

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1276>

Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de investigación

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

IoT platform for remote tracking and monitoring of vehicle parameters

Plataforma IoT para rastreamento e monitoramento remotos dos parâmetros do veículo

Ismael Villavicencio-Jacobo ^I
g1846002@itcolima.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-0990-2372>

Jesús Alberto Verduzco-Ramírez ^{II}
averduzco@itcolima.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0001-5041-3741>

Noel García-Díaz ^{III}
ngarcia@itcolima.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-7078-0941>

Patricia Elizabeth Figueroa-Millán ^{IV}
patricia.figueroa@itcolima.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0001-7562-7578>

Jorge Esteban González Valladares ^V
egonzalez@itcolima.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-7712-3645>

Alejandro Ortiz-Figueroa ^{VI}
g1846005@itcolima.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0001-6745-0805>

Correspondencia: g1846002@itcolima.edu.mx

***Recibido:** 29 de enero de 2020 ***Aceptado:** 30 de junio de 2020 *** Publicado:** 18 de julio de 2020

- I. Ingeniero en informática; Especialista en Tecnologías y Aplicaciones Multiplataforma; Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Colima. Villa de Álvarez, Colima, México.
- II. Doctor en Informática; Maestro en Ciencias, Área Computación; Ingeniero electrónico en Computación; Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Colima, Villa de Álvarez, Colima, México.
- III. Doctor en Tecnologías de Información; Maestro en Ciencias, Área Computación; Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica; Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Colima, Villa de Álvarez, Colima, México.
- IV. Doctora en Ciencias Computacionales; Ingeniera en Sistemas Computacionales; Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Colima, Villa de Álvarez, Colima, México.
- V. Ingeniero en Sistemas Computacionales; Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Colima. Villa de Álvarez, Colima, México.
- VI. Ingeniero en informática; Especialista en Tecnologías y Aplicaciones Multiplataforma; Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Colima. Villa de Álvarez, Colima, México.

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

Resumen

El rastreo y monitoreo de vehículos es una actividad que cobra cada vez mayor interés para organizaciones que requieren administrar de forma eficiente su parque vehicular. Sin embargo, para pequeñas y medianas empresas, adquirir una solución de este tipo implica una inversión importante imposible de solventar. Este documento describe el desarrollo de una plataforma Web para gestionar, rastrear y monitorizar el seguimiento y los parámetros relacionados con la funcionalidad, operación y de desplazamiento de vehículos, mediante el dispositivo GPS TRACKER para IoT, un módulo con interface On Board Diagnostic II y tecnologías GPS/GSM/GPRS, que recopila y transmite los datos en tiempo real a un servidor central para ser interpretados y visualizados. El sistema web ha sido desarrollado aplicando las pautas de la metodología de desarrollo del Proceso Unificado Ágil, utilizando tecnologías web de código abierto como HTML, CSS y JavaScript y el Framework Spring MVC basado en java como entorno de la aplicación, Mapbox para la interpretación de datos georreferenciales y PostgreSQL como gestor de Base de datos. Este sistema optimiza la gestión, aumenta la productividad y contribuye a la mejora continua de la administración del parque vehicular, aportando soluciones de bajo costo.

Palabras claves: Diagnóstico a bordo; geocercas vehiculares; rastreo y monitoreo vehicular.

Abstract

Vehicle tracking and monitoring is an activity that is gaining increasing interest for organizations that need to efficiently manage their vehicle fleet. However, for small and medium-sized companies, acquiring such a solution involves a significant investment that is impossible to pay. This document describes the development of a Web platform to manage, track and monitor the tracking and parameters related to the functionality, operation and movement of vehicles, using the GPS TRACKER device for IoT, a module with On Board Diagnostic II interface and technologies GPS/GSM/GPRS, which collects and transmits the data in real time to a central server to be interpreted and displayed. The web system has been developed applying the guidelines of the development methodology of the Agile Unified Process, using open source web technologies such as HTML, CSS and JavaScript and the Spring MVC Framework based on java as the application environment, Mapbox for the interpretation of georeferenced data and PostgreSQL as a database

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

manager. This system optimizes management, increases productivity and contributes to the continuous improvement of vehicle fleet management, providing low-cost solutions.

Keywords: On-board diagnosis; vehicular geofences; vehicle tracking and monitoring.

Resumo

O rastreamento e monitoramento de veículos é uma atividade que está ganhando crescente interesse das organizações que precisam gerenciar com eficiência sua frota de veículos. No entanto, para pequenas e médias empresas, a aquisição dessa solução envolve um investimento significativo e impossível de pagar. Este documento descreve o desenvolvimento de uma plataforma da Web para gerenciar, rastrear e monitorar o rastreamento e os parâmetros relacionados à funcionalidade, operação e movimentação de veículos, usando o dispositivo GPS TRACKER para IoT, um módulo com interface e tecnologias On Board Diagnostic II GPS /GSM/GPRS, que coleta e transmite os dados em tempo real para um servidor central a ser interpretado e exibido. O sistema web foi desenvolvido aplicando as diretrizes da metodologia de desenvolvimento do Agile Unified Process, usando tecnologias da web de código aberto, como HTML, CSS e JavaScript, e o Spring MVC Framework baseado em java como ambiente de aplicativo, Mapbox para interpretação de dados georreferenciados e PostgreSQL como gerenciador de banco de dados. Esse sistema otimiza o gerenciamento, aumenta a produtividade e contribui para a melhoria contínua do gerenciamento de frotas de veículos, fornecendo soluções de baixo custo.

