
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[412] 0.0-10.8 sec  5.75 MBytes 4.45 Mbits/sec
[396] local 192.168.1.50 port 5001 connected with 192.168.1.60 port 47650
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[396] 0.0-10.8 sec  5.00 MBytes 3.89 Mbits/sec
[340] local 192.168.1.50 port 5001 connected with 192.168.1.60 port 47652
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[340] 0.0-10.6 sec  5.37 MBytes 4.24 Mbits/sec
```

Figura 10-3: Pruebas de ancho de banda.

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

Los valores obtenidos de la Figura 10-3 se registran en la Tabla 5-3. las cuales se visualizan de mejor manera en la Tabla 6-3.

Tabla 6-3: Resultados obtenidos de prueba de ancho de banda

Petición	Tamaño Paquetes TCP Kbyte	Envío paquetes TCP (segundos)	Ancho de Banda Cliente (Mbps)	Ancho de Banda Servidor (Mbps)
1	6,4	10	4,71	4,45
2	6,4	10	4,08	3,89
3	6,4	10	4,47	4,24
Total	19,2	30	13,26	12,58
Promedio	6,4	-	4,42	4,19

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

De la Tabla 6-3 cuando se envía un paquete TCP de 6,4 Kbyte, en la primera petición el servidor responde transmitiendo 5,75 Mbyte/10s, la segunda 5 Mbyte/10s y la tercera 5,37 Mbyte/10s. Se concluye que se envían paquetes TCP en promedio de 6,4 Kbyte con un ancho de banda de 4,19 Mbps, lo que determina que no existe sobrecarga en el enlace de comunicación de 6 Mbps.

3.4.3 Tiempo de publicación de la información

Esta prueba consiste en determinar el tiempo (latencia) que le toma al sistema de red inalámbrico enviar la información para lo cual se emite el comando ping desde CarView hacia el servidor FTP y la página Web como se observa en la Figura 11-3 con el objetivo de determinar si hay conexión y que tiempo le toma.

```

pi@raspberrypi:~$ ping 192.168.1.50
PING 192.168.1.50 (192.168.1.50) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=1 ttl=128 time=1.88 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=2 ttl=128 time=3.29 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=3 ttl=128 time=3.11 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=4 ttl=128 time=21.9 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=5 ttl=128 time=5.62 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=6 ttl=128 time=2.05 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=7 ttl=128 time=29.6 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=8 ttl=128 time=1.99 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=9 ttl=128 time=2.08 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=10 ttl=128 time=1.90 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=11 ttl=128 time=1.84 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=12 ttl=128 time=1.85 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=13 ttl=128 time=1.86 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=14 ttl=128 time=7.05 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=15 ttl=128 time=2.23 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=16 ttl=128 time=1.88 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=17 ttl=128 time=4.28 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=18 ttl=128 time=7.52 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=19 ttl=128 time=5.83 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=20 ttl=128 time=3.22 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=21 ttl=128 time=3.17 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=22 ttl=128 time=1.85 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=23 ttl=128 time=3.75 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=24 ttl=128 time=4.97 ms
64 bytes from 192.168.1.50: icmp_seq=25 ttl=128 time=2.50 ms
^C
--- 192.168.1.50 ping statistics ---
25 packets transmitted, 25 received, 0% packet loss, time 48ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.838/5.064/29.608/6.411 ms
    
