

# Sistema de Alarma Vehicular con Almacenamiento en Línea de Evidencias de Robos para Vehículos de la República Dominicana

Miguel Eduardo Damirón Pérez, Estudiante universitario, Natividad Ortiz Pol, Estudiante Universitaria.

Universidad APEC, República Dominicana, [miguel.damiron@gmail.com](mailto:miguel.damiron@gmail.com)

Universidad APEC, República Dominicana, [natividadortizp@gmail.com](mailto:natividadortizp@gmail.com)

Mentor: Emin Rivera, Msc.

Universidad APEC, República Dominicana, [erivera@adm.unapec.edu.do](mailto:erivera@adm.unapec.edu.do)

*Abstract— This is a vehicle alarm system that automatically uploads to a cloud storage pictures, sound recording, and geolocation to evidence that the alarm has been activated and indicates how and why was it activated. It's conformed by a group of modules that will tell when the car is hit, lifted or tilt, if there's any movement inside and when the battery it's disconnected. The system includes many other functions that can be triggered by the owner with a mobile app, a radio control and/or voice commands.*

*Keywords—Alarm, cloud storage, filter, system, upload.*

## I. INTRODUCCIÓN

Este proyecto consiste en un sistema de alarma vehicular que almacena en línea evidencias recolectadas de los hechos que provocaron que la alarma se activará; en cualquier momento el dueño dispondrá de estos datos, así como de la posibilidad de activar la alarma mediante comandos controlados por reconocimiento de voz y/o una aplicación móvil.

El incremento de la seguridad de los vehículos se ha vuelto una necesidad en la República Dominicana. Ésta problemática va en aumento, por lo que se ha diseñado este sistema de alarma vehicular, utilizando la tecnología actual, con el propósito de ser efectivo contra los métodos modernos de hurto de vehículos.

En el transcurso de este proyecto exhaustivamente se detallará la razón de ser del mismo y las diferencias entre las alarmas convencionales y este sistema, con la intención de exponer el funcionamiento y los módulos que la componen.

## II. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema de alarma vehicular que disponga los datos línea de la situación del vehículo tras su activación.

## III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Detectar cuando el vehículo reciba un impacto mediante sensores de vibración.
- ❖ Medir los cambios involuntarios de nivel que sufra el vehículo con referencia al suelo mediante un sistema de estabilización electrónico.
- ❖ Construir un sistema de medición electrónico que verifique la conexión de la batería del vehículo.

- ❖ Obtener la geolocalización del vehículo mediante un GPS.
- ❖ Capturar imágenes mediante cámaras orientadas estratégicamente en el vehículo.
- ❖ Diseñar un sistema de grabación de sonido compuestos por micrófonos instalados estratégicamente en el vehículo.
- ❖ Desarrollar un sistema de reconocimiento de voz que active y/o desactive el sistema alarma vehicular.
- ❖ Detectar actividad dentro del vehículo cuando esté estacionado mediante sensores de movimiento.
- ❖ Construir un módulo de sonido que alerte cuando el sistema de alarma sea activado.
- ❖ Crear una unidad de control que gestione los datos de cada módulo del sistema de alarma para activarla, y los suba a un almacenamiento en la nube.
- ❖ Diseñar una aplicación móvil que notifique cuándo y por qué la alarma vehicular fue activada.

## IV. JUSTIFICACIÓN

El motivo del proyecto es tener las evidencias disponibles en línea de la situación del vehículo cuando se active la alarma para así evitar el robo del mismo. En caso de robo, facilitar su búsqueda con los datos almacenados en línea de imágenes, grabaciones de sonido y georreferencia. Esto aseguraría la integridad de los datos incluso si se llegase a desinstalar el sistema de alarma tras ser activada.

Se busca proteger la inversión de los dueños de vehículos de la República Dominicana brindando elementos diferenciales sobre las alarmas vehiculares convencionales, sin depender de una empresa de sistema de rastreo satelital que por lo regular solo posee la función de localizar; pero no es eficiente cuando el vehículo es violentado ni obtiene evidencias del evento.