Palavras-Chave: Diagnóstico a bordo; cercas veiculares; rastreamento e monitoramento de veículos.

Introducción

La administración eficiente de las flotas vehiculares pertenecientes a cualquier organización pública o privada representa un reto complejo y difícil de lograr. Actividades tales como, definir el momento ideal para aplicar mantenimiento preventivo y correctivo, auditar el buen uso de las unidades, evitar los robos de combustible y componentes, dar seguimiento puntual a las rutas trazadas, ubicar en tiempo real las unidades, entre otras, requiere de recursos y esfuerzos constantes de la parte administrativa. Múltiples herramientas han sido aplicadas para este fin, tales como, bitácoras de seguimiento, software de mantenimiento vehicular, entre otras, sin embargo, todas

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

ellas presentan ciertas limitaciones o desventajas que comprometen la efectividad de la gestión eficiente de las flotas vehiculares. Recientemente, soluciones basadas en sistemas de monitoreo y rastreo satelital son utilizadas por grandes empresas; sin embargo, el alto costo y el grado de generalidad de estas tecnologías es inaccesible e inviable para pequeñas y medianas empresas que requieren necesidades específicas, dificultando con esto su adquisición y adopción.

Actualmente, con el surgimiento de las tecnologías relacionadas con el IoT, es posible monitorizar las actividades y los parámetros técnicos de funcionamiento y operación de vehículos, tal es el caso del Sistema de Diagnóstico a Bordo (OBD, por sus siglas en inglés), que mediante un Scanner conectado en el interior del vehículo, “permite diagnosticar las condiciones de operación del automóvil a través de códigos de error conocidos como PIDS (Parameter ID) que la computadora central del vehículo registra y envía” (S. E. de Electrónica y Servicio, 2014. p.22). Estas herramientas son de gran interés porque posibilitan el conocimiento en tiempo real de datos, tales como la posición, el desplazamiento y el estado general de los vehículos. Las soluciones comerciales existentes facilitan y resuelven requerimientos que generalmente toda empresa de este giro necesita, no obstante, pueden no cubrir el total de las necesidades por lo que el usuario final debe de adaptarse a las funcionalidades del sistema.

Actualmente existen algunas soluciones propuestas para solventar la problemática descrita anteriormente. Aljaafreh, *et al.*, (2011) describen un sistema de adquisición de datos vehiculares para automatizar la gestión de flotas. La solución expuesta propone un sistema embebido con tecnologías OBD/GPS/RFID las cuales recopilan información durante la operación del vehículo y envía los datos al servidor web a través de la red WIFI, una vez que el vehículo regresa al lugar de estacionamiento.

Fuad & Drieberg, (2013), desarrollaron un prototipo que consisten en enviar la ubicación del vehículo a través del servicio SMS de un teléfono móvil hacia un modem receptor GSM instalado en el centro de control, este recibe el mensaje y actualiza la información de ubicación en la base de datos y posteriormente se visualiza en la plataforma web utilizando las herramientas de Google Maps.

Conza Berrocal, (2013), desarrolló una aplicación, cuyo propósito es rastrear y monitorear una flota vehicular para una operadora de taxis. La propuesta es asignar a cada vehículo un equipo móvil Android con una ampliación que obtiene las coordenadas de ubicación, hora y velocidad;

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

los parámetros se envían mediante la red celular GSM/GPRS de manera automática a una estación central y son almacenados en la base de datos del servidor web para ser interpretados y visualizados en mapas que provee la API de Google Maps en tiempo real.

Montero Revelo, (2016), implementó un sistema web para monitorear remotamente el estado del motor de un automóvil mediante el dispositivo OBD integrado en un sistema embebido, este recolecta y transmite los datos hacia la plataforma para posteriormente ser interpretados; permite configurar dinámicamente los parámetros del vehículo que se desean monitorear.

L. ben Othmane *et al.*, (2018), desarrollaron un prototipo de un sistema embebido para el monitoreo y automatización de la gestión de flotas. La solución consiste en un conjunto de componentes para la recolección y envío de datos a través de la red de telefonía celular al sistema de gestión de flotas, el cual permite gestionar funcionalidades como el registro de los datos del vehículo, personalización de parámetros a visualizar, información en tiempo real de ubicación, velocidad, y temperatura.

La literatura consultada se ha limitado, en su mayoría, por construir una arquitectura compuesta de dispositivos independientes para la recolección, almacenamiento y envío de datos; sin embargo, éstas no garantizan un funcionamiento adecuado para cumplir con el objetivo planteado, debido a que no se ha comprobado su factibilidad y confiabilidad al no ser dispositivos industriales que garantizan precisión.