```

Figura 11-3: Latencia de conexión al servidor desde el nodo

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

La Tabla 7-3 muestra los valores obtenidos de tiempo al emitir el comando ping. La Figura 11-3 evidencia el desarrollo de esta prueba.

Tabla 7-3: Tiempo total de retardo

CarView A la antena de transmisión	Antena (estación base) al (Access Point)	(Access Point) al servidor (FTP)	Servidor (FTP) al router	Router a la página Web
< 1ms	9,72 ms	< 1ms	<1ms	108 ms

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

De los valores obtenidos en la Tabla 7-3 se concluye que el tiempo que toma en visualizarse la información transmitida por CarView en la página Web es de 120,72 ms, a este tiempo hay que añadirle el tiempo que le toma al sistema procesar las imágenes de las placas que es de 5 s para lo cual se utilizó un cronómetro.

Además, se realiza una prueba de tiempo de búsqueda de una placa ubicada al final del registro de la base de datos con 3.213 registros de vehículos robados debido a que en la ciudad de Riobamba según (INEC,2018) es la cantidad de automotores robados. Para lo cual se utilizó la herramienta de Google Development ToolKit el cual permite asegurar que los recursos se descarguen o carguen como se espera (DevTools,2019). La Figura 12-3 muestra la evidencia de esta prueba.

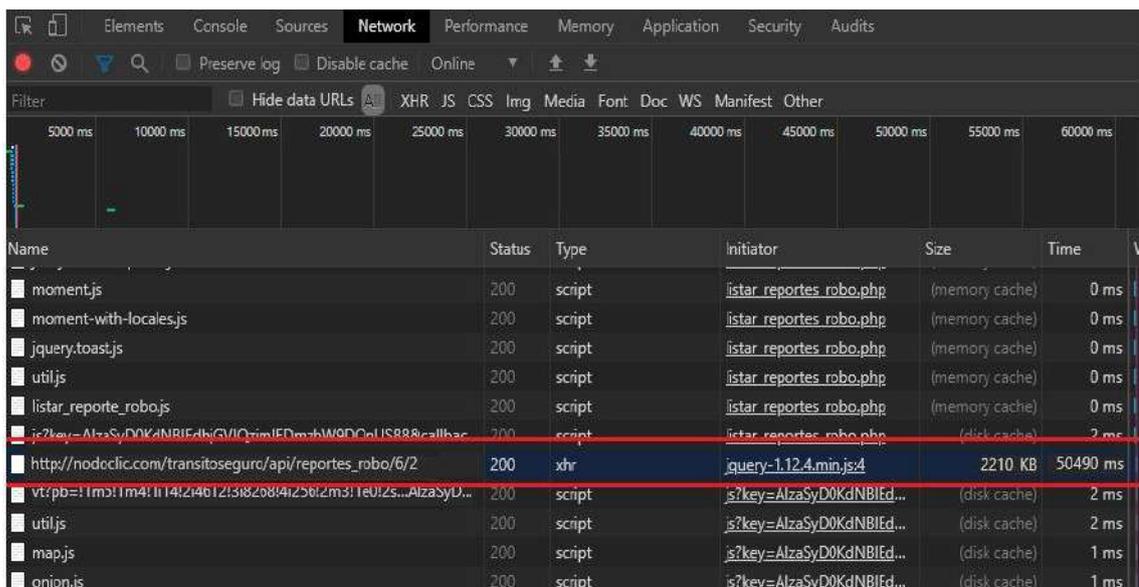


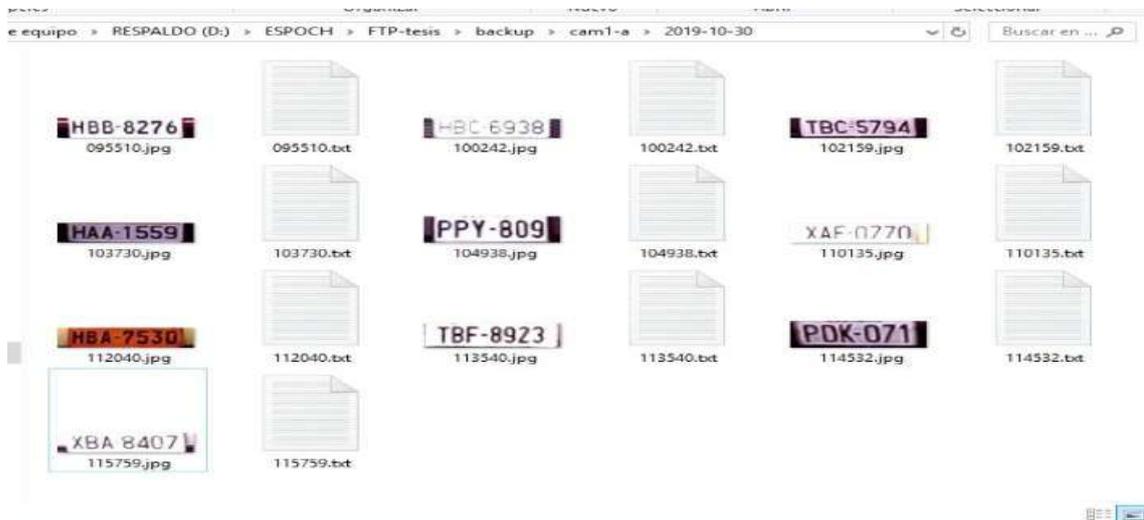
Figura 12-3: Tiempo de respuesta en la búsqueda de una placa robada en la base de datos.

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

De la Figura 12-3 se concluye que el tiempo de búsqueda en la base de datos es de 50 s, el cual es un tiempo mínimo en un 16,83% si se compara con el tiempo de atención de una llamada de emergencia del ECU 911 que dura entre 4 a 5 min (Dirección de estadística Ecu 911, 2016).

3.4.4 Pruebas de almacenamiento en la base de datos, servidor FTP y página Web

La integridad de los datos debe ser verificada constantemente razón por la cual se realiza esta prueba; que consiste en verificar que los datos transmitidos por CarView al servidor FTP, a la base de datos y la página Web desarrollada sean los mismos de manera visual. Se envió la información de cinco imágenes de placas vehiculares procesadas. La información almacenada en el servidor FTP se muestra en la Figura 13-3(a), en la Figura 13-3(b) en la base de datos y la información almacenada en la página Web se observa en la Figura 13-3(c)



a)



b)

Registro de Placas

id	Placa	Camara	fecha
1	HBB8276	carview1	2019-10-29 09:55:10
2	HBB8276	carview2	2019-10-29 09:57:00
3	HBB8276	carview3	2019-10-29 09:57:10
4	HBC6938	carview1	2019-10-29 10:02:42
5	HBC6938	carview2	2019-10-29 10:02:50

c)

Figura 13-3: Verificación de información (a) Servidor FTP (b) base de datos MySQL (c) Página web

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

De la Figura 13-3 se concluye que los datos almacenados en el servidor FTP son los mismos en la base de datos y la página Web es decir no existe pérdidas de la información ni manipulación de esta.

3.4.5 Envío de mensajes de alerta

El envío de mensajes se realiza cuando se registre una placa de un vehículo robado. El objetivo de esta prueba es enviar mensajes de alerta a un UPC determinado por medio de un email de manera automática y permitir una opción de búsqueda. Para cumplir con el objetivo de esta prueba se llena el formulario de registro de robo del vehículo en la página Web. La Figura 14-3 muestra la opción de búsqueda que emite la página mediante un marcador con una línea azul cuando se registre un automotor robado. La Figura 15-3 muestra el email enviado desde la página Web al correo del UPC.

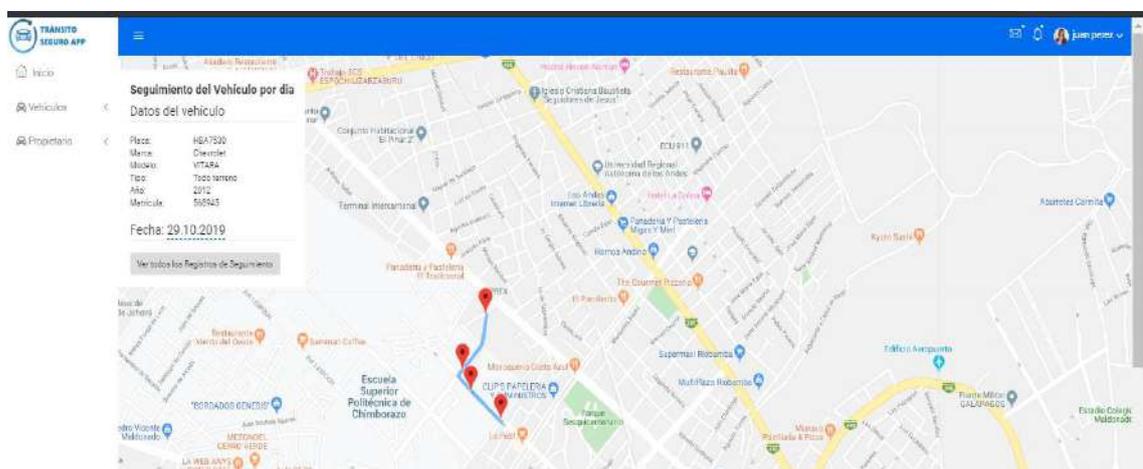


Figura 14-3: Opción de búsqueda emitida por la página Web.

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019



Figura 15-3: Email de notificación de robo enviado.

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

De la Figura 15-3 se concluye que en caso de que exista un robo de un vehículo dentro de la institución y el dueño del automotor registre el mismo se desplegará una ayuda de búsqueda trazando una trayectoria por todos los puntos que ha circulado el automotor y a su vez el administrador enviará un email al correo del UPC.

3.5 Consumo de corriente de CarView

En esta prueba se determina el consumo de corriente teórico del sistema de red inalámbrico. Para lo cual se verifica en las hojas de especificaciones el consumo de voltaje y corriente de cada dispositivo y se realiza una suma total de las mismas. En la Tabla 8-3 se registra los valores obtenidos en las hojas técnicas de cada elemento electrónico.

Tabla 8-3: Consumo de corriente de CarView

DISPOSITIVO	Voltaje (V)	Corriente (mA)
Tarjeta Raspberry pi3 B+	5	2.500
Antena Ubiquiti Loco M2 x2	24	1.000
Sensor Ultrasónico HC-SR04 x2	5	30
Cámara	5	120
Router Tp-link	5	600
Servidor FTP	110	3.300
TOTAL		7.550

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

El consumo de corriente de CarView es de 7.550 mA en teoría como se muestra en la Tabla 8-3. CarView representa el 79% de consumo de energía al compararlo con el consumo de un horno microondas que requiere de 9.440mA para funcionar.

3.6 Análisis de costos de CarView

En la Tabla 9-3 se realiza el análisis de costos de CarView en donde se obtiene un costo total de \$369,95 del prototipo sin contar con valores del personal que lo desarrolla.

Tabla 9-3: Análisis de costos de CarView

	DISPOSITIVO	Cantidad	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Hardware	Raspberry pi3 B+	1	\$81,00	\$81,00
	Antena Ubiquiti Loco M2	2	\$72,00	\$144,00
	Sensor Ultrasónico	2	\$3,00	\$6,00
	Cámara	1	\$15,00	\$15,00
	Router Tp-link	1	\$25,00	\$25,00
	Batería	1	\$10,00	\$10,00
Software	Hosting (anual)	12	\$6,00	\$72,00
Varios	Gabinete para módulo	1	\$ 5,00	\$ 5,00
	Cables y conectores	1	\$ 11,95	\$11,95
	TOTAL			\$ 369,95

Realizado por: Masaquiza David; Mayanza Paul; 2019

En la ciudad de Riobamba están implementadas 52 cámaras de red según el (ECU 911,2019). El costo total de implementación del sistema de red inalámbrico en los 52 puntos es de \$ 19.237,40.

Además, se realiza un estudio económico comparativo tomando en consideración las estadísticas del INEC que menciona que el cantón Riobamba tiene 3.213 víctimas totales por robo de automotores (INEC,2018). Para realizar el estudio se considera que se recupera la mitad de los automotores. Este delito implica una pérdida aproximada de \$ 13'173.300 en la ciudad.

Finalmente, si se instala en los 52 puntos de cámaras de red el prototipo, este representa el 0,15% en comparación con los costos de vehículos robados.

CONCLUSIONES

Se implementó un sistema de comunicación inalámbrico para la identificación y búsqueda de automotores integrables a una red de video vigilancia utilizando visión artificial para el reconocimiento automático de placas vehiculares. Trabaja en topología en estrella con el estándar IEEE 802.11 bajo la frecuencia 2,452 GHz esta se determina con la aplicación Wi-fi Analyzer versión 3.11.2 que no posee interferencia.

Se realizó las pruebas en un ambiente controlado enfocado a vehículos livianos donde la velocidad de circulación máxima permitida es 20 Km/h, la distancia del sensor a la cámara es de 7 m, y la altura de la base de la cámara es de 1m con los cuales el prototipo propuesto no presenta errores en el reconocimiento de caracteres de la placa vehicular.

De las pruebas de simulación para analizar la escalabilidad se determinó que la red soporta de 30 a 55 nodos sin presentar sobrecarga en el enlace de transmisión, el retardo se mantiene en 7,5 ms. lo que determina que no existe pérdida de paquetes debido a que el retardo es menor a 150 ms según autores.

Al validar el reconocimiento de imágenes del prototipo implementado se determinó que no existe error en el reconocimiento de caracteres en la placa vehicular, de las pruebas de estabilidad al aplicar el coeficiente de variación se obtuvo valores menores al 7% lo que indica que el prototipo presenta estabilidad.

Las pruebas de comunicación determinaron que la distancia máxima para la comunicación entre el sistema de red y la estación base debe ser 350 m. con una intensidad de señal de -90,1dBm. Para una buena calidad de servicio el ancho de banda debe ser de 4,19Mbps debido a que los paquetes son de 6,4 Kbyte, no existe pérdida de paquetes ya que el tiempo de retardo es de 11,717 ms debido a que es menor a 150 ms reportado por autores.