La ola de delincuencia ha aumentado significativamente, según la ONE (Oficina Nacional de Estadísticas) con el informe general ENHOGAR-2015 publicadas en julio 2016 indican que 72 de cada 100 (un 72%) personas encuestada destacaron el tema; un 74.6% expresan que la delincuencia es el mayor inconveniente del país hoy en día.

Los vehículos no están exentos de robo a pesar de su tamaño significativo y se ha tornado una modalidad; se datan

aproximadamente 455 vehículos robados en el período enero-junio del 2015 según la prensa dominicana y 227 vehículos robados en enero-marzo del 2016 según la OSC-RD (Observatorio de Seguridad Ciudadana de la República Dominicana); cabe destacar que no está incluido el robo de objetos dentro del mismo.

Este sistema de alarma propone mayor seguridad ante los modus operandi que han relucido aproximadamente en los últimos 6 años para el robo de vehículos. Dentro de éstos está el método donde el malhechor amenaza al conductor con un arma e intenta abrir la puerta; suele suceder en intersecciones pocas transitadas o en horas despobladas, a la salida de los garajes y en estacionamientos públicos. Una modalidad que ha tomado fuerzas en los últimos 3 o 4 años es el que se conoce como “atracó expreso” según comunica la prensa y opera de la siguiente manera: cuando el vehículo está detenido en el semáforo dos personas armadas en una motocicleta minuciosamente amenazan al conductor, toman sus pertenencias, en muchas ocasiones lo despojan del vehículo y salen a la fuga sin que las demás personas alrededor se percaten. A los dos anteriores le sigue el robo del vehículo estacionado, se violentan las puertas y se fuerza el encendido o lo suben a una grúa; otras veces solo hurtan los artículos dentro de él. En el siguiente y último método simulan un choque para que el conductor se desmonte y así despojarle de sus pertenencias y el vehículo; los métodos no mencionados son derivados y/o combinaciones de los expuestos.

### V. MARCO TEÓRICO

La finalidad de las alarmas vehiculares es ahuyentar al transgresor y conseguir la atención del dueño de que el vehículo ha sido violentado mediante el sonido de una sirena. Existen alarmas que incluyen funciones adicionales con el propósito de aumentar la seguridad incluyendo modo de rastreo y comunicación remota en caso de robo.

Las alarmas son sistemas que indican cuando algún agente externo preestablecido se ha detectado o que ha dejado de detectar algún elemento donde ha sido instalada. Para determinar esos agentes y/o elementos se utilizan un conjunto de módulos compuestos por sensores especializados, siendo ésta su única función, gestionados por una unidad de control.

A continuación, se detallan cómo funcionan las alarmas vehiculares más comunes y la ubicación de los sensores en el vehículo (ver Fig. 1):

1. **Sensor de puerta:** es un botón que es presionado por la puerta mientras esté cerrada, cuando se abre el botón es liberado y activa la alarma.
2. **Batería de reserva:** es un sistema de energía de adicional que entra en funcionamiento y activa la alarma cuando la batería del vehículo es desconectada.

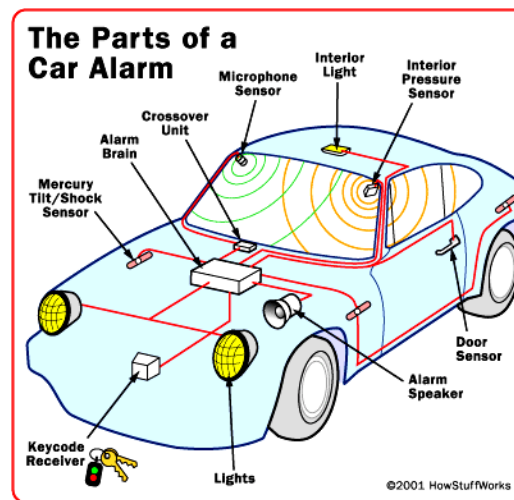


Fig.1 Sistema de alarma vehicular de los vehículos modernos.