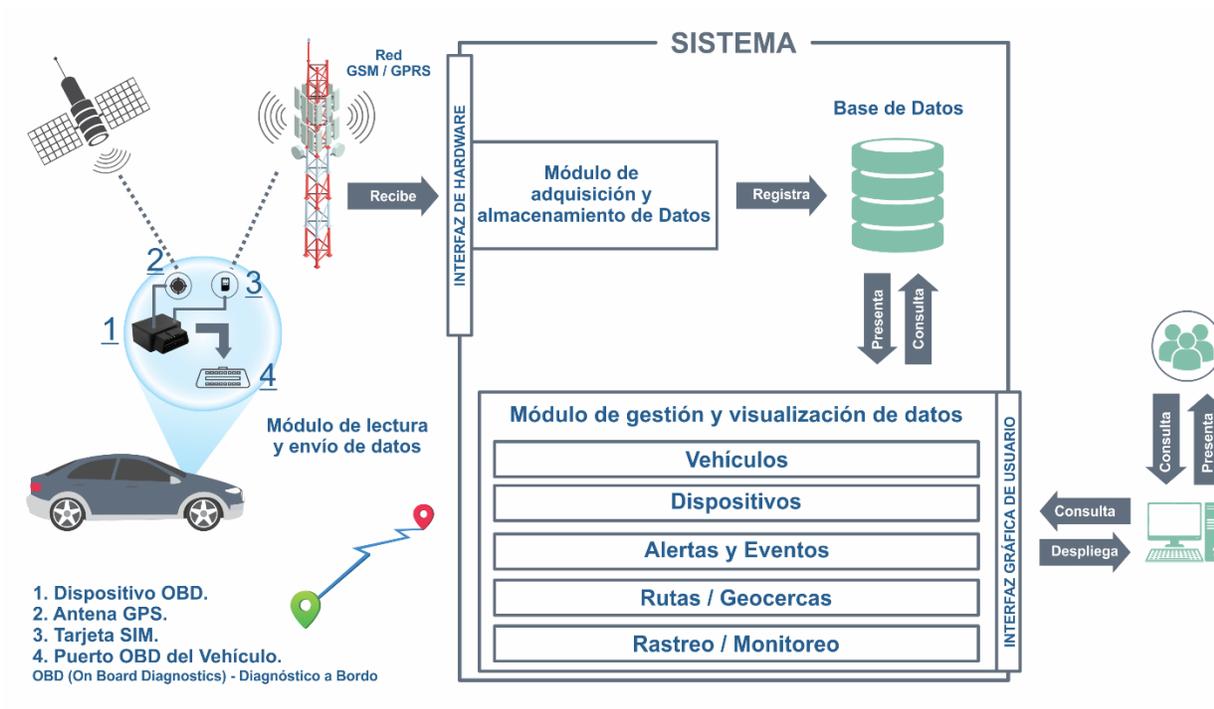
Los beneficios que se pueden obtener con la aplicación de esta tecnología son: la mejora de la seguridad, la reducción de los gastos de operación, el consumo de combustible, la prevención de percances, el incremento en la productividad y la contribución a la mejora continua; en términos generales, eficientar los procesos administrativos involucrados aportando soluciones de bajo costo. Este trabajo está orientado a implementar un sistema de información integral mediante un dispositivo GPS TRACKER con tecnología especializada OBD/GPS/GSM/GPRS que permita gestionar, rastrear y monitorizar en tiempo real los parámetros funcionales, de operación y de desplazamiento de vehículos, permitiendo la reducción de costos y optimizando la administración de cualquier flota vehicular.

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

Materiales y Métodos

Para el desarrollo del sistema que permita alcanzar el objetivo de este trabajo, se elaboró el modelo conceptual que se muestra en la Figura 1. El sistema está integrado por tres módulos: un módulo que realiza la lectura y envío de datos, un módulo que se encarga de procesar los datos recibidos y el módulo de gestión y visualización de datos, los cuales se describen a continuación.

Figura 1. Modelo conceptual



Módulo de lectura y envío de datos

Este módulo consiste en un dispositivo OBD II con tecnología GPS, GSM, GPRS incorporada, interconectado en el puerto OBD del automóvil. Su función consiste en recuperar y enviar la información hacia la plataforma utilizando la red de telefonía celular. El dispositivo utilizado es OBD IDD-213GD, seleccionado por presentar funcionalidades tales como: el seguimiento en tiempo real, información de distancias recorridas, comportamiento de conducción (aceleración, exceso de velocidad etc.), lecturas de datos del motor y códigos de error de diagnóstico; además,

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

por tener un costo accesible. En la Tabla 1 se muestran las principales especificaciones del dispositivo.

Tabla 1. Especificaciones generales del dispositivo

| | |
|---------------------------|---|
| Interfaz | OBD II estándar de 16 pines, Micro-USB Tarjeta SIM tipo Push-Push |
| Método de posicionamiento | GPS, 66 canales, sensibilidad -165Bm, 5m de exactitud |
| Almacenamiento | 2 MB Flash, hasta 24,000 datos de almacenamientos GPS |
| Celular | GSM/GPRS: 850/900/1800/1900MHz Protocolo de red: Pila TCP/IP integrada |
| Antenas | GPS interno Celular interno |

Módulo de adquisición y almacenamiento de datos

Este módulo tiene dos funciones principales; la primera consiste en recibir los datos recolectados por el conjunto de dispositivos OBD residentes en los vehículos. La información es recibida en formato XML y JSON y es transformada para identificar la unidad que originó los datos, los cuales corresponden a parámetros de la geolocalización, el comportamiento de conducción y los códigos de error que se producen al operar un vehículo.

Por su parte el objetivo de la segunda función es preparar dichos datos para ser almacenados en la base de datos en un arreglo que optimice su recuperación.

Módulo de gestión y visualización de datos

Este módulo permite al usuario gestionar y configurar los datos relacionados con el rastreo y monitoreo de vehículos, por ejemplo registrar los vehículos, los dispositivos OBD, la configuración de eventos y alertas que el usuario requiera recibir, el trazo de rutas, sub-rutas y geocercas, entre otras.