El desarrollo de la página Web permite tener un registro automático de las placas vehiculares de manera tabulada. El tiempo mínimo de publicación de la información enviada por CarView es de 5,012 s. En caso de existir el robo de algún vehículo la página Web da la opción de búsqueda del automotor trazando una trayectoria en Google Maps por los nodos que ha sido detectado.

RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar el periodo de pruebas para determinar posibles mejoras en el diseño propuesto.

Investigar la posibilidad de integrar en los nodos la capacidad de determinar la UPC más cercana, la proyección de rutas y caminos de intersección cortos mediante la aplicación de inteligencia artificial.

Estudiar la posibilidad de optimizar el tiempo de procesamiento de imágenes creando algoritmos de reconocimiento de placas más rápidos.

Realizar un estudio con la posibilidad de implementar nodos móviles al sistema de identificación y búsqueda con la finalidad de dinamizar y ampliar la red.

BIBLIOGRAFÍA

3CX. *Qos Quality of service Jitter* [blog]. [Citado el: 22 noviembre 2019]. Disponible en: http://www.voipforo.com/QoS/QoS_Jitter.php

ABDULLAH, Sheikh. License Plate Recognition using Multilayer Neural Networks, IEEE, 2006. [Citado el: 25 octubre 2019].

AGÜERO CALVO, Ramón. *WLAN: Estándar IEEE 802.11 Capa MAC*. [En línea]. [Citado el: 26 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/14168612/wlan-estandar-ieee-80211-capa-mac>

ALIBABA. *Baterías*. [En línea]. China. 2019. [Citado el: 25 octubre 2019]. Disponible en: <https://spanish.alibaba.com/g/baterias.html>

ÁLVAREZ DURÁN, Mayra Alejandra. Análisis, diseño e implementación de un sistema de control de ingreso de vehículos basado en visión artificial y reconocimiento de placas en el parqueadero de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Cuenca. (Trabajo de Titulación) (Pregrado). [En línea]. Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Ingeniería en Sistemas. Cuenca, Ecuador. 2014. [Citado el: 15 octubre 2019]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7060/1/UPS-CT003790.pdf>

ANDREU, Joaquín. *Servicios FTP (Servicios en red)*. Editex, 2011.

AGENCIA NACIONAL DE TRÁNSITO. La ANT y la CTE presentaron los nuevos radares móviles para evitar accidentes por exceso de velocidad. [En línea]. Ecuador 2018. Disponible en: <https://www.ant.gob.ec/index.php/noticias/noticias-nacionales/1704-la-ant-y-la-cte-presentaron-los-nuevos-radares-moviles-para-evitar#.XbdCSuhKjIU>

ECU 911, Ecuador. *Dirección de estadísticas del ECU 911* [En línea]. [Citado el: 26 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.ecu911.gob.ec/>

BAGNATO, Juan. *Clasificar con K-Nearest-Neighbor ejemplo en Python*. [En línea]. [Citado el: 25 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.aprendemachinelearning.com/clasificar-con-k-nearest-neighbor-ejemplo-en-python/>

BETANCOR PÉREZ, Antonio Ignacio. Sistema De Reconocimiento de Matrículas Basado en Visión Artificial para Control de Acceso (Trabajo de Titulación) (Pregrado). [En línea]. Universidad Politécnica de Cartagena, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación. Cartagena, Colombia. 2008. [Citado el: 11 octubre 2019]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/60416014.pdf>

CALAMEO. Topología de una red de Telecomunicaciones. [En línea]. Calameo, No Date. [Citado el: 15 octubre 2019]. Disponible en: <https://es.calameo.com/read/00446867775d62a38b2ca>

CHING-TANG, H; LIANG-CHUN, C; KUO-MING, H; & HSIEH-CHANG, H. *A Real-time Mobile Vehicle License Plate Detection and Recognition for vehicle monitoring and management.* Taiwan: Tamkang Universty, 2009. [Citado el: 15 octubre 2019]. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5420189>

CHUBURU, Laura. *Qué es jQuery y cómo implementarlo.* [En línea]. Laura Chuburu, 2019. [Citado el: 22 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.laurachuburu.com.ar/tutoriales/que-es-jquery-y-como-implementarlo.php>

CEBALLOS JIMÉNEZ, Samuel Enrique. Identificación y reconocimiento de matrículas de automóviles con Matlab. Resumen. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación. Madrid, España. 2012. [Citado el: 15 octubre 2019]. Disponible en: <https://docplayer.es/15853775-Identificacion-y-reconocimiento-de-matriculas-de-automoviles-con-matlab-resumen.html>

CISCO. *Control de acceso al medio, Trama de enlace de datos.* [En línea]. 2018. [Citado el: 26 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.itesa.edu.mx/netacad/introduccion/course/module4/4.4.4.8/4.4.4.8.html>

CISCO. *Capa de enlace de datos.* [En línea]. 2019. [Citado el: 26 noviembre 2019]. Disponible en: <http://blog.utp.edu.co/ee973/files/2012/04/capitulo07-Capa-de-enlace-de-datos.pdf>

CRUZ, Marely; MARTÍNEZ GÓMEZ, Reinier; & CRESPO GARCÍA, Yosuan. “Rev cuba cienc informat”. *Análisis de la QoS en redes inalámbricas* [en línea], 2013 (Cuba) 7(1). [Citado el: 22 noviembre 2019]. ISSN 2227-1899. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992013000100010

CYTRON. *HC-SR04 Ultrasonic Sensor*. [En línea]. 2019. [Citado el: 25 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.cytron.io/p-hc-sr04-ultrasonic-sensor>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Colombia (DANE). Estimación e interpretación del Coeficiente de Variación de la encuesta cocensal. Censo General 2017 – CGRAL. Junio 2017. [Citado: 22 noviembre 2019]. Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/censo/est_interp_coefvariacion.pdf

EL COMERCIO. *Vehículos robados se venden en cinco países*. [En línea]. 2018. [Citado el: 18 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/seguridad/vehiculos-robados-se-venden-cinco.html>.

ECU 911, Ecuador. Informe rendición de cuentas año 2017 de la coordinación zonal 3 – SIS ECU 911 Ambato. [En línea].2017. [Citado el: 22 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.ecu911.gob.ec/wp-content/uploads/2018/03/Informe-Rendici%C3%B3n-de-Cuentas-2017-Zona-3.pdf>

ECURED. *Topología de red*. [En línea]. Cuba: EcuRed, No Date. [Citado el: 25 noviembre 2019]. Disponible en: https://www.ecured.cu/Topolog%C3%ADa_de_red

ECURED. *Ancho de Banda*. [En línea]. Cuba: EcuRed, No Date. [Citado el: 22 noviembre 2019]. Disponible en: https://www.ecured.cu/Ancho_de_banda

ECURED. *Cámara Web*. [En línea]. Cuba: EcuRed, No Date. [Citado el: 18 octubre 2019]. Disponible en: https://www.ecured.cu/C%C3%A1mara_Web

ELECTRONILAB, *Sensor de Distancia de Ultrasonido HC-SR04*. [En línea]. 2019. [Citado el: 25 octubre 2019]. Disponible en: <https://electronilab.co/tienda/sensor-de-distancia-de-ultrasonido-hc-sr04/>

ERA SANTOS, Robert Armando y RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, Helen Patricia. Detección Y Extracción de placas de vehículos en señales de video. (Trabajo de Titulación) (Pregrado). [En línea]. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, Guayaquil, Ecuador. 2011. [Citado el: 11 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/20036/3/TesisDeteccion.pdf>

ESTRELLA FIALLOS, Santiago. Estudio y análisis para la actualización de red WLAN de las seps utilizando tecnologías basadas en el estándar IEEE 802.11. (Trabajo de Titulación) (Posgrado). [En línea]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Ingeniería, Quito, Ecuador. 2017. [Citado el: 26 noviembre 2019]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14425/Caso%20de%20Estudio%20Santiego%20Estrella.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

FERNANDEZ PAUCAR, Guisela Maritza y QUINATO ALOMOTO, Jessica Marisol. Reconocimiento de placas vehiculares en tiempo real por medio de visión artificial. (Trabajo de Titulación) (Pregrado). [En línea]. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática, Carrera de Ingeniería Informática, Quito, Ecuador. 2017. [Citado el: 15 octubre 2019]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/11755/1/T-UCE-0011-323.pdf>

FILEHIPPO. *Python*. [En línea]. Estados Unidos: FILEHIPPO, 2019. [Citado el: 20 de octubre 2019]. Disponible en: https://filehippo.com/es/download_python/

GARCÍA MATA, Francisco Javier. Videovigilancia: CCTV usando videos IP. España: VERTICE/AERNOR, 2015 Pp.13.

GÓMEZ, Matt. *Las nuevas raspberry pi han superado a cualquier otra de la actualidad* [blog]. [Citado el: 18 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.tec.com.pe/las-nuevas-raspberry-pi-superado-cualquier-otra-la-actualidad/>

GONZÁLEZ CÁRDENAS, Geussepe y SILVA GÓMEZ, Felipe Andrés. Diseño e implementación de una Tarjeta de Desarrollo con profundización en desarrollo de aplicación de Touch Sensing. [En línea]. Cancún, México. 2013. [Citado el: 15 octubre 2019]. Disponible en: <http://www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP157.pdf>