3. **Detector de impacto y vibración:** determina si el vehículo recibe algún golpe o si es empujado; está compuesto por un conductor centrado a lo largo de un cilindro, varios contactos en la circunferencia inferior (base) y una bola metálica que se mueve libremente cerrando el circuito si toca el conductor y uno de los contactos de la base. (ver Fig. 2).

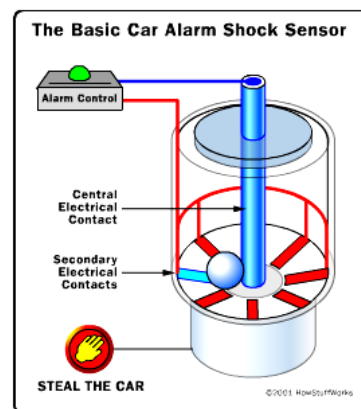


Fig. 2 Sensor de impacto y vibración.

4. **Sensor de presión:** está ubicado dentro del vehículo y activa la alarma cuando detecta algún cambio de ambiente si las puertas se abren o se rompen las ventanas. Se utiliza una bocina para que la presión del aire (succión o compresión cuando se abran las puertas o se rompan las ventanas respectivamente) mueva el cono pegado a la bobina que pasará (ya sea acercándose o alejándose) por el imán permanente generando una pequeña corriente que activará la alarma. (ver Fig. 3).

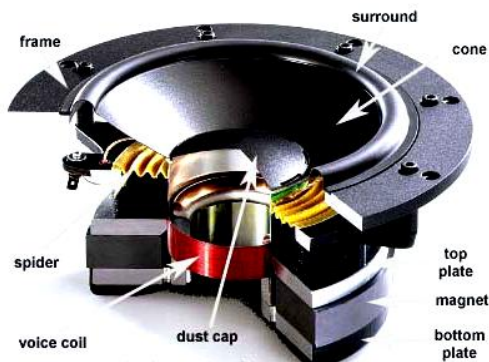


Fig. 3 Componentes de la bocina.

5. **Sensores de nivel y movimiento:** son ubicados en puntos estratégicos en el vehículo y están compuesto por mercurio líquido en un encapsulado cilíndrico con dos contactos en su interior, uno a la mitad y otro a lo largo del cilindro para que abra el circuito (activando la alarma) cuando se mueva el mercurio por algún movimiento o inclinación. (ver Fig. 4).

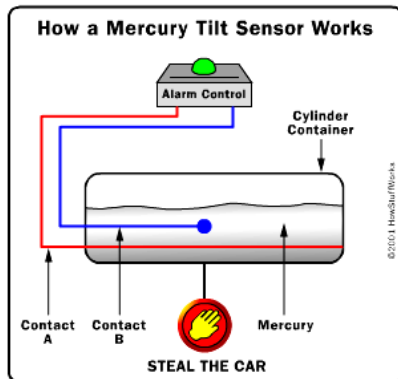


Fig. 4 Sensor de nivel y movimiento.

6. **Sensor de rotura de vidrios:** es un micrófono dentro del vehículo con un filtro que detecta el sonido (la frecuencia característica) que emite el vidrio cuando se rompe, de ésta manera determina si la ventana fue violentada y activa la alarma.
7. **Sirena:** es un indicador sonoro de que la alarma ha sido activada conjunto al parpadeo de luces del vehículo con el propósito de ahuyentar al malhechor.
8. **Control remoto:** es usado para activar o desactivar la alarma; utiliza radio frecuencia para la comunicación y un algoritmo de encriptación para que funcione únicamente con el vehículo destinado y no sea replicado.
9. **Unidad de procesamiento:** adquiere los datos de cada módulo de la alarma para determinar cuándo debe activarse.

## Diagrama en bloque del sistema propuesto

El sistema de alarma vehicular propuesto utiliza otros sensores para la detección de las situaciones que las alarmas convencionales perciben, además otros módulos con funciones adicionales para aumentar la seguridad y diversificar el modo de operación. Los módulos serán los siguientes (ver Fig. 5):

- ❖ **Módulo de detección impactos:** compuesto por 4 sensores de vibración (ver orientación en Fig. 6) y un comparador para evaluar cuál de todos proporcionó la lectura más alta y de ese modo dónde fue que el vehículo recibió el impacto. Al utilizar sensores de vibración con esta orientación, se pueden evitar falsas alarmas si hay ruido fuerte cerca del vehículo ya que todos vibrarán al mismo tiempo y a más o menos igual intensidad.
- ❖ **Módulo de estabilización:** constituido por un giroscopio y un comparador ubicado en el techo, dentro del vehículo (en el techo del baúl si es un convertible), que indicará cuando exista un cambio de nivel, a qué proporción y sentido, con referencia a la posición de estacionamiento del vehículo. De ésta manera se puede determinar si están intentando quitarle las llantas, si ha sido inclinado para subirlo a una grúa y/o si alguien se ha sentado encima del mismo.
- ❖ **Sensor de movimiento:** estará ubicado en el techo, dentro del vehículo para determinar si hay movimiento dentro del mismo cuando esté estacionado. Cubriría cualquier deficiencia que deje el sensor de vibración, si logran abrir la puerta y entran al vehículo.
- ❖ **Detector de batería:** estará constituido por un cargador de batería, una batería como energía de reserva y un medidor de voltaje para determinar si la batería del vehículo ha sido desconectada y/o si se está descargando. Con el medidor de voltaje se pueden evitar falsas alarmas cuando la caída de tensión sea paulatina o cuando baje la carga en el proceso de encendido del vehículo.
- ❖ **Cámaras:** serán 4 dentro del vehículo (una orientada hacia delante, una hacia atrás, otra apuntando al conductor y una hacia los asientos traseros); 2 fuera, una en cada retrovisor, con el sentido del espejo (ver Fig. 6); todas con un LED flash y las de afuera resistente al agua. Ellas no grabarían video, sino ráfagas de capturas de imágenes con intervalos de 5 segundos por un tiempo predeterminado de 2 minutos, que podría ser ajustado por el dueño.

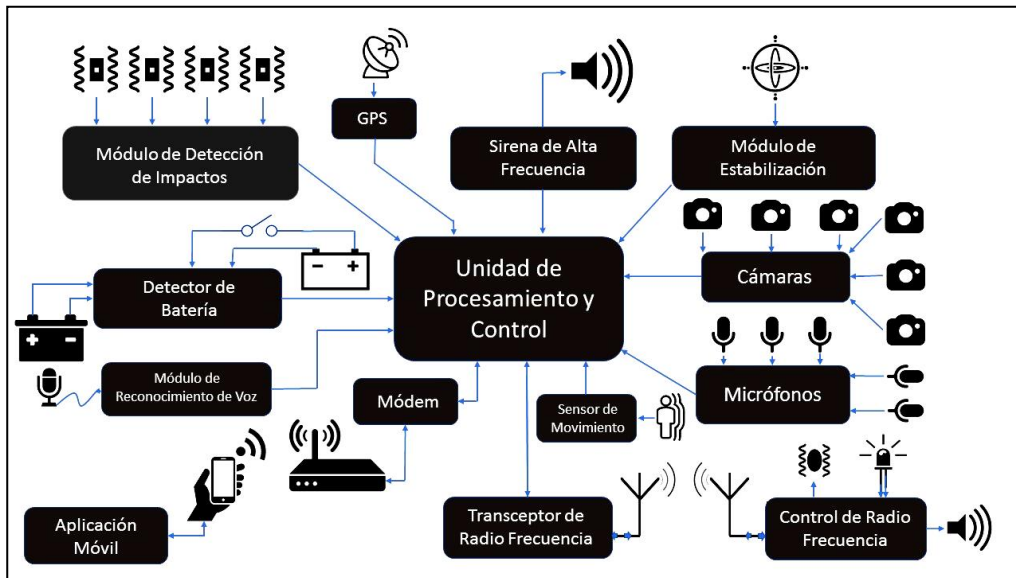


Fig.5 Diagrama en bloques (elaboración propia).

- ❖ **Módulo de grabación de audio:** estará compuesto por 5 micrófonos altamente sensibles, cada uno con filtros de frecuencias para solo percibir voz y sonidos de impactos comunes. Habrá uno en el bonete, uno en cada retrovisor junto a la cámara, otro en el baúl cerca de la placa y uno en el techo dentro del vehículo. El sentido de la orientación es para cubrir el perímetro y el interior del vehículo.
- ❖ **Sirena de alta frecuencia:** será una sirena con un amplificador de 20Watts, como potencia máxima, que emitirá un ruido a una frecuencia por encima a la de la voz humana e impactos comunes para no interferir en la claridad de la grabación por parte del módulo de grabación de audio.

- ❖ **Módulo de reconocimiento de voz:** Será instalado dentro del vehículo compuesto por un micrófono de gran sensibilidad, orientado al conductor con un filtro para captar únicamente la frecuencia de la voz humana, y un sistema de reconocimiento de voz. Esto es para asignar una palabra clave que active la alarma de manera silenciosa que ayudará a tomar imágenes (sin flash) y grabaciones de audio sin alarmar a las personas alrededor, otra palabra que la activará normal disparando la sirena, y otras dos para apagar o encender la alarma.
- ❖ **Unidad de procesamiento y control:** estará compuesta por un microprocesador programado para gestionar los datos de cada módulo, con la finalidad

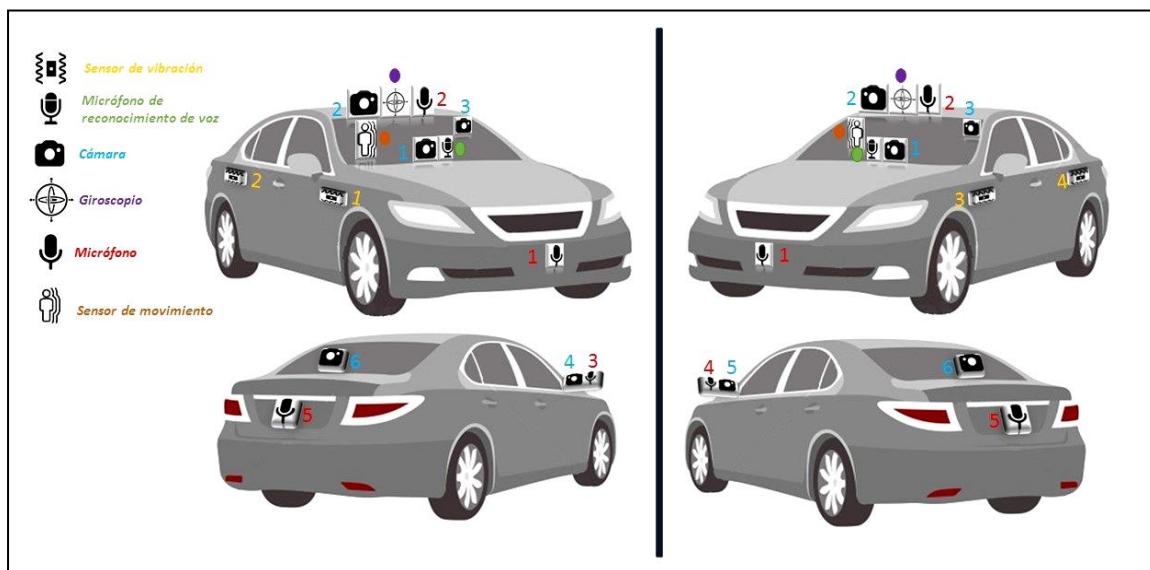


Fig.6 Orientación de sensores (elaboración propia).

de determinar cuándo activar la alarma y paralelamente subir los datos a un almacenamiento en línea con la hora, fecha y localización del evento.

- ❖ **Módem:** proveerá acceso a internet en todo momento a la unidad de procesamiento y control.
- ❖ **GPS:** Estará junto a la unidad de procesamiento y control para grabar la geolocalización en altitud y latitud de donde se activó la alarma.
- ❖ **Aplicación móvil:** servirá para notificar al propietario del vehículo cuándo y porqué se activó la alarma, le permitirá activar, desactivar, ajustar tiempo de duración, etc.
- ❖ **Control de radio frecuencia:** estará compuesto por un transceptor, un LED y un vibrador como indicadores de la activación de la alarma. Se comunicará con la unidad de procesamiento y control para activar o desactivarla; esto evita que el sistema sea totalmente dependiente una aplicación móvil.

funcione si el vehículo está parado en un semáforo. Si el vehículo está estacionado funcionará el módulo de estabilización y el sensor de movimiento adicional a los mencionados.

Cuando la alarma se active las cámaras (con el flash encendido), el módulo de grabación de audio y la sirena a alta frecuencia también entraran en funcionamiento. Si el dueño activa la alarma en modo silencioso ya sea por el módulo de reconocimiento de voz, la aplicación móvil o el control de radio frecuencia, funcionarán las cámaras (sin el flash) y el módulo de grabación de audio, adicional a los módulos que lo funcionan por defecto.

Los datos obtenidos por los módulos del sistema serán subidos por la unidad de procesamiento y control a un almacenamiento en línea que también estarán disponibles para ser visualizada por la aplicación móvil. En caso de que no haya conexión a internet los datos serán guardados en una memoria hasta que retorne la conexión y la unidad de

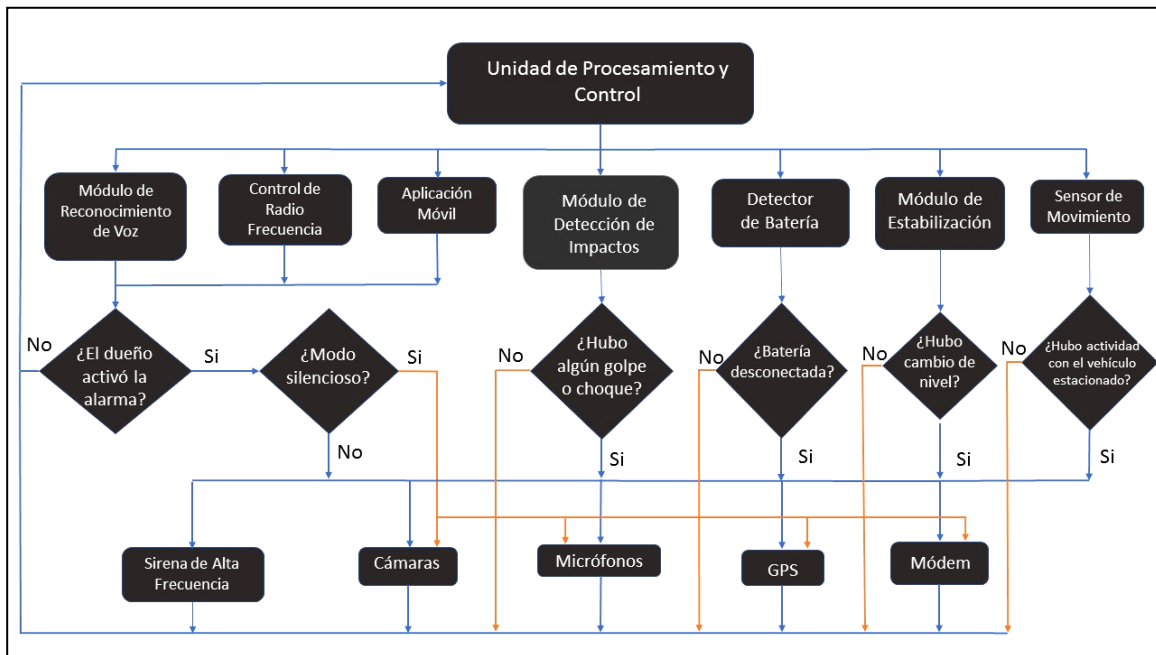


Fig. 7 Diagrama de flujo (elaboración propia)

procesamiento y control los suba.

- ❖ **Transceptor de radio frecuencia:** mediante este módulo es que la unidad de procesamiento y control se comunicará con el control de radio frecuencia.

### Funcionamiento y diagrama de flujo del sistema propuesto.

La dinámica del sistema de alarma (ver Fig. 7) se caracteriza por el puesto en función bajo cualquier circunstancia de la unidad de procesamiento y control, el GPS, el módem, el módulo de detección de impactos, detector de batería, el módulo de reconocimiento de voz, el Control de radio frecuencia, transceptor de radio frecuencia y la aplicación móvil; que en su conjunto logran que el sistema

Las aplicaciones del modo silencioso de este sistema de alarma son incalculables, pero su razón de integración es para cuando el conductor sea amenazado con un arma, éste pueda de todos modos activar la alarma con la palabra clave sin alertar al agresor; de esta manera protege su vida y aun obtiene las evidencias en línea que facilitaría la recuperación del vehículo y la captura del malhechor.

## VI. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Para fines de prototipado se ha utilizado los siguientes componentes:



- ❖ 1 Raspberry Pi 2B como unidad de procesamiento y control, por el hecho de ser una computadora de tamaño reducido y alta capacidad de procesamiento.



- ❖ 1 Arduino Leonardo como microcontrolador que interpreta los valores obtenidos por los sensores de vibración, giroscopio, sensor de movimiento y el detector de batería.



- ❖ 4 Sensores de vibración SW420 como detector de impactos.



- ❖ 1 Giroscopio de 3axis MPU-6050 para el sensor de nivel.



- ❖ 1 Módulo GPS UBlox Neo 6M



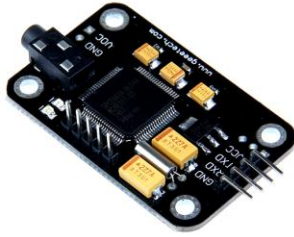
- ❖ 1 Tarjeta de sonido USB.



- ❖ 1 Adaptador Wifi USB para conectar la Raspberry Pi al internet.



- ❖ 5 Micrófonos capacitivos conectados con un mixer amplificados por un LM386.



- ❖ 1 Módulo de reconocimiento de voz Geetech T/0042.



- ❖ 1 Sensor de movimiento HCSR501.



- ❖ 6 Cámaras web USB.
- ❖ 1 Sirena con un amplificador de 10Watts.

La Raspberry Pi está programada en Python y es la encargada de activar las cámaras, micrófonos y GPS cuando el Arduino tome los valores de cualquiera de los sensores antes mencionados y determine que es pertinente el disparo de la alarma; crea una carpeta con la fecha y una subcarpeta con el número de evento (cantidad de veces que se ha activado la alarma) donde se almacenan las fotos nombradas con la hora en la que fue toma, enumeradas por el orden en que fueron tomadas. El audio se almacena en la misma carpeta en formato MP3 al igual que el archivo con las coordenadas del GPS en longitud y latitud.

Para las pruebas se desarrolló un API en Dropbox para que se almacene todo automáticamente en línea y pueda ser verificada por el usuario media la aplicación móvil. La razón por la cual se utilizó una API es porque la aplicación de Dropbox no es compatible con los procesadores ARM como el

que posee la Raspberry Pi. Al crear la misma, se genera un Key (una clave alfanumérica única) que le pertenece a esa API en el usuario en que fue creada.

Se utilizó una tarjeta de sonido USB porque la Raspberry Pi 2B no posee un módulo de entrada de sonido en ninguno de sus puertos. También se usó un mixer para poder conectar más de un micrófono a la misma tarjeta de sonido.

## VII. CONCLUSIÓN

En resumidas cuentas, la finalidad de este sistema de alarma vehicular es cubrir las deficiencias de las alarmas más comunes instaladas en los vehículos de la República Dominicana, aumentando su seguridad y facilitando su recuperación en caso de hurto.

El hecho de utilizar la tecnología existente relativamente disminuiría los costos del sistema ya que no dependería de pagos recurrentes, sino de un pago único debido a que el manejo de la alarma está sobre el dueño del vehículo.

En un futuro este sistema pudiese ser instalado en los vehículos de otros países con la misma problemática, como son los Estados Unidos, donde el promedio de los vehículos robados en el año 2015 es de 1 cada 45 segundos según el FBI.

## VIII. REFERENCIAS

- [1] Viper SmartStart Review & App Demo <https://www.youtube.com/watch?v=Ptk7Lr255XY>
- [2] Best Car Alarms 2017 | Top Rated Car Alarm Systems <https://www.caraudionow.com/best-car-alarm-systems/#vipervss5000>
- [3] Top 11 Aftermarket Car Alarm and Security Systems <http://www.bestproducts.com/cars/auto-accessories/g538/car-alarm-security-systems/>
- [4] How Do Car Alarms Work? Imágenes utilizadas de sensores <https://www.lifewire.com/how-do-car-alarms-work-534875>
- [5] Imagen de las partes de las bocinas <http://www.hamerfanclub.com/forums/topic/55207-is-a-small-tear-repair-on-the-outer-edge-of-a-speaker/>
- [6] What is the difference between a router and a modem? [https://pc.net/helpcenter/answers/difference\\_between\\_router\\_and\\_modem](https://pc.net/helpcenter/answers/difference_between_router_and_modem)
- [7] Plan Piloto revela 453 vehículos fueron robados en últimos seis meses; 144 por asaltos <http://hoy.com.do/plan-piloto-revela-453-vehiculos-fueron-robados-en-ultimos-seis-meses-144-fuero-por-asaltos/>
- [8] Policía recibe 200 reportes de robos de vehículos al mes <http://www.listindiario.com/la-republica/2011/06/17/192447/policia-recibe-200-reportes-de-robos-de-vehiculos-al-mes>
- [9] Robos a vehículos aumentan en la República Dominicana <http://blog.autoimportadores.do/robos-a-vehiculos-aumentan-en-la-republica-dominicana.html>
- [10] Boletín Estadístico Enero - Junio 2015 [http://www.mip.gob.do/images/docs/Programas/Boletines/Boletn\\_Enero\\_Junio\\_2015.pdf](http://www.mip.gob.do/images/docs/Programas/Boletines/Boletn_Enero_Junio_2015.pdf)
- [11] Número de denuncias por robo de vehículos en la República Dominicana en el 2015 <http://www.one.gob.do/Estadisticas/201/victimizacion>
- [12] Boletín Estadístico Enero - Diciembre 2016 [https://issuu.com/leonidastv/docs/osc-ie\\_022\\_bolet\\_n\\_anual\\_2016](https://issuu.com/leonidastv/docs/osc-ie_022_bolet_n_anual_2016)

- [13] Auto Theft <http://www.iii.org/issue-update/auto-theft>
- [14] Las 5 técnicas más comunes utilizadas para robar autos <https://www.autofact.cl/comunidad/tecnicas-robo-autos>
- [15] Los atracos express: una nueva forma utilizada por delincuentes <http://eldia.com.do/los-%C2%91atracos-express%C2%92-una-nueva-forma-utilizada-por-delincuentes/>
- [16] La delincuencia es el mayor problema en la República Dominicana, según Enhogar <http://acento.com.do/2017/actualidad/8416591-la-delincuencia-mayor-problema-la-republica-dominicana-segun-enhogar/>
- [17] ENHOGAR 2015 <http://www.one.gob.do/Multimedia/Download?ObjId=29305>