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

Metodología utilizada para el desarrollo del proyecto

Para el ciclo de desarrollo del proyecto se utilizó la metodología Proceso Unificado Ágil (PUA), por ser una metodología ágil que se adapta a cualquier dimensión de proyecto, facilitando la producción de software de una manera simple y permitiendo obtener un producto correctamente definido, detallado y de alta calidad (Ambler, 2005). El objetivo principal de esta metodología es asegurar la producción de software de calidad con base en las necesidades de los usuarios finales, lo cual proporciona un método sistemático de diseño, desarrollo e implementación de artefactos mediante iteraciones que son representados a través de diagramas estandarizados del Lenguaje Unificado de Modelado (UML) (Pressman, 2010). La naturaleza de la metodología consta de cuatro fases y siete disciplinas, cada fase representa un ciclo de desarrollo en el ciclo de vida de un producto de software y cada disciplina se realiza de manera iterativa y transversal en cada una de las fases.

El modelado y el desarrollo del sistema se llevó a cabo a través de la definición del modelo conceptual mostrado en la Figura 1. Se definieron siete iteraciones de tres semanas de duración cada una, las actividades se ordenaron de manera secuencial priorizando los casos de uso más significativos, aplicando las pautas de la metodología en cada interacción, como se describe a continuación:

Modelado

Utilizando la herramienta Enterprise Architect (Sparxsystems, s.f), se desarrollaron los principales diagramas que permitieron determinar la lógica del negocio y visualizar el contexto de todo el proyecto. Por ejemplo, el modelo de requerimientos, el de caso de uso, de clases y datos.

Implementación

Partiendo de los resultados de la fase de modelado, se desarrollaron los principales módulos utilizando el lenguaje de programación Java. Para facilitar el desarrollo de cada módulo se tomó como estrategia la aplicación de ciclos internos, cada ciclo está constituido por cuatro fases: identificación de módulos funcionales, implementación del módulo, pruebas y liberación. Dichas fases están basadas en pequeña escala de las pautas de la metodología, lo que contribuye a reforzar la calidad del producto final. El resultado de cada iteración se desplegó en un servidor durante un periodo de una semana para efectos de pruebas de funcionalidad y usabilidad por parte del usuario final.

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

Pruebas

Se realizaron pruebas unitarias y de integración a cada función y módulo del sistema para garantizar el funcionamiento del software y el cumplimiento de los requerimientos del usuario.

Despliegue

El producto de cada iteración fue desplegado en un servidor local para efectos de calidad e interacción con los usuarios finales.

Gestión de la configuración

La gestión de la configuración se llevó a cabo mediante un control de versiones y de cambios con el fin de mantener una estructura adecuada para el mantenimiento del sistema.

Gestión de proyectos

Se elaboró un plan de trabajo con el objetivo de calendarizar las actividades, los tiempos de entrega y asignar responsables. Principalmente para asegurar que el producto entregable sea liberado en tiempo.

Administración del ambiente

El uso de las tecnologías de código abierto facilitó la adquisición de licencias, software y dispositivos necesarios para el desarrollo del sistema.

El uso de la metodología del Proceso Unificado Ágil permitió llevar un proceso optimizado en la elaboración de cada entregable, desde su concepción hasta el despliegue lo que facilitó el control de cambios y la integración de módulos, además, la estrecha comunicación en el equipo contribuyó a que el producto se terminara de acuerdo al calendario establecido.

Tecnologías utilizadas

La plataforma se desarrolló con el lenguaje Java utilizando el patrón Modelo Vista Controlador (MVC) con el Framework Spring MVC en su versión 4.0.1, por tener un ecosistema modular basado en clases y orientado a objetos, proporciona mecanismos de seguridad, de pruebas y de acceso a datos; además, tiene la peculiaridad de integrarse con otras tecnologías y plataformas (Pivotal Software, Inc, 2018). Se incorporaron tecnologías web como HTML, hoja de estilo en cascada CSS y JavaScript que complementaron el maquetado, el diseño y la dinamicidad del sistema, al mismo tiempo se utilizaron plantillas de Bootstrap para agilizar el desarrollo de front-end (Mozilla, 2019). Para el manejo de la georreferenciación se utilizó MapBox un proveedor de

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

mapas de código abierto y personalizable. Como manejador de base de datos se utilizó PostgreSQL por sus características de ser escalable, potente y robusto.

Escenarios de prueba

Para confirmar la funcionalidad del sistema se definió un escenario de prueba a escala reducida. Se utilizaron cuatro vehículos con sus respectivos dispositivos OBD como se muestra en la Figura 2. Durante un lapso de cuatro semanas los vehículos se desplazaron por diferentes partes de la zona conurbada Colima - Villa de Álvarez, logrando obtener información de los desplazamientos, comportamiento de conducción, parámetros del motor y alertas.

Figura 2. Puerto OBD y dispositivo conectado



Al registrar el vehículo en el sistema, se le asignó una etiqueta para su identificación y a cada una de ellas se determinó un caso de prueba, como se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Casos de prueba

| Etiqueta | Caso de prueba |
|-----------|---|
| FST-10-35 | Permanecer dentro de una Geocerca. |
| FRY-6222 | Seguir una ruta establecida. |
| FSR-47-00 | Monitoreo del comportamiento de conducción. |
| FE-12-498 | Monitoreo de parámetros del motor. |

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

El primer caso de prueba, “permanecer dentro de una Geocerca”, la unidad es asignada a permanecer dentro de una zona o perímetro; el segundo, “seguir una ruta establecida”, proporciona información sobre la ruta que tiene que seguir; el tercero, “monitoreo de comportamiento de conducción”, permite conocer la conducta del operador al utilizar la unidad; el cuarto, “monitoreo de parámetros del motor”, arroja los códigos de error del motor en caso de que el vehículo presente alguna falla mecánica. Al no cumplir con los parámetros establecidos en el primer y segundo caso de prueba, el sistema genera un alerta tipo informando que dicha unidad ha salido de la Geocerca o de la ruta. Para el tercer y cuarto caso el sistema registra y despliega los eventos que surgen durante la operación del vehículo en una tabla, como, por ejemplo: giro brusco, aceleración brusca, batería baja, RPM altas, alta temperatura del refrigerante del motor, etcétera; así como los códigos de error provenientes de la computadora central del vehículo.