GONZÁLEZ, Ligdi. *Aprendizaje Supervisado: K-Nearest Neighbors*. [En línea]. [Citado el 25 noviembre 2019]. Disponible en: <http://ligdigonzalez.com/aprendizaje-supervisado-k-nearest-neighbors/>

i+D3. Sistema LPR reconocimiento de placas vehiculares. [En línea]. México: i+D3, No Date. [Citado el: 15 octubre 2019]. Disponible en: <https://imasdetres.com/mx/sistema-anpr-reconocimiento-placas-vehiculares/>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (INEC). *Estadística Demográfica en el Ecuador: Diagnóstico y Propuestas*. [En línea]. [Citado el: 26 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional>

JIMÉNEZ CABELLO, David. Sistema de monitorización mediante visión artificial de zonas de riesgo potencial para la circulación ferroviaria y seguridad de las personas. (Trabajo de Titulación) (Pregrado). [En línea] Universidad de Alcalá. Ingeniería de Telecomunicación. 2009. Pp.27. [Citado el: 9 octubre 2019] Disponible en: http://www.geintra-uah.org/system/files/private/final_0.pdf

JUNTA DE ANDALUCÍA. *PHPMailer* [blog]. Citado el: 20 de octubre 2019]. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/servicios/madeja/contenido/recurso/278>

KOGAN, Enrique. Cuántos autos hay en el mundo y cuántos se fabrican anualmente. [En línea]. Chicago, EE. UU. 2016. [Citado el: 9 octubre 2019] Disponible en: <https://www.hoylosangeles.com/vidayestilo/autos/hoyla-aut-cuantos-autos-hay-en-el-mundo-y-cuantos-se-fabrican-anualmente-20160923-story.html>

LÓPEZ ORTIZ, Francisco. *El estándar IEEE 802.11 Wireless LAN*. [En línea]. [Citado el: 26 noviembre 2019]. Disponible en: <http://web.dit.upm.es/~david/TAR/trabajos2002/08-802.11-Francisco-Lopez-Ortiz-res.pdf>

MALAN GUARANGA, Germán Geovanny. Desarrollo e Implementación del sistema de control vehicular utilizando un análisis de algoritmos para el reconocimiento óptico de caracteres en la Universidad Nacional de Chimborazo Extensión Campus Ms. Edición Riera. Caso práctico Implementación del prototipo del sistema SCV. (Trabajo de Titulación) (Pregrado). [En línea]. Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería en Sistema Y Computación, Riobamba, Ecuador. 2012-2013. [Citado el: 09 octubre 2019]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/687/1/UNACH-EC-ISC-2014-0003.pdf>

MARÍN, Rafael. *Los gestores de bases de datos más usados en la actualidad* [blog]. [Citado el: 20 de octubre 2019]. Disponible en: <https://revistadigital.inesem.es/informatica-y-tics/los-gestores-de-bases-de-datos-mas-usados/>

MARRONE, Luis; BARBIERI, Andrés; & ROBLES, Matías. *Tecnologías Wireless y Movilidad en IPv4/IPv6*. 2011.

MARTÍNEZ, Evelio. *Concepto de red y tipos de redes* [blog]. [Citado el: 16 octubre 2019]. Disponible en: <http://www.eveliux.com/mx/curso/concepto-de-una-red-tipos-de-redes.html>

MARTÍNEZ, Juan. *Calidad de Servicio (QoS)* [blog]. [Citado el: 22 noviembre 2019]. Disponible en: http://cic.puj.edu.co/wiki/lib/exe/fetch.php?media=materias:daysenr:daysenr_-_calidad_de_servicio_qos_.pdf

NETACAD. *Wireless Fundamental*. [En línea]. [Citado el: 26 noviembre 2019]. Disponible en: https://www.netacad.com/sites/default/files/images/careers/Webinars/BRS/brs_3_wireless_fundamental.pdf

PAREDES MUÑOZ, Juan Pablo y GUERRERO GARCÍA, Leidy Tatiana. Estudio comparativo entre algoritmos de reconocimiento de borde para identificación de placas de autos. (Trabajo de Titulación) (Pregrado). [En línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Escuela de Ingeniería en Electrónica, Telecomunicaciones y Redes, Riobamba, Ecuador. 2012. [Citado el: 10 octubre 2019]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1944/1/98T00014.pdf>

PCFIX. *Altek Cámara Web*. [En línea]. 2019. [Citado el: 25 octubre 2019]. Disponible en: <https://pcfixquito5.wixsite.com/pcfixquito/product-page/altek-camara-web>

PYDEV. *What is PyDev?*. [En línea]. Estados Unidos: PyDev, 2019. [Citado el: 20 de octubre 2019]. Disponible en: <https://www.pydev.org/>

PYTHON. *FTP protocol client*. [En línea]. Estados Unidos: Python, 2019. [Citado el: 20 de octubre 2019]. Disponible en: <https://docs.python.org/3/library/ftplib.html>

PYTHON. *RPi.GPIO 0.7.0*. [En línea]. Estados Unidos: Pypi, 2019. [Citado el: 20 de octubre 2019]. Disponible en: <https://pypi.org/project/RPi.GPIO/>

RADIO MOBILE. *Radio Mobile Online / En ligne*. [En línea]. [Citado el: 22 noviembre 2019]. Disponible en: https://www.ve2dbe.com/rmonline_s.asp

RASPBERRY PI. *Raspberry Pi 3 Model B+*. [En línea]. [Citado el: 18 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>

REVOLVY. *Physical Medium Dependent*. [En línea]. [Citado el: 26 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.revolv.com/page/Physical-Medium-Dependent>

RIVERBED. Riverbed Modeler Academic. [En línea]. 2019 [Citado el: 12 marzo 2019.] Disponible en: <https://www.riverbed.com/mx/products/steelcentral/steelcentral-riverbed-modeler.html>

ROBLEDANO, Ángel. *Tutorial Bootstrap 3: Introducción e instalación*. [En línea]. OpenWebinars,2015. [Citado el: 20 de octubre 2019]. Disponible en: <https://openwebinars.net/blog/tutorial-bootstrap-3-introduccion-e-instalacion/>

RODRÍGUEZ BAZAGA, Adrián. *OpenCV: Librería de Visión por Computador* [blog]. [Citado el: 20 de octubre 2019]. Disponible en: <https://osl.ull.es/software-libre/opencv-libreria-vision-computador/>

SALAZAR, Jordi. *Redes Inalámbricas*. Czech Republic: Techpedia,2016. [Citado el: 15 octubre 2019]. Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf

SÁNCHEZ Calle, A. *Aplicaciones de la visión artificial y la biometría informática* (Dykinson). (2005).

TP LINK. *Router inalámbrico TL-WR740N*. China: tp link, 2019. [Citado el: 20 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.tp-link.com/ar/home-networking/wifi-router/tl-wr740n/#specifications>

UBIQUITI. *NanoStation M*. [En línea]. [Citado el: 18 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.ui.com/airmax/nanostationm/>

VERA, Robert; & RODRIGUEZ, Helen. Detección y extracción de placas de vehículos en señales de video [en línea], 2012 (Ecuador) 25(1). [Citado el: 18 octubre 2019]. ISSN 1390-3659. Disponible en: <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/95>

YUNQUERA TORRES, Juan José. Diseño de una red Wi-Fi para la E.S.I. (Trabajo de Titulación) (Pregrado). [En línea]. [Citado el: 20 octubre 2019]. Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11138/fichero/memoria%252FCap%C3%ADtulo+3.pdf+>

ANEXOS

Anexo A: Datasheet de los elementos utilizados para la construcción del sistema de red inalámbrico.

Datasheet del Raspberry Pi 3 Model B+



The image shows the Raspberry Pi 3 Model B+ board, a green printed circuit board with various components including a processor, memory, and connectors. The board is labeled 'Raspberry Pi 3 Model B+' and 'Raspberry Pi 2017'.

The Raspberry Pi 3 Model B+ is the latest product in the Raspberry Pi range, boasting a 64-bit quad core processor running at 1.4GHz, dual-band 2.4GHz and 5GHz wireless LAN, Bluetooth 4.2/BLE, faster Ethernet, and PoE capability via a separate PoE HAT

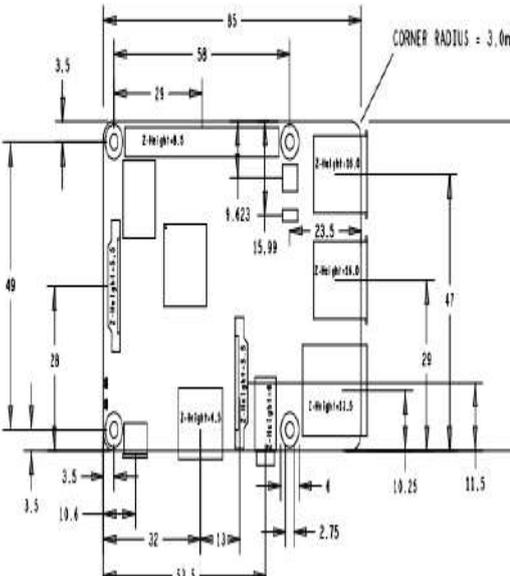
The dual-band wireless LAN comes with modular compliance certification, allowing the board to be designed into end products with significantly reduced wireless LAN compliance testing, improving both cost and time to market.

The Raspberry Pi 3 Model B+ maintains the same mechanical footprint as both the Raspberry Pi 2 Model B and the Raspberry Pi 3 Model B.

Specifications

Processor:	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 64-bit SoC @ 1.4GHz
Memory:	1GB LPDDR2 SDRAM
Connectivity:	<ul style="list-style-type: none">2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLEGigabit Ethernet over USB 2.0 (maximum throughput 300Mbps)4 x USB 2.0 ports
Access:	Extended 40-pin GPIO header
Video & sound:	<ul style="list-style-type: none">1 x full size HDMIMIPI DSI display portMIPI CSI camera port4 pole stereo output and composite video port
Multimedia:	H.264, MPEG-4 decode (1080p30); H.264 encode (1080p30); OpenGL ES 1.1, 2.0 graphics
SD card support:	Micro SD format for loading operating system and data storage
Input power:	<ul style="list-style-type: none">5V/2.5A DC via micro USB connector5V DC via GPIO headerPower over Ethernet (PoE)-enabled (requires separate PoE HAT)
Environment:	Operating temperature, 0–50°C
Compliance:	For a full list of local and regional product approvals, please visit www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b+
Production lifetime:	The Raspberry Pi 3 Model B+ will remain in production until at least January 2023.

Physical specifications



The diagram shows the physical dimensions of the Raspberry Pi 3 Model B+ board. Key dimensions include: overall width 85mm, overall height 56mm, and a corner radius of 3.0mm. Specific connector positions are marked with dimensions: 2-pin headers at 4.0mm, 10.0mm, 16.0mm, and 17.5mm from the top edge; 4-pin headers at 4.0mm and 17.5mm from the bottom edge. Other dimensions include 3.5mm, 58mm, 29mm, 19.4mm, 32mm, 13mm, 2.75mm, 19.25mm, 11.5mm, 49mm, 28mm, 1.623mm, 15.99mm, 23.5mm, 47mm, and 29mm.

Warnings

- This product should only be connected to an external power supply rated at 5V/2.5A DC. Any external power supply used with the Raspberry Pi 3 Model B+ shall comply with relevant regulations and standards applicable in the country of intended use.
- This product should be operated in a well-ventilated environment and, if used inside a case, the case should not be covered.
- Whilst in use, this product should be placed on a stable, flat, non-conductive surface and should not be contacted by conductive items.
- The connection of incompatible devices to the GPIO connection may affect compliance, result in damage to the unit, and invalidate the warranty.
- All peripherals used with this product should comply with relevant standards for the country of use and be marked accordingly to ensure that safety and performance requirements are met. These articles include but are not limited to keyboards, monitors, and mice when used in conjunction with the Raspberry Pi.
- The cables and connectors of all peripherals used with this product must have adequate insulation so that relevant safety requirements are met.

Safety instructions

To avoid malfunction or damage to this product, please observe the following:

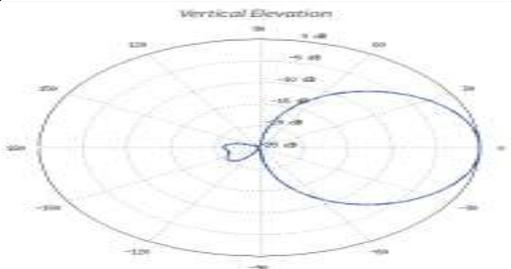
- Do not expose to water or moisture, or place on a conductive surface whilst in operation.
- Do not expose to heat from any source; the Raspberry Pi 3 Model B+ is designed for reliable operation at normal ambient temperatures.
- Take care whilst handling to avoid mechanical or electrical damage to the printed circuit board and connectors.
- Whilst it is powered, avoid handling the printed circuit board, or only handle it by the edges to minimise the risk of electrostatic discharge damage.

Datasheet de la Antena Ubiquiti NanoStation LOCO M2

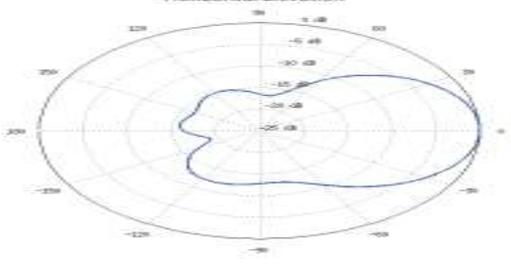
Dimensions		161 x 31 x 80 mm (6.31 x 1.22 x 3.15")	
Weight		180 g (6.35 oz)	
Power Supply (PoE)		24V, 0.5A	
Max. Power Consumption		5.5W	
Power Method		Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)	
Operating Frequency		2412-2462 MHz	
Gain		8.5 dBi	
Networking Interface		(1) 10/100 Ethernet Port	
Processor Specs		Atheros MIPS 24Kc, 400 MHz	
Memory		32 MB SDRAM, 8 MB Flash	
Frequency		2.4 GHz	
Cross-pol Isolation		20 dB Minimum	
Max. VSWR		1.4:1	
Beamwidth		60° (H-pol) / 60° (V-pol) / 60° (Elevation)	
Polarization		Dual Linear	
Enclosure		Outdoor UV Stabilized Plastic	
Mounting		Pole-Mount (Kit Included)	
Operating Temperature		-30 to 75° C (-22 to 167° F)	
Operating Humidity		5 to 95% Noncondensing	
Wireless Approvals		FCC Part 15.247, IC RS210, CE	
RoHS Compliance		Yes	
Shock & Vibration		ETSI300-019-1.4	

2.4 GHz RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate/MCS	Sensitivity	Tolerance
11b/g	1-24 Mbps	-83 dBm	± 2 dB
	36 Mbps	-80 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	-77 dBm	± 2 dB
	54 Mbps	-75 dBm	± 2 dB
airMAX	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	-78 dBm	± 2 dB
MCS15	-75 dBm	± 2 dB	

Output Power			
2.4 GHz TX Power Specifications			
Modulation	Data Rate/MCS	Avg. TX	Tolerance
11b/g	1-24 Mbps	23 dBm	± 2 dB
	36 Mbps	21 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	19 dBm	± 2 dB
	54 Mbps	18 dBm	± 2 dB
airMAX	MCS0	23 dBm	± 2 dB
	MCS1	23 dBm	± 2 dB
	MCS2	23 dBm	± 2 dB
	MCS3	23 dBm	± 2 dB
	MCS4	22 dBm	± 2 dB
	MCS5	20 dBm	± 2 dB
	MCS6	18 dBm	± 2 dB
	MCS7	17 dBm	± 2 dB
	MCS8	23 dBm	± 2 dB
	MCS9	23 dBm	± 2 dB
	MCS10	23 dBm	± 2 dB
	MCS11	23 dBm	± 2 dB
	MCS12	22 dBm	± 2 dB
	MCS13	20 dBm	± 2 dB
	MCS14	18 dBm	± 2 dB
MCS15	17 dBm	± 2 dB	



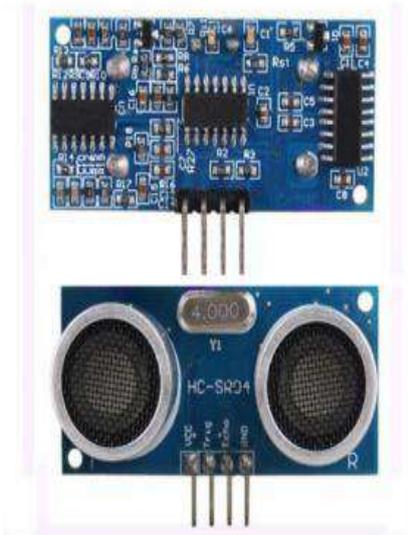
Vertical Elevation



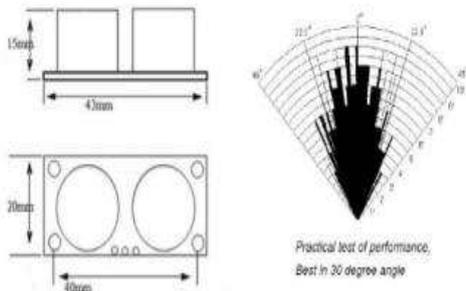
Horizontal Elevation



Sensor Ultrasónico HC-SR04



VCC = +5VDC
 Trig = Trigger input of Sensor
 Echo = Echo output of Sensor
 GND = GND



4.0 PRODUCT SPECIFICATION AND LIMITATIONS

Parameter	Min	Typ.	Max	Unit
Operating Voltage	4.50	5.0	5.5	V
Quiescent Current	1.5	2	2.5	mA
Working Current	10	15	20	mA
Ultrasonic Frequency	-	40	-	kHz

The **HC-SR04** ultrasonic sensor uses sonar to determine distance to an object like bats or dolphins do. It offers excellent non-contact range detection with high accuracy and stable readings in an easy-to-use package. From 2cm to 400 cm or 1" to 13 feet. It operation is not affected by sunlight or black material like Sharp rangefinders are (although acoustically soft materials like cloth can be difficult to detect). It comes complete with ultrasonic transmitter and receiver module.

Features:

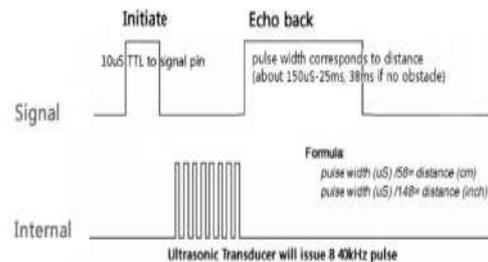
- Power Supply :+5V DC
- Quiescent Current : <2mA
- Working Currnt: 15mA
- Effectual Angle: <15°
- Ranging Distance : 2cm - 400 cm/1" - 13ft
- Resolution : 0.3 cm
- Measuring Angle: 30 degree
- Trigger Input Pulse width: 10uS
- Dimension: 45mm x 20mm x 15mm

5.0 OPERATION

The timing diagram of **HC-SR04** is shown. To start measurement, Trig of SR04 must receive a pulse of high (5V) for at least 10us, this will initiate the sensor will transmit out 8 cycle of ultrasonic burst at 40kHz and wait for the reflected ultrasonic burst. When the sensor detected ultrasonic from receiver, it will set the Echo pin to high (5V) and delay for a period (width) which proportion to distance. To obtain the distance, measure the width (Ton) of Echo pin.

Time = Width of Echo pulse, in uS (micro second)

- Distance in centimeters = Time / 58
- Distance in inches = Time / 148
- Or you can utilize the speed of sound, which is 340m/s



Cámara de red ALTEK



La nueva WebCam Altek para chatear con amigos y la familia a los nuevos niveles de video y sonido. i

- Micrófono incorporado con control de volumen, cable independiente de 3,5mm
- Enfoque de lente manual
- Compatible con USB 1.1/1.0/2.0 cable de 1.2mts
- Gira 360° Horizontal
- Sensor de imagen CMOS de 640 x 480 (VGA)
- Incluye 6 LEDs para visión nocturna
- Diseño de Base con pinza de soporte para LCD o Laptop
- Graba vídeos de Alta Calidad VGA con Voz para publicar en

YouTube

- Capta la Voz de forma automática con notable claridad
- Ancho x Alto x Profundidad: 4.5 x 7.3 x 3.9 cm y Peso: 69 g
- Función de vigilancia fácil
- Resolución Imagen fija 1280x960 (3MP interpretación de software), 640x480, 352x288.
- Resolución de vídeo digital 640 x 480 (300) pixeles
- Soporta Microsoft Windows XP, VISTA,7,8,8.1,10.

Router Inalámbrico TP-Link TL-WR740N

	<h3>Router Inalámbrico N 150Mbps TL-WR740N</h3>
<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de transmisión inalámbrica de datos a 150 Mbps ideal para la transmisión de vídeo, juegos en línea y llamadas por Internet • Encriptación inalámbrica de seguridad sólo al presionar el botón QSS • Control de ancho de banda basado en IP permite a los administradores determinar la cantidad de ancho de banda asignado a cada PC • Puente WDS inalámbrico ofrece una interconexión de ampliar su red inalámbrica 	
<h4>CARACTERÍSTICAS DE HARDWARE</h4>	
Interface	4 Puertos LAN 10/100Mbps 1 Puerto WAN 10/100Mbps
Botón	Botón WPS/Reset
Fuente de Alimentación Externa	5VDC/0.6A
Estándares Inalámbricos	IEEE 802.11n ^a , IEEE 802.11g, IEEE 802.11b
Dimensiones (W X D X H)	6.9 x 4.6 x 1.3 pulgadas. (174 x 118 x 33 mm)
Antena	Fija Omnidireccional de 5dBi
<h4>CARACTERÍSTICAS INALÁMBRICAS</h4>	
Frecuencia	2.4-2.4835GHz
Tasa de Señal	11n: Hasta 150Mbps(dinámica) 11g: Hasta 54Mbps(dinámica) 11b: Hasta 11Mbps(dinámica)
Sensibilidad de Recepción	130M: -68dBm@10% PER 108M: -68dBm@10% PER 54M: -68dBm@10% PER 11M: -85dBm@8% PER 6M: -88dBm@10% PER 1M: -90dBm@8% PER
Potencia de Transmision	CE: <20dBm(2.4GHz) FCC: <30dBm
Funciones Inalámbricas	Habilitar /Deshabilitar Radio Inalámbrica, Puente WDS, WMM, Estadísticas Inalámbricas
Seguridad Inalámbrica	64/128/152-bit WEP / WPA / WPA2,WPA-PSK / WPA2-PSK

Anexo B: Programación del sistema de red inalámbrico.

Programación del Raspberry Pi 3 de la etapa de Procesamiento de imágenes.