Resultados

Como resultado de esta investigación se obtuvo el desarrollo de un sistema de información en ambiente Web que permite gestionar, rastrear y monitorizar en tiempo real las unidades de la flota vehicular de cualquier organización. En primera instancia el sistema es capaz de registrar los datos necesarios para identificar los vehículos, dispositivos, rutas, geocercas y establecer la configuración de alertas y eventos, como se puede observar en la Figura 3.

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

Figura 3. Interfaz para el registro de vehículos

SRMV TESTER

GENERAL

- Despacho
- Rastreo y monitoreo

CONFIGURACIÓN

- Configuración general
- Vehículos
 - Rutas y sub-rutas
 - Geocercas

Agregar vehículos

Placa * FSR-47-00 Color * ROJO Imagen * [Seleccionar archivo] Ningún archivo seleccionado

Modelo * SPARK LT 2017 Kilometraje * 0

Marca * CHEVROLET Tipo de vehículo * Vehículo particular

NIV * 8ADECF7C8DFE Grupo * Mi Grupo

[Limpiar] [Guardar]

Vehículos Lista de vehículos

| # | Placa | Marca | Modelo | NIV | Color | KM | Tipo | Estado | Dispositivo | Imagen | Acciones |
|---|-----------|-----------|----------------|--------------|-------------|----|---------------------|--------|--------------|--------|----------|
| 1 | FE-12-498 | CHEVROLET | COLORADO 2010 | 40E68F905C9 | BLANCO | 0 | Vehículo particular | Activo | [%] | [Sal] | [+] |
| 2 | FSR-47-00 | CHEVROLET | SPARK LT 2017 | 8ADECF7C8DFE | ROJO | 0 | Vehículo particular | Activo | [% 3J0ZEL0W] | [Sal] | [+] |
| 3 | FRY-62-22 | NISSAN | SENTRA TM 2017 | 508C6853AD63 | VERDE ARENA | 0 | Vehículo particular | Activo | [% 9LV5Z1D6] | [Sal] | [+] |
| 4 | FST-10-35 | CHEVROLET | AVEO LTS 2018 | FF722A5E122B | BLANCO | 0 | Vehículo particular | Activo | [% 2NAGP01P] | [Sal] | [+] |

Mostrando registros del 1 al 4 de un total de 4 registros.

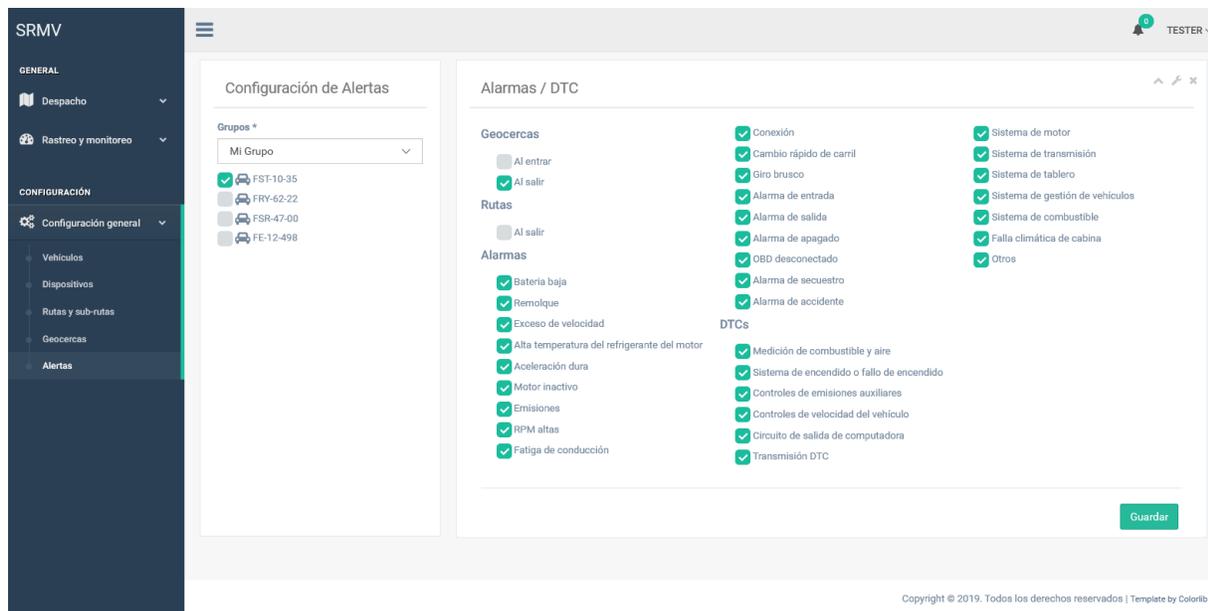
[Anterior] [Siguiente]

Copyright © 2019. Todos los derechos reservados | Template by Colorlib

Cada dispositivo es asociado a un determinado vehículo, lo que permite configurar y seleccionar los eventos que el sistema notificará a través de un sistema de alertas al usuario por cada unidad seleccionada ver, Figura 4.