```
# Main.py
import urllib.request
import urllib.parse

import cv2
import numpy as np
import os
from io import open

import DetectChars
import DetectPlates
import PossiblePlate

from ftplib import FTP
import time
import RPi.GPIO as GPIO

server="192.168.1.50"
user="PC-USER"
pwd="24david1992"

# module level variables
#####
SCALAR_BLACK = (0.0, 0.0, 0.0)
SCALAR_WHITE = (255.0, 255.0, 255.0)
SCALAR_YELLOW = (0.0, 255.0, 255.0)
GREEN = (0.0, 255.0, 0.0)
RED = (0.0, 0.0, 255.0)
showSteps = False
GPIO.setmode(GPIO.BCM)

TRIG1 = 23
ECHO1 = 24

GPIO.setup(TRIG1,GPIO.OUT)
GPIO.setup(ECHO1,GPIO.IN)

TRIG2 = 8
ECHO2 = 7
GPIO.setup(TRIG2,GPIO.OUT)
GPIO.setup(ECHO2,GPIO.IN)

#####

def main():

    try:
        while True:
            GPIO.output(TRIG1, False)
            time.sleep(0.05)
            GPIO.output(TRIG1, True)
            time.sleep(0.00001)
            GPIO.output(TRIG1, False)
            while GPIO.input(ECHO1)==0:
                t11 = time.time()
            while GPIO.input(ECHO1)==1:
                t12 = time.time()
            tt1 = t12 - t11
            d1 = tt1 * 171.5
            d1 = round(d1, 2)

            GPIO.output(TRIG2, False)
            time.sleep(0.05)
            GPIO.output(TRIG2, True)
            time.sleep(0.00001)
            GPIO.output(TRIG2, False)
            while GPIO.input(ECHO2)==0:
                t21 = time.time()
            while GPIO.input(ECHO2)==1:
                t22 = time.time()
            tt2 = t22 - t21
            d2 = tt2 * 171.5
```

```

d2 = round(d2, 2)
print ("Distancia 1:",d1,"m")
print ("Distancia 2:",d2,"m")

if d1 < 2 and d2 < 2:
    #captura de imagen de camara
    ncap=time.strftime("%H%M%S") #
    Nombre asignado a la captura
    cap = cv2.VideoCapture(0)
    ret, frame = cap.read()

    cv2.imwrite("LicPlateImages/"+ncap+".jpg",frame)# imagen guardada
    cap.release()

blnKNNTrainingSuccessful = DetectChars.loadKNNDataAndTrainKNN()
if blnKNNTrainingSuccessful == False
    print("\nError: El seguimiento KNN no fué Exitoso\n")
img_original="LicPlateImages/"+ncap+'.jpg'
imgOriginalScene = cv2.imread(img_original)
# open image
if imgOriginalScene is None:
    print("\nError: LA IMAGEN NO ES LEGIBLE\n\n")
    os.system("pause")
listOfPossiblePlates = DetectPlates.detectPlatesInScene(imgOriginalScene)
listOfPossiblePlates = DetectChars.detectCharsInPlates(listOfPossiblePlates)
if len(listOfPossiblePlates) == 0:
    # if no plates were found
    print("\nNO SE DETECTÓ NINGUNA POSIBLE PLACA\n")
else:
    listOfPossiblePlates.sort(key = lambda possiblePlate: len(possiblePlate.strChars), reverse =
True)
    licPlate = listOfPossiblePlates[0]
    if len(licPlate.strChars) == 0:
        # if no chars were found in the plate
        print("\nNO SE DETECTARON CARACTERES EN LA IMAGEN\n\n")
    print("\n*****")
    print("PLACA DETECTADA = " + licPlate.strChars) # write license plate text to std out
    print("*****")

#### Creacion de archivos
codcam="cam1-a"
datos=open("Dataout/"+ncap+".txt", "w")
fecha=time.strftime("%Y-%m-%d")
datos.write(licPlate.strChars+" "+fecha+" "+ncap+" "+codcam)

```

```

datos.close)
cv2.imwrite("Dataout/"+ncap+".jpg", licPlate.imgPlate)
##Conexion al servidor FTP
try:
    conexion=FTP(server)
    conexion.login(user,pwd)
    print("Conexion establecida")
    enlace=True
except:
    print("Conexion no establecida")
    enlace=False
#### envio a servidor FTP
if enlace==True:
    #fecha=time.strftime("%Y-%m-%d") #nombre de archivo a asignar
    if "camaras/"+fecha in conexion.nlst("camaras/"):
        data=open("Dataout/"+ncap+".txt", "rb")
        img=open("Dataout/"+ncap+".jpg", "rb")
        conexion.storbinary("STOR camaras/"+fecha+"/"+ncap+".txt", data)
        conexion.storbinary("STOR camaras/"+fecha+"/"+ncap+".jpg", img)

    else:
        conexion.mkd("camaras/"+fecha)
        print("creada")
        data=open("Dataout/"+ncap+".txt", "rb")
        img=open("Dataout/"+ncap+".jpg", "rb")
        conexion.storbinary("STOR camaras/"+fecha+"/"+ncap+".txt", data)
        conexion.storbinary("STOR camaras/"+fecha+"/"+ncap+".jpg", img)

if "backup/"+codcam+"/"+fecha in conexion.nlst("backup/"+codcam):

    print("existe")
    data=open("Dataout/"+ncap+".txt", "rb")
    img=open("Dataout/"+ncap+".jpg", "rb")
    conexion.storbinary("STOR backup/"+codcam+"/"+fecha+"/"+ncap+".txt", data)
    conexion.storbinary("STOR backup/"+codcam+"/"+fecha+"/"+ncap+".jpg", img)

```

```
else:
    conexion.mkd("backup/"+codcam+"/"+fecha)
    print("creada")
    data=open("Dataout/"+ncap+".txt", "rb")
    img=open("Dataout/"+ncap+".jpg", "rb")
    conexion.storbinary("STOR backup/"+codcam+"/"+fecha+"/"+ncap+".txt", data)
    conexion.storbinary("STOR backup/"+codcam+"/"+fecha+"/"+ncap+".jpg", img)
    conexion.quit()

except KeyboardInterrupt:
    print("Cleaning up!")
    GPIO.cleanup()

# end main
#####

if __name__ == "__main__":
    main()
```

Anexo C: Configuración de la Antena Ubiquiti Loco M2 en la etapa de Transmisión de Datos.

Access point

The screenshot shows the 'Basic Wireless Settings' page in the NanoStation loco M2 web interface. The browser address bar shows 'https://192.168.1.40/link.cgi' with a warning 'Error de certificado'. The interface includes a navigation menu with 'MAIN', 'WIRELESS', 'NETWORK', 'ADVANCED', 'SERVICES', and 'SYSTEM'. The 'WIRELESS' tab is active. The settings are organized into two sections: 'Basic Wireless Settings' and 'Wireless Security'. In the 'Basic Wireless Settings' section, 'Wireless Mode' is set to 'Access Point', 'WDS (Transparent Bridge Mode)' is checked, 'SSID' is 'ubnt', 'Country Code' is 'Ecuador', 'IEEE 802.11 Mode' is 'B/G/N mixed', 'Channel Width' is '20 MHz', 'Frequency, MHz' is '2452', 'Extension Channel' is 'None', 'Frequency List, MHz' is checked and set to '2452', 'Calculate ERP Limit' is checked, 'Antenna' is 'Built in (2x2) - 8 dBi', 'Output Power' is '12 dBm', 'Data Rate Module' is 'Default', and 'Max TX Rate, Mbps' is 'MCS 1 - 13/14.4'. In the 'Wireless Security' section, 'Security' is 'WPA2-AES', 'WPA Authentication' is 'PSK', 'WPA Preshared Key' is masked with asterisks, and 'MAC ACL' is unchecked. A 'Change' button is at the bottom right.

Basic Wireless Settings

Wireless Mode: Access Point

WDS (Transparent Bridge Mode): Enable

SSID: ubnt Hide SSID

Country Code: Ecuador

IEEE 802.11 Mode: B/G/N mixed

Channel Width: 20 MHz

Frequency, MHz: 2452

Extension Channel: None

Frequency List, MHz: Enable 2452

Calculate ERP Limit: Enable

Antenna: Built in (2x2) - 8 dBi

Output Power: 12 dBm

Data Rate Module: Default

Max TX Rate, Mbps: MCS 1 - 13/14.4 Auto

Wireless Security

Security: WPA2-AES

WPA Authentication: PSK

WPA Preshared Key: ***** Show

MAC ACL: Enable

The screenshot shows the 'Network' configuration page in the NanoStation loco M2 web interface. The browser address bar shows '192.168.1.40/network.cgi' with a warning 'No seguro'. The interface includes a navigation menu with 'MAIN', 'WIRELESS', 'NETWORK', 'ADVANCED', 'SERVICES', and 'SYSTEM'. The 'NETWORK' tab is active. The settings are organized into three sections: 'Network Role', 'Configuration Mode', and 'Management Network Settings'. In the 'Network Role' section, 'Network Mode' is 'Bridge' and 'Disable Network' is 'None'. In the 'Configuration Mode' section, 'Configuration Mode' is 'Simple'. In the 'Management Network Settings' section, 'Management IP Address' is set to 'Static' with 'IP Address' '192.168.1.40', 'Netmask' '255.255.255.0', 'Gateway IP' '192.168.1.1', 'Primary DNS IP' '192.168.1.1', and 'Secondary DNS IP' empty. 'MTU' is '1500'. 'Management VLAN' is unchecked, 'Auto IP Addressing' is unchecked, and 'STP' is unchecked. 'IPv6' is checked and 'Enable'. A 'Change' button is at the bottom right.

Network Role

Network Mode: Bridge

Disable Network: None

Configuration Mode

Configuration Mode: Simple

Management Network Settings

Management IP Address: DHCP Static

IP Address: 192.168.1.40

Netmask: 255.255.255.0

Gateway IP: 192.168.1.1

Primary DNS IP: 192.168.1.1

Secondary DNS IP:

MTU: 1500

Management VLAN: Enable

Auto IP Addressing: Enable

STP: Enable

IPv6: Enable

Estación Base

The screenshot shows the 'Configuración inalámbrica básica' (Basic Wireless Configuration) page in the NanoStation loco M2 web interface. The page is accessed via a browser at the URL <https://192.168.1.20/link.cgi>. The interface includes a navigation menu with tabs for MAIN, WIRELESS, NETWORK, ADVANCED, SERVICES, and SYSTEM. The 'WIRELESS' tab is selected. The configuration options are as follows:

- Modo inalámbrico: Estación
- WDS (Modo puente transparente): Activar
- SSID: ubnt
- Bloquear a AP: 78-8A-20-ED-96-20
- Código del país: Ecuador
- Modo IEEE 802.11: B/G/N mezclados
- Ancho de canal: 20 MHz
- Lista de frecuencias escaneadas, MHz: Activar, 2452
- Calcular límite EIRP: Activar
- Antena: Built in (2x2) - 8 dBi
- Potencia de salida: 12 dBm
- Módulo de velocidad de datos: Predeterminado
- Índice TX máx. Mbps: MCS 1 - 13/14.4

The 'Seguridad inalámbrica' (Wireless Security) section is also visible:

- Seguridad: WPA2-AES
- Autenticación WPA: FSK
- Cave WPA compartida previamente: Mostrar

A 'Cambiar' (Change) button is located at the bottom right of the configuration area. The footer includes the Ubiquiti logo and the text '© Copyright 2006-2019 Ubiquiti Networks, Inc.'

The screenshot shows the 'Network' configuration page in the NanoStation loco M2 web interface. The page is accessed via a browser at the URL <https://192.168.1.20/network.cgi>. The interface includes a navigation menu with tabs for MAIN, WIRELESS, NETWORK, ADVANCED, SERVICES, and SYSTEM. The 'NETWORK' tab is selected. The configuration options are as follows:

- Network Role: Network Mode: Bridge, Disable Network: None
- Configuration Mode: Simple
- Management Network Settings: Management IP Address: DHCP Static, IPv6: Enable
- IP Address: 192.168.1.20
- Netmask: 255.255.255.0
- Gateway IP: 192.168.1.1
- Primary DNS IP: 192.168.1.1
- Secondary DNS IP: 8.8.8.8
- MTU: 1500
- Management VLAN: Enable
- Auto IP Addressing: Enable
- STP: Enable

A 'Change' button is located at the bottom right of the configuration area. The footer includes the Ubiquiti logo and the text '© Copyright 2006-2019 Ubiquiti Networks, Inc.'

Anexo D: Programación php de la página Web