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

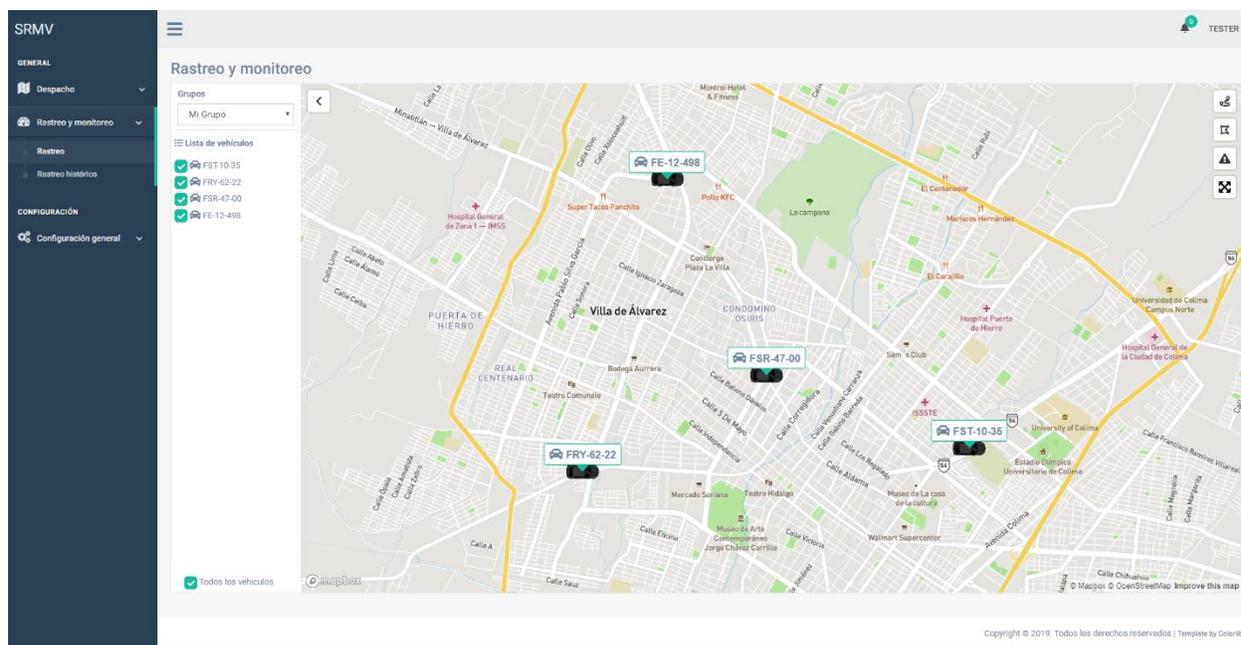
Figura 4. Configuración de alertas y eventos por unidad



Mediante un interfaz de mapas el sistema permite trazar y visualizar las rutas, sub rutas y geocercas a través de datos georreferenciados, permitiendo que las unidades sean localizadas y visualizadas estén o no en operación, la Figura 5 muestra las unidades identificadas y localizadas en el mapa, dentro de la zona conurbada de Colima – Villa de Álvarez.

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

Figura 5. Unidades visualizadas e identificadas en el mapa

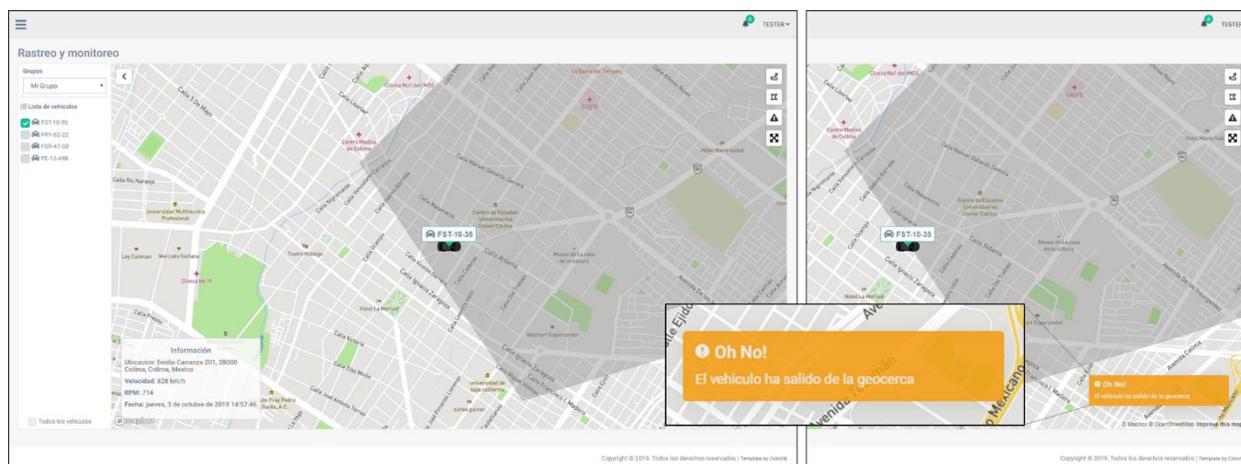


El sistema se comportó de manera aceptable, cada unidad es rastreable en tiempo real, mostrando su ubicación, velocidad a la que se desplaza, hora y fecha, y las revoluciones por minuto (RPM), además de los eventos y alertas generados como: giro brusco, frenado fuerte, exceso de velocidad y salida de geocercas y rutas.

Como resultados de los casos de prueba mencionados en la Tabla 2, para el primer caso, el sistema generó satisfactoriamente la alerta cuando la unidad FST-10-35 salió del perímetro de la geocerca, como se observa en las Figura 6.

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

Figura 6. Alerta de salida de la Geocerca



Para el segundo caso de prueba, la unidad FRY-6222, a la cual se le asignó seguir una ruta específica, el resultado no fue lo esperado, cuando se traza la ruta, esta se genera mediante coordenadas precisas y las coordenadas que el dispositivo envía tienen una precisión de cinco metros de diámetro, como resultado, el sistema genera demasiadas alertas ya que las coordenadas no coinciden con los puntos de la ruta trazada.

El tercer caso de prueba aplicado a la unidad FSR-47-00, en el cual se monitorizó el comportamiento de conducción, se determinó monitorizar los parámetros mostrados en la Tabla 3, los cuales corresponde a la información recolectada durante 30 días.

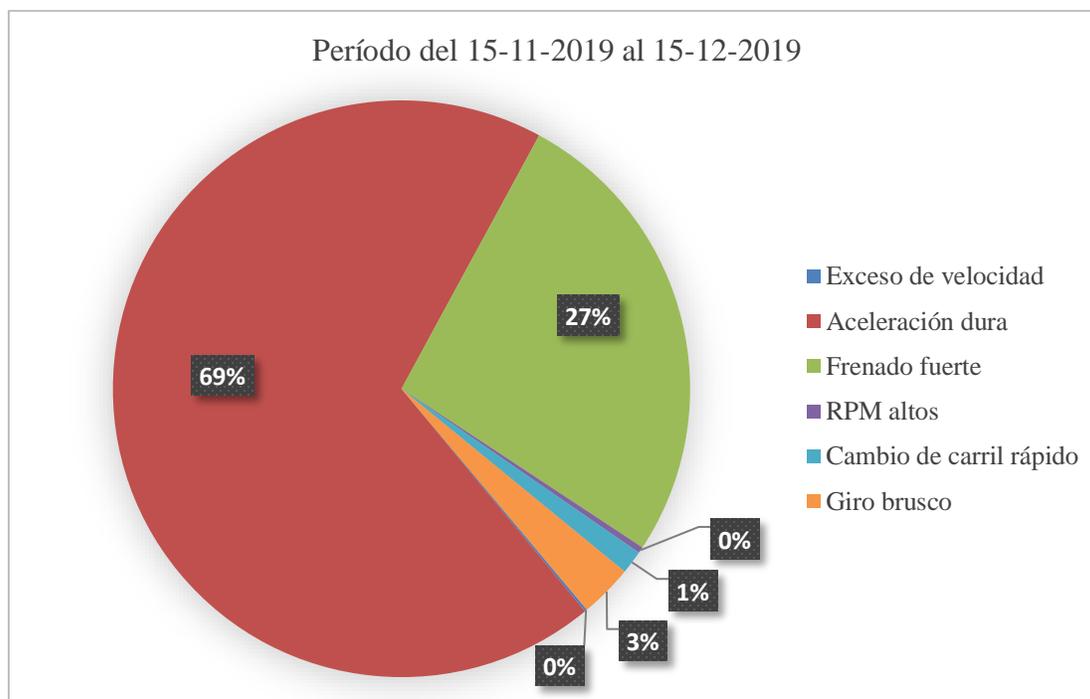
Tabla 3. Parámetros a evaluar del comportamiento de conducción

| Parámetro | Cantidad de sucesos |
|-------------------------|---------------------|
| Exceso de velocidad | 2 |
| Aceleración dura | 1001 |
| Frenado fuerte | 383 |
| RPM altos | 5 |
| Cambio de carril rápido | 19 |
| Giro brusco | 43 |

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

Los resultados se muestran en la Figura 7, de los más sobresalientes se encuentran el acelerado fuerte y frenado brusco, esta información permite conocer el comportamiento del conductor y tomar acciones correspondientes.

Figura 7. Gráfica del comportamiento de conducción



El último caso de prueba, en la unidad FE-12-498, el dispositivo detectó los siguientes códigos de error del motor, en la Figura 8 se observan algunos de los errores generados.

Figura 8. Códigos de error del motor

| Alarmas DTCS | | | |
|---------------------|----------------|--------|---|
| Fecha y hora | Tipo de alarma | Código | Descripción |
| 2019/12/12 17:51:14 | Bajo voltaje | P0496 | Evaporative Emission System High Purge Flow |
| 2019/12/12 17:51:14 | Bajo voltaje | P0017 | Crankshaft Position - Camshaft Position Correlation(Bank 1, Sensor B) |
| 2019/12/12 17:35:38 | Remolque | P0496 | Evaporative Emission System High Purge Flow |
| 2019/12/12 17:35:38 | Remolque | P0017 | Crankshaft Position - Camshaft Position Correlation(Bank 1, Sensor B) |
| 2019/12/12 17:35:34 | Bajo voltaje | P2176 | |

Mostrando registros del 6 al 10 de un total de 21 registros

Anterior 1 2 3 4 5 Siguiente

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

En la Tabla 4 se muestra los errores detectados con su respectivo significado (Emprento CA, 2019).

Tabla 4. Códigos de error generados por la unidad FE-12-498

| Código | Descripción |
|--------|---|
| P0496 | Sistema de emisión evaporativa de alto flujo de purga. |
| P0017 | Posición del cigüeñal - Correlación de posición del árbol de levas (Banco 1, Sensor B). |
| P2176 | Sistema de control del accionador del acelerador - posición inactiva no aprendida. |
| P2101 | Rango / rendimiento del circuito del motor de control del actuador del acelerador |
| P1516 | Control de Actuador de Mariposa de Acelerador (Tac) - Módulo de Posición - Problema de Funcionamiento |

La información recolectada permite al usuario identificar las fallas oportunamente y tomar decisiones para aplicar mantenimiento preventivo.

Discusión y Conclusiones

Este proyecto ha permitido implementar un sistema de información en ambiente Web capaz de mostrar información en tiempo real de posicionamiento del vehículo, generar alertas y eventos según las condiciones del motor y configuración dinámica de los parámetros a monitorear, así como la gestión de geocercas, rutas y vehículos.

Este trabajo se distingue de otras soluciones que se enfocan en la misma problemática. En contraste con los sistemas propuestos anteriormente como el de (Aljaafreh, et al., 2011), (Montero Revelo, 2016) y (L. ben Othmane *et al.*, 2018) que utilizan sistemas embebidos, nuestra solución utiliza un dispositivo estándar industrializado específicamente para este tipo de funciones por lo que su factibilidad y confiabilidad es mayor.

En trabajos como el de (Aljaafreh, et al., 2011), el seguimiento en tiempo real no está presente por lo que al administrador de la flota vehicular no le permite enterarse de percances o mal uso de las unidades.

Soluciones como la de (Fuad & Drieberg, 2013) y (Conza Berrocal, 2013), el seguimiento en tiempo real se da a través de las coordenadas que obtiene un dispositivo móvil por lo que se podría

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

prestarse a malas interpretaciones si en algún momento éste fuera retirado de la unidad, además no incorporan el monitoreo de parámetros del motor.

Nuestro enfoque destaca por generar alertas al ocurrir un determinado evento como el frenado brusco o entrada/ salida de una Geocerca, entre otras, de la misma manera si la computadora central registra alguna falla mecánica del vehículo. Destaca también por la incorporación de geocercas lo que permite mayor control sobre las unidades y conductores.

Oportunidad de mejora para este trabajo corresponde al módulo del seguimiento de rutas, que requiere de la implementación de un algoritmo que considere o contrarreste la diferencia en la precisión de las coordenadas con el fin de evitar el envío excesivo de mensajes de alerta.

En conclusión, el sistema implementado en este trabajo de investigación, permite optimizar la gestión de flotas vehiculares significativamente, favoreciendo la toma de decisiones, el incremento de la productividad y la mejora continua en las prácticas de conducción y actividades de mantenimiento; además, su bajo costo lo hace accesible a pequeñas organizaciones. Como etapas futuras de este proyecto se integrarán módulos de reportes y análisis de datos con el fin de obtener indicadores de efectividad, rendimiento y productividad.

Agradecimientos

En especial al CONACYT por mantener el Programa Nacional de Posgrado de Calidad e incentivar la formación en maestrías y doctorados, mediante el programa de Becas; al Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Colima por ocuparse de la formación de capital humano que brinde soluciones informáticas al sector productivo, gubernamental y de servicios en la región.

Referencias

1. Pivotal Software, Inc. (2019). Spring Framework. Obtenido de Spring: <https://spring.io/projects/spring-framework#overview>
2. Aljaafreh, A., Khalel, M., Al-Fraheed, I., Almarahleh, K., Al-Shwaabkeh, R., Al-Etawi, S., & Shaqareen, W. (10-12 de 07 de 2011). Vehicular data acquisition system for fleet management automation. (IEEE, Ed.) Vehicular Electronics and Safety (ICVES), IEEE International Conference on, 130-133. doi:10.1109/ICVES.2011.5983801

Plataforma IoT para el rastreo y monitoreo remoto de parámetros de vehículos

3. Ambler, S. W. (2005). The Agile Unified Process (AUP). Obtenido de Ambyssoft: <http://www.ambysoft.com/unifiedprocess/agileUP.html>
4. Conza Berrocal, M. H. (2013). Desarrollo de una aplicación web orientada a servicios para el monitoreo de una flota de vehículos haciendo uso de la tecnología GPS. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú, Obtenido de <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/947>
5. Empreto CA. (05 de 05 de 2019). CódigosDTC. Obtenido de <https://codigosdtc.com/>
6. Fuad, M. R., & Driberg, M. (2013). Remote vehicle tracking system using GSM Modem and Google map. (IEEE, Ed.) 2013 IEEE Conference on Sustainable Utilization and Development in Engineering and Technology (CSUDET), 15-19. doi:10.1109/CSUDET.2013.6670977
7. L. Othmane, b., Alvarez, V., Berner, K., Fuhrmann, M., Fuhrmann, W., Guss, A., & Hartsock, T. (16 de 09 de 2018). Demo: A Low-Cost Fleet Monitoring System. (IEEE, Ed.) 2018 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2), 1-2. doi:10.1109/ISC2.2018.8656826
8. Montero Revelo, E. L. (16 de 03 de 2016). Diseño e implementación de un sistema web para el monitoreo del estado de un motor. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Obtenido de Escuela Politécnica Nacional: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15057>
9. Mozilla. (2019). Tecnología web para desarrolladores. Obtenido de MDN web docs mozilla: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web>
10. Pressman, R. S. (2010). Ingeniería del software un enfoque práctico (Vol. 7). México: Mc Graw Hill.
11. S. E. de Electrónica y Servicio. (2014). Electrónica y Servicio: Máquinas de videojuegos tragamonedas. (M. D. C.V., Ed.) Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?id=ItOoBQAAQBAJ>
12. Sparxsystems. (sin fecha). Enterprise Architect - Las herramientas de diseño UML y las herramientas de Casos UML para el desarrollo de software. de sparxsystems: <http://www.sparxsystems.com.ar/products/ea/>

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).