```
<!doctype html>
<html class="no-js" lang="es">

<head>
  <meta charset="utf-8">
  <meta http-equiv="x-ua-compatible"
content="ie=edge">
  <title>Tránsito Seguro</title>
  <meta name="description" content="">
  <meta name="viewport"
content="width=device-width, initial-
scale=1">
  <!-- favicon

=====
----- -->
  <link rel="shortcut icon" type="image/x-
icon" href="img/favicon.ico">
  <!-- Google Fonts

=====
----- -->
  <link
href="https://fonts.googleapis.com/css?fa
mily=Play:400,700" rel="stylesheet">
  <!-- Bootstrap CSS

=====
----- -->
  <link rel="stylesheet"
href="views/public/css/bootstrap.min.css"
>
  <!-- Bootstrap CSS

=====
----- -->
  <link rel="stylesheet"
href="views/public/css/font-
awesome.min.css">
  <!-- owl.carousel CSS

=====
----- -->
  <link rel="stylesheet"
href="views/public/css/owl.carousel.css">
  <link rel="stylesheet"
href="views/public/css/owl.theme.css">
  <link rel="stylesheet"
href="views/public/css/owl.transitions.css"
>
  <!-- animate CSS

=====
----- -->
  <link rel="stylesheet"
href="views/public/css/animate.css">
  <!-- normalize CSS

=====
----- -->
  <link rel="stylesheet"
href="views/public/css/normalize.css">
  <!-- main CSS

=====
----- -->
  <link rel="stylesheet"
href="views/public/css/main.css">
  <!-- morrisjs CSS

=====
----- -->
  <link rel="stylesheet"
href="views/public/css/morrisjs/morris.css
">
  <!-- mCustomScrollbar CSS

=====
----- -->
  <link rel="stylesheet"
href="views/public/css/scrollbar/jquery.m
CustomScrollbar.min.css">
  <!-- metisMenu CSS

=====
----- -->
  <link rel="stylesheet"
href="views/public/css/metisMenu/metis
Menu.min.css">
  <link rel="stylesheet"
href="views/public/css/metisMenu/metis
Menu-vertical.css">
  <!-- calendar CSS

=====
----- -->
  <link rel="stylesheet"
href="views/public/css/calendar/fullcalend
ar.min.css">
  <link rel="stylesheet"
href="views/public/css/calendar/fullcalend
ar.print.min.css">
  <!-- forms CSS
```

```

=====
----- -->
<link rel="stylesheet"
href="views/public/css/form/all-type-
forms.css">
<!-- select2 CSS

=====
----- -->
<link rel="stylesheet"
href="views/public/css/select2/select2.min
.css">
<!-- chosen CSS

=====
----- -->
<link rel="stylesheet"
href="views/public/css/chosen/bootstrap-
chosen.css">
<!-- style CSS

=====
----- -->
<link rel="stylesheet"
href="views/public/style.css">
<!-- responsive CSS

=====
----- -->
<link rel="stylesheet"
href="views/public/css/responsive.css">
<!-- modernizr JS

=====
----- -->
<script
src="views/public/js/vendor/modernizr-
2.8.3.min.js"></script>
</head>

<body>
<!--[if lt IE 8]>
<p
class="browserupgrade">You are using an
<strong>outdated</strong> browser.
Please <a
href="http://browsehappy.com/">upgrade
your browser</a> to improve your
experience.</p>
<![endif]-->
<div class="error-pagewrap">

```

```

<div class="error-page-
int">
<div class="text-
center m-b-md custom-login">

<p style="
font-family: inherit; font-size:
22px;">Seguridad en sus manos</p>
</div>
<?php if(isset($mensaje)){ ?>
<div class="alert alert-danger
alert-mg-b" role="alert">
<?php echo $mensaje ?>
</div>
<?php } ?>
<div
class="content-error">
<div
class="hpanel">
<div class="panel-body">
<form
action="/transitoseguro/" id="loginForm"
method="post">
<div class="form-group">
<label class="control-
label" for="username">Usuario</label>
<input type="text"
title="Ingrese su nombre de usuario"
required="true" value="" name="usuario"
id="usuario" class="form-control">
</div>
<div class="form-group">
<label class="control-
label" for="password">Contraseña</label>
<input type="password"
title="Ingrese su contraseña"
placeholder="*****" required="true"
value="" name="pass" id="pass"
class="form-control">
</div>
<div class="form-group">
<div class="chosen-
select-single mg-b-20">
<label>Tipo
usuario</label>
<select data-
placeholder="Tipo usuario" id="tipo"

```

```

name="tipo" class="chosen-select"
tabindex="-1" required="true">
    <option
value="1">Propietario Vehículo</option>
    <option
value="2">Administrador</option>
    </select>
</div>
</div>
<button class="btn btn-
success btn-block
loginbtn">Ingresar</button>
<a class="btn btn-default
btn-block"
href="/transitoseguro/registro.php">Regist
rar</a>
    </form>
</div>
</div>
</div>
<div class="text-
center login-footer">
    <p>Copyright © 2018. All rights
reserved. Template by <a
href="https://colorlib.com/wp/templates/"
>Colorlib</a></p>
    </div>
</div>
<!-- jquery
===== -->
<script
src="views/public/js/vendor/jquery-
1.12.4.min.js"></script>
<!-- bootstrap JS
===== -->
<script
src="views/public/js/bootstrap.min.js"></s
cript>
<!-- wow JS
===== -->
<script
src="views/public/js/wow.min.js"></script
>
<!-- price-slider JS

```

```

=====
===== -->
<script src="views/public/js/jquery-price-
slider.js"></script>
<!-- meanmenu JS
=====
===== -->
<script
src="views/public/js/jquery.meanmenu.js"
></script>
<!-- owl.carousel JS
=====
===== -->
<script
src="views/public/js/owl.carousel.min.js">
</script>
<!-- sticky JS
=====
===== -->
<script
src="views/public/js/jquery.sticky.js"></scr
ipt>
<!-- scrollUp JS
=====
===== -->
<script
src="views/public/js/jquery.scrollUp.min.js
"></script>
<!-- mCustomScrollbar JS
=====
===== -->
<script
src="views/public/js/scrollbar/jquery.mCus
tomScrollbar.concat.min.js"></script>
<script
src="views/public/js/scrollbar/mCustomScr
ollbar-active.js"></script>
<!-- metisMenu JS
=====
===== -->
<script
src="views/public/js/metisMenu/metisMe
nu.min.js"></script>

```

```

<script
src="views/public/js/metisMenu/metisMenu-active.js"></script>
<!-- tab JS

=====
----- -->
<script
src="views/public/js/tab.js"></script>
<!-- icheck JS

=====
----- -->
<script
src="views/public/js/icheck/icheck.min.js">
</script>
<script
src="views/public/js/icheck/icheck-active.js"></script>
<!-- plugins JS

=====
----- -->
<script
src="views/public/js/plugins.js"></script>
<!-- main JS

=====
----- -->
<script
src="views/public/js/main.js"></script>
<!-- tawk chat JS

=====
----- -->
<script src="views/public/js/tawk-chat.js"></script>
<!-- chosen JS

=====
----- -->
<script
src="views/public/js/chosen/chosen.jquery.js"></script>
<script
src="views/public/js/chosen/chosen-active.js"></script>
<!-- select2 JS

=====
----- -->

```

```

<script
src="views/public/js/select2/select2.full.min.js"></script>
<script
src="views/public/js/select2/select2-active.js"></script>
</body>

</html>

```



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

Fecha de entrega: 13/12/2019

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombre – Apellido: David Toribio Masaquiza Caizabanda Paul Bladimir Mayanza Balla
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Informática y Electrónica
Carrera: Ingeniería en Electrónica, Telecomunicaciones y Redes
Título a optar: Ingeniera en Electrónica, Telecomunicaciones y Redes
f. Documentalista Responsable: