

Sistema de monitoreo de alcoholemia para control parental*¹

Breathalyzer monitoring system for parental control

Sistema de monitoramento de teste do bafômetro para controle parental

MARCOS SENATRA², GONZALO VICINO², JORGE LUIS FAVIER³

Recibo: 18.08.2017 – Aprobación: 08.04.2018

Resumen: Conducir alcoholizado tiene un impacto directo en la ocurrencia de accidentes de tránsito y constituye un creciente inconveniente que está afectando a la sociedad gravemente. El trabajo busca aplicar un sistema de detección de alcoholemia en conductores, permitiendo la toma de decisiones y acciones sobre la funcionalidad del vehículo. Se establece una plataforma que recolecta datos del puerto OBD (On Board Diagnostics), los procesa en la aplicación de un Smartphone y espera que los mismos cumplan con ciertos requerimientos, para luego solicitarle al conductor que comience el análisis de alcoholemia, presentando los resultados del análisis en tiempo real a través del dispositivo móvil conectado a internet. El aspecto global del sistema lo brinda la plataforma, ya que al estar en la nube, permite acceder desde cualquier dispositivo con conexión a internet, para visualizar,

* Modelo para la citación de este artículo / Template for citation of this article / Modelo para a citação deste artigo:

SENATRA, Marcos; VICINO, Gonzalo & FAVIER, Jorge Luis (2017). Sistema de monitoreo de alcoholemia para control parental. En: Ventana Informática No. 37 (jul-dic). Manizales (Colombia): Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales. p. 29-44. ISSN: 0123-9678

1 Artículo de investigación / Research Article / Artigo de pesquisa

Proyecto / Project / Projeto: Sistema de Monitoreo de Alcoholemia / Breathalyzer Monitoring System / Sistema de Monitoramento do Bafômetro

Periodo / Period / Período: 04/03/2016 – 20/07/2017

Institución / Institution / Instituição: Universidad de Mendoza (Mendoza, Mendoza, Argentina).

2 Estudiantes avanzados de Ingeniería Electrónica / Advanced students of Electronic Engineering / Alunos avançados de Engenharia Eletrônica, Universidad de Mendoza (Mendoza, Mendoza, Argentina). mlsenatra, gonzalo.vicino1@gmail.com}

3 Doctor en Ingeniería / Doctor of Engineering / Doutor em Engenharia. Director del Grupo de Investigación Estación de Packet Radio / Director of the Packet Radio Station Research Group / Diretor do Grupo de Pesquisa Packet Radio Station, Universidad de Mendoza (Mendoza, Mendoza, Argentina). jorge.favier@um.edu.ar. <http://orcid.org/0000-0002-8717-9722>

administrar y controlar el vehículo desde cualquier parte del mundo. SMA plantea una arquitectura global y completamente escalable para adquirir datos de cualquier vehículo que cuente con un puerto OBD y un Smartphone con conexión a internet y Bluetooth. Se puede decir que los resultados obtenidos fueron satisfactorios y su funcionamiento fue el esperado.

Palabras clave: Alcoholemia, Aplicación, Automóvil, Control parental, Smartphone

Abstract: *Driving under the influence of alcohol has a direct impact on the risk of suffering traffic accidents and is a growing problem seriously affecting society. This project seeks to implement a blood alcohol detection system in drivers, which will allow deciding and acting over the vehicle's operation. The device has a platform that collects data from the OBD (On Board Diagnostics) port, processes it with a smartphone application, that expects it to fulfill certain requirements in order to ask the driver to start with the blood alcohol analysis. The results will be displayed in real time through the mobile device connected to the Internet. The overall appearance of the system is given by the platform which, in the cloud, allows virtual access from any device connected to the Internet to visualize, manage and control the vehicle from anywhere in the world. SMA proposes a global and fully scalable architecture to acquire data from any vehicle that has an OBD port and a Smartphone with an Internet connection and Bluetooth. It can be said that the results obtained were satisfactory and its operation was as expected.*

Key words: App, Breathalyzer, Parental Control, Smartphone, Vehicle

Resumo: *Conduzir sob a influência do álcool tem um impacto direto na ocorrência de acidentes de trânsito e constitui um problema crescente que afeta seriamente a sociedade. Este trabalho tem como objetivo implementar um sistema de detecção de álcool em motoristas, permitindo decisões e ações sobre o funcionamento do veículo. Está disponível uma plataforma que coleta dados de OBD (On Board Diagnostics), processa-o em um aplicativo de smartphone, que espera que atinjam determinados requisitos, para solicitar ao motorista que comece a análise no teste do bafômetro, exibindo os resultados em tempo real através do dispositivo móvel conectado à internet. A visão global do sistema é dada pela plataforma, que estando na nuvem, permite acesso virtual a partir de qualquer dispositivo com conexão à*

internet, para visualizar, administrar e controlar o veículo de qualquer lugar do mundo. A SMA propõe uma arquitetura global e totalmente escalável para adquirir dados de qualquer veículo que tenha uma porta OBD e um Smartphone com conexão à Internet e Bluetooth. Pode-se dizer que os resultados obtidos foram satisfatórios e seu funcionamento foi o esperado.

Palavras-chave: *Aplicação, Automóvel, Controle Parental, Smartphone, Teste do bafômetro*

Introducción

«El aumento de la tasa en accidentes de tránsito debido a elevados índices de alcoholemia, reclama el diseño y desarrollo de un sistema que permita detectar el nivel de alcohol en sangre de los conductores, a partir de los vapores eliminados por vías aéreas, y por mecanismos vinculantes evitar que el vehículo pueda transitar. Poner en marcha medidas primarias de protección de la salud individual y comunitaria forma parte además de programas y convenciones internacionales» (Senatra, Vicino & Favier, 2016, 2).

Este proyecto busca desarrollar un sistema de detección de alcoholemia en conductores, que pueda instalarse fácilmente en vehículos de cualquier marca a un costo accesible para el potencial usuario, para así lograr una disminución en los accidentes de tránsito contribuyendo al bien común de la sociedad.

El sistema SMA (Sistema de Monitoreo de Alcoholemia), se basa en el desarrollo de una aplicación para *Smartphone* que, junto a un sensor de alcoholemia y un escáner de la EQU instalados en el vehículo (sin distinguos de marca), permite conocer en tiempo real datos del estado de funcionamiento del mismo y el nivel de alcohol en los conductores, emitiendo alertas en caso de superar el nivel permitido. Esta información podrá ser accesible por el usuario a través de una página web para su análisis o de una aplicación de dispositivo móvil.

1. Fundamento teórico

Una de las causas más importante en la ocurrencia de accidentes de tránsito está relacionada con la conducción bajo la influencia de alcohol, situación creciente y de alta afectación para la sociedad:

«Conducir bajo los efectos del alcohol o de cualquier sustancia psicoactiva o droga aumenta el riesgo de un accidente con desenlace fatal o lesiones graves. En casos de conducción bajo los efectos del alcohol, el riesgo de accidente de tránsito comienza incluso con bajos niveles de concentración de alcohol en sangre (BAC) y aumenta considerablemente cuando el BAC del conductor es $\geq 0,04$ g/dl. (...).

Cada año se pierden aproximadamente 1,25 millones de vidas como consecuencia de los accidentes de tránsito. Entre 20 millones y 50 millones de personas sufren traumatismos no mortales, y muchos de esos traumatismos provocan una discapacidad» (OMS, 2017).

En Argentina, «2,9% de las personas con discapacidad, mencionan como causa de su discapacidad los traumatismos causados por el tránsito. A su vez, se observa una tasa de accidentalidad mayor en hombres que en mujeres, siendo los principales tipos de discapacidad generados por accidentes, las discapacidades motoras (66,1%), luego las auditivas (16,5%) y finalmente las visuales (12,6%) y las mentales (4,2%)» (OPS, 2012, 10). Las principales causas de accidentes de tránsito son: Exceso de velocidad, Imprudencia, Ebriedad del conductor, Exceso de carga, No respetar las señales de tránsito y Fallas mecánicas, que si se mira en un contexto holístico «las diferentes investigaciones realizadas a nivel mundial por expertos en seguridad e instituciones gubernamentales y organismos no gubernamentales inducen a la aceptación de que en los accidentes de tránsito influyen tres factores: el conductor, el vehículo y la infraestructura (carretera)» (Asprilla, Rey & Maturana, 2015, 26).

Restrepo, Medina & Vallejo (2016, 82) señalan que, según la OMS, «cada año los accidentes de tránsito causan la muerte de aproximadamente 1,24 millones de personas en todo el mundo», índice se va elevando en el último tiempo de forma alarmante, lo cual exige poner en marcha medidas primarias de protección de la salud individual y comunitaria coherente con programas y convenciones internacionales. En esta línea, Gutiérrez, Williams & Lobos (2017, 15), señalan que «hay un número desproporcionado de muertes en relación con su nivel de motorización: el 90 % de las muertes por accidentes de tránsito se producen en países de ingresos bajos y medios, aunque esos países únicamente concentren el 54 % de los vehículos del mundo».

Por su parte para Valenzuela (2016), también a partir de datos de la OMS, «las lesiones causadas por los accidentes de tránsito son la causa

principal de muerte en el grupo de 15 a 29 años de edad», se convierte en un grave foco del problema, pues cuando se encuentran bajo la influencia del alcohol, los conductores jóvenes corren mayor riesgo de sufrir accidentes de tránsito que los conductores de mayor edad y experiencia. Así, «si no se aplican medidas para evitar este problema, se prevé que de aquí a 2030 los accidentes de tránsito se conviertan en la séptima causa de muerte» (OMS, 2015, 1), por lo que OMS, en su Agenda de Desarrollo Sostenible, pretende reducir a la mitad, para 2020, la cantidad de muertes y lesiones por accidentes de tránsito.

«Existen cálculos irrisorios de los costos asociados a estos traumatismos a nivel mundial. La escasa referencia indica que en el año 2000 el costo económico de los accidentes de tránsito superaba los US\$518,000 millones. Otros cálculos ubican el costo de los accidentes de tránsito en los países entre 1 y 3% del producto nacional bruto; asimismo, se argumenta que las repercusiones económicas familiares erosionan las finanzas, a través del endeudamiento excesivo e incluso la reducción del consumo de alimentos» (Restrepo, Medina & Vallejo, 2016, 82).

La incidencia económica de los accidentes de tránsito, de acuerdo con Paritarios (s.f.) a partir de datos de la OMS, se manifiestan en pérdidas *«a consecuencia de los costos del tratamiento (incluidas la rehabilitación y la investigación del accidente) y de la pérdida o disminución de la productividad (por ejemplo, en los sueldos) por parte de quienes resultan muertos o lastimados, y para los miembros de la familia que deben distraer tiempo del trabajo o la escuela para atender a los lesionados».*

Una de las estrategias generadas para buscar la disminución de accidentes por la conducción de personas ebrias, consiste en sistemas *alcolock*⁴ instalados en los vehículos.

«Los sistemas alcolock intentan romper cualquier relación entre conducción y consumo de alcohol durante el tiempo en que el dispositivo se encuentra instalado en el vehículo, pero un adecuado programa de implantación de estos

4 Un ejemplo es el Seat León Cristóbal, de acuerdo con Sametband (2018), un prototipo de la compañía Seat (automotriz española del grupo Volkswagen) presentado en Barcelona en el marco del Congreso Mundial de Móviles, que tiene un alcoholímetro incorporado, el cual si detecta cualquier nivel de alcohol en sangre del conductor, no permite encender el motor del auto y ofrece llamar a una persona o un taxi (si el nivel está dentro de lo permitido en el país, el usuario –si es el dueño- puede forzar el encendido). Además, funciona como control parental, pues envía un mensaje al *smartphone* del administrador del auto (padre, coordinador de empresa corporativa, etc.), de manera que a distancia podrá aprobar o denegar el manejo del vehículo por una única vez, así como fijar un límite de velocidad.

sistemas puede, incluso, tratar de evitar o reducir ese consumo de alcohol una vez que el período de instalación del dispositivo ha concluido. Cuando se encuentran instalados, los dispositivos no permiten conducir si se supera una determinada tasa de alcoholemia, lo que proporciona sin duda un beneficio inmediato en la seguridad vial, ya que hace muy difícil la reincidencia de alcoholemias positivas durante la conducción del vehículo» (FITSA, 2008, 130).

Algunos antecedentes son:

- SIVDAAC (Sistema de Inmovilización de Vehículo por Detección de Alta Alcoholemia en el Conductor), que actúa *«al detectar un alto nivel de alcohol en la sangre del conductor en una prueba previa al encendido del vehículo, con lo que se pretende obtener una medida más eficaz de seguridad para evitar accidentes de tránsito provocados por conducir en estado de ebriedad»* (Araiza, Monge & Tello, 2012, 13).
- Sistema de Monitoreo Remoto de alcohol, desarrollado por 3M Electronic Monitoring (2011), hace posible el monitoreo remoto a través de la línea terrestre o las redes celulares y se adapta a las líneas digitales, permitiendo que agencias correccionales monitoreen en forma precisa los niveles de alcohol de los individuos.
- Chen & Chen (2017, 2), distinguen la conducción en estado normal y de ebriedad, tanto el rendimiento de ella como las mediciones fisiológicas, mediante un clasificador de máquina de vector de soporte (SVM) entrenado y señalan que la clasificación SVM puede distinguir con éxito la conducción en estado de ebriedad de la conducción normal con una precisión del 70%, lo cual indica que combinado con la concentración de aire-alcohol podrían ser integrados usando el método de clasificación de regresión del vector de soporte para establecer un mejor modelo de alerta temprana, mejorando así la seguridad del vehículo.
- Universia México (2015), señala que un grupo de estudiantes del Instituto Tecnológico de Cintalapa, desarrolló el *AlcoStop*, un sistema de seguridad automotriz que detecta el nivel de alcohol en el sudor de una persona a partir una serie de sensores colocados en el volante, la palanca de velocidades y el asiento. Solo si el sistema no registra niveles de alcohol el vehículo encenderá.
- Restrepo & Cardona (2015, 15), diseñan un sistema electrónico para la medición del grado de alcoholemia de una persona e identificarla por medio de la biometría, para evitar que conduzca en estado de ebriedad.
- Pastrana (2017, xiii) desarrolla un sistema electrónico basado en el monitoreo de señales biométricas (concentración de alcohol en la

sangre por prueba de aliento y la frecuencia cardiaca) para conducción segura usando tecnologías GSM/GPRS, con dos nodos físicos y una aplicación web para el monitoreo, cuya información se procesa con una plataforma Arduino. En el Nodo 1, si el sensor de alcohol detecta un nivel superior a 0.3 gr/l el encendido del auto no puede ejecutarse y se envía un mensaje de texto, en el Nodo 2 se mide la frecuencia cardiaca, si la frecuencia cardiaca presenta anomalías se activa una alerta y se envía un mensaje de texto similar a la falla del test de alcohol. Adicionalmente, en la aplicación web se muestra un mapa con la ubicación del conductor.

- Parisaca (2016, iii), implementa un sistema embebido que analiza el grado alcohólico de un conductor, bajo el concepto del Internet de las Cosas, con el objetivo de notificar su ubicación a familiares/amigos de confianza si tiene un grado alcohólico mayor al establecido por ley boliviana. Para ello se utilizó Sensor de gas etílico, módulo GPS, Módulo SIM900 y Arduino, como lenguaje de programación C++, y el protocolo MQTT. Para visualizar la ubicación en un mapa se implementó una aplicación móvil para teléfonos con Android.

2. Metodología

El proyecto constituye un caso de integración de sistemas, cuyo principal objetivo es definir la *macro-ingeniería del sistema*⁵ que dará origen a las distintas ingenierías necesarias (micro-ingenierías) para implementar los módulos y bloques que conforman el SMA.

Al tratarse de un proceso de integración de sistemas la metodología que se debe usar para la implementación de este trabajo de ITP no es sencilla. De hecho no hay un método único y uniforme que permita compatibilizar los conceptos y requerimientos de la ingeniería de software, hardware e integración de sistemas en un único proceso de ingeniería. Esta situación especial hace que debe encontrarse, o adaptarse, un método que permita unificar, bajo un único proceso, toda la ingeniería necesaria para el desarrollo e implementación del SMA.

En función de la experiencia en el desarrollo de este tipo de integración de sistemas, se ha realizado una adaptación del proceso denominado RUP

⁵ «La macro-ingeniería no es otra cosa que la ingeniería de la integración de los distintos sistemas seleccionados, que permiten la implementación del nuevo sistema en cuestión. A partir de la macro ingeniería del sistema se desarrollan e implementan los distintos módulos necesarios para la concreción de la plataforma en cuestión» (Mayorga & Favier, 2017)

(*Rational Unified Process*). Con esta adaptación puede desarrollarse y documentar toda la información necesaria para proyectos de ingeniería dentro de un mismo ambiente de desarrollo. La adaptación en cuestión, no está relacionada con las fases del RUP, sino fundamentalmente con los artefactos (productos) que se deben generar en cada una de ellas y en los roles que se definen para llevar adelante el proyecto.

En otras palabras, se mantiene la estructura general del RUP⁶ pero modificando artefactos y roles para dar cabida, a través de los mismos, a los componentes no sólo de software sino también de hardware e integración de sistemas necesarios para implementar el proyecto de ITP, en este caso el sistema SMA.

«RUP divide el proceso en cuatro fases, dentro de las cuales se realizan varias reiteraciones en número variable según el proyecto y en las que se hace un mayor o menor hincapié en las distintas actividades. Las fases son:

Inicio: donde se hace un plan de fases, se identifican los principales requerimientos, se identifican los riesgos y se define el alcance del proyecto.

Elaboración: en este caso se hace un plan de proyecto, se completan los requerimientos y se eliminan los riesgos.

Construcción: se concentra en la elaboración del sistema para dejarlo totalmente operativo, estabilizado y de acuerdo a los requisitos planteados. Se confecciona la documentación del proyecto.

⁶ «RUP es un proceso de Ingeniería de Software (Kruchten, 1996) cuyo objetivo es producir software de alta calidad, es decir, que cumpla con los requerimientos de los usuarios dentro de una planificación y presupuesto establecidos. El proceso iterativo de RUP se organiza en fases, cada fase se concluye con una piedra de milla (mile stone) principal. Es importante resaltar que la inclusión de piedras de millas o puntos de revisión, es sumamente importante y en estos puntos se revisan los requerimientos establecidos para cada fase, basados en los controles de calidad. De esta manera, si un producto o proceso no pasa el punto de revisión de calidad, se rediseña o se cancela, evitando así, los problemas de costos extras, de retrabajo y de productos de mala calidad que no satisfacen los requerimientos establecidos. RUP es un proceso para el desarrollo de proyectos que define claramente ¿quién?, ¿cómo?, ¿cuándo? y qué debe hacerse en el proyecto en cuestión. Como filosofía RUP maneja seis principios claves, los mismos son: adaptación al proceso, balancear prioridades, colaboración entre equipos, demostrar valor reiterativamente, elevar el nivel de abstracción y enfocarse en la calidad» (Favier et al., 2015, 26).

Transición: se instala el producto, se lo pone en producción y se lo entrega a los usuarios» (Favier et al., 2015, 27).

3. Resultados y discusión

3.1 Descripción de resultados

El Sistema de Monitoreo de Alcoholemia (SMA) está formado por una unidad hardware, complementada por un conjunto de módulos de software, embebidos en la plataforma SMMI:

- Hardware: Dispositivo móvil (*smartphone* con GPS), unidad de hardware Arduino, sensor de alcohol MQ-3, módulo Bluetooth HC-06, adquirente de datos de la EQU del vehículo (ELM 327), dispositivo con conexión a internet, relay, electro válvula.
- Software: Plataforma SMMI (Sistema Multiaplicación de Móviles por Internet), Arduino IDE, Lenguaje C, App Inventor, MYSQL (Base de Datos), HTML.

En las figuras 1 y 2 se visualiza la arquitectura del sistema, cómo se interconectan los elementos y cómo fluyen los datos. Para explicar la función específica de cada componente, se parte de un caso hipotético planteado por Senatra, Vicino & Favier (2016, 2), consistente en un conductor alcoholizado intenta transitar con un camión, ante el cual el sistema reaccionaría así:

- El escáner vehicular, conectado a la ficha EQU, transmite mediante Bluetooth los datos y parámetros de la computadora a un dispositivo móvil. En la aplicación del móvil, se procesan los datos recibidos y se designan los momentos en los que se realizarán las mediciones de alcoholemia, transmitiendo la orden al sensor de alcoholemia para activarlo y esperar la respuesta del mismo.
- Luego, cuando el conductor realiza la prueba, el sensor envía los datos, mediante Bluetooth, al dispositivo móvil, cuya aplicación determina la activación de alguna alerta, guarda los datos en su propia base y los carga en la nube a través de su red de datos.
- Guardados los datos en una base de datos en la nube, en un sitio web el usuario podrá ver las alertas y los resultados de las pruebas, para determinar alguna acción sobre el vehículo, en cuyo caso, se envía un telecomando al dispositivo móvil que muestra una alerta en la aplicación y lo transmite por Bluetooth al escáner vehicular, que realizará la acción sobre el motor del vehículo.

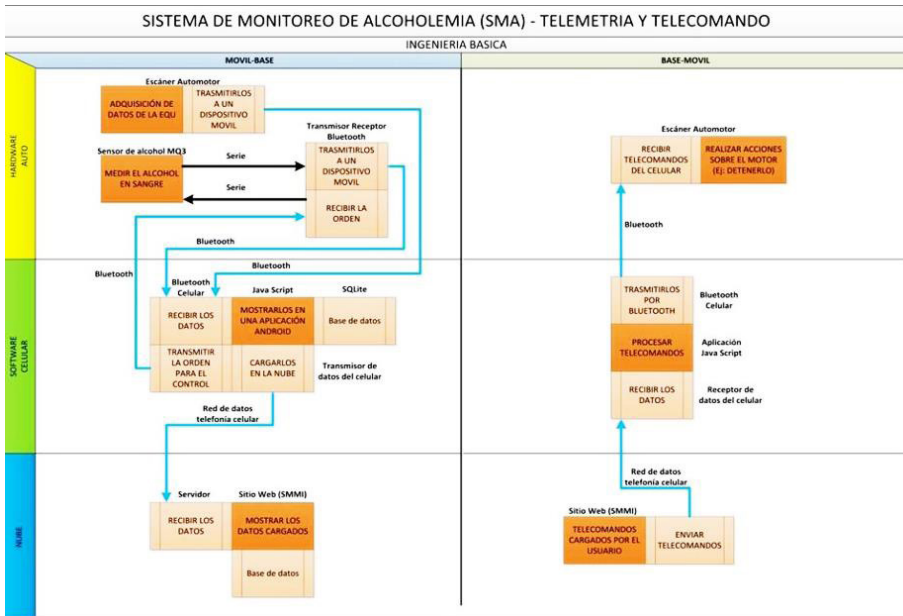


Figura 1. Esquema general funcional del SMA

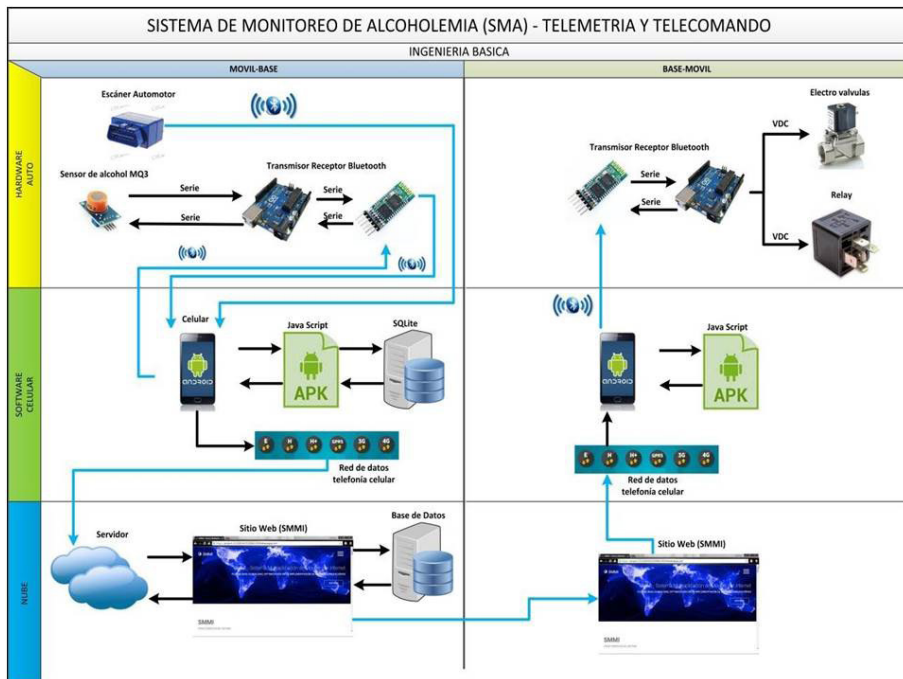


Figura 2. Diagrama visión del SMA

3.2 Discusión de resultados

SMA plantea una arquitectura global y completamente escalable para adquirir datos de cualquier vehículo que cuente con un puerto OBD y un *smartphone* con conexión a internet y *Bluetooth*. La visualización de los resultados se hará en forma clara y precisa desde cualquier dispositivo conectado a internet.

Estado de avance al día de la fecha:

- Conexión entre la computadora de a bordo del vehículo y el dispositivo adquirente de datos (ELM 327), aunque este no puede establecer la comunicación con la computadora en todos los vehículos, ya que hay un problema de compatibilidad con algunos de los protocolos estándares OBD.
- Comunicación entre el dispositivo adquirente de datos (ELM 327) y el dispositivo móvil (*smartphone*), pudiendo observar todos los parámetros del vehículo.
- Ensamble del dispositivo medidor de alcoholemia, que cuenta con el sensor MQ-3, una plataforma *Arduino* y una escala indicadora del nivel de alcohol realizada con *leds*.
- Calibración del sensor MQ-3, con las reglamentaciones exigidas por la Ley Nacional, para la conducción de vehículos en Argentina (Presidencia de la Nación, 1995), ya sea para licencia profesional o no.
- Envío de los datos del medidor de alcoholemia al dispositivo móvil, a través de una comunicación *Bluetooth*. Al principio, se presentó una dificultad en la comunicación debido a la incompatibilidad de las velocidades de transmisión y recepción de los dos dispositivos, pero luego se logró compatibilizar las mismas.
- La aplicación móvil está en proceso de desarrollo, pero se logró el almacenamiento de información en una base de datos en el dispositivo móvil, así como también cargarlos en la nube, a través de una red de telefonía celular.
- Desarrollo de la *Plataforma SMMI versión 1.0*, donde se logró el almacenamiento de información en la base de datos y se pudo visualizar los parámetros en el *dashboard*.
- Actualmente se está desarrollando la actualización más completa llamada *Plataforma SMMI versión 2.0*.
- Realización de acciones sobre el motor a través de telecomandos enviados desde el dispositivo móvil.

Los resultados obtenidos hasta el momento (80% del trabajo realizado), fueron satisfactorios y su funcionamiento el esperado. Se espera

terminar el desarrollo de la aplicación móvil, lograr la sincronización de las comunicaciones entre los distintos módulos y el *Smartphone* y recibir los telecomandos que realizarán acciones sobre el motor del vehículo, igualmente terminar la versión actualizada sitio web *Plataforma SMMI versión 2.0*, así como armar el plan de negocios del proyecto.

Para futuras versiones del SMA se debería incluir un análisis de la compatibilidad del adquisidor de datos con los distintos estándares de comunicación OBD, para que pueda ser utilizado en cualquier vehículo. En caso de producción masiva, se pueden obtener mejores niveles de relación precio/calidad, utilizando microcontroladores PIC en lugar de utilizar una placa *Arduino*, ya que los primeros tienen mejores prestaciones, son más potentes y económicos. Otra consideración importante sería la de realizar el desarrollo del dispositivo medidor de alcoholemia con componentes de montaje superficial, ya que se podría disminuir peso, tamaño, y lograr un diseño más ergonómico del mismo. Además debería considerarse la posibilidad de incorporar nuevos elementos generadores de información respecto del conductor (presión, ritmo cardíaco, etc.). Agregar cámaras y lectores de datos biométricos (lector de huella dactilar, detectores faciales, etc.) para verificar que el individuo no esté saboteando el sistema de control de alcoholemia al realizar los análisis exigidos por el mismo. Al realizar el sistema con una placa *Arduino* o microcontroladores PIC, estos sensores pueden agregarse fácilmente aumentando así la robustez del sistema. Asimismo, existe la posibilidad de incorporar más elementos realizadores de acciones sobre el motor y la operatividad del vehículo. Incorporar un módulo GSM/GPRS como alternativa para poder enviar y recibir datos en caso de que el vehículo se encuentre en zonas donde la red 3G y 4G de telefonía celular no posean cobertura suficiente.

4. Conclusiones

En forma puntual, se ven los puntos desarrollados para describir las conclusiones obtenidas en cada punto:

- Macro-ingeniería: Los esfuerzos se concentran en la integración de tecnologías, permitiendo a la aplicación ser flexible y capaz de adaptarse a las distintas necesidades. El beneficio de esta arquitectura es que SMA se ubica en una capa superior a las tecnologías utilizadas absorbiendo todas las mejoras que las compañías prestadoras de

los servicios hacen a sus productos y siendo capaz de cambiar de tecnología si se considerara necesario.

- Adquisidor de datos: Haciendo un análisis de costos de producción y tiempo de desarrollo, no tiene sentido para un proyecto de esta envergadura dedicar esfuerzos al adquisidor de datos ya que hay varios dispositivos diseñados por empresas dedicadas completamente a estas soluciones que ofrecen sus productos de gran calidad a un precio muy bajo. Es más, las condiciones actuales del país de producción nula de componentes electrónicos y las trabas a la importación de los mismos hacen que adquirir el producto construido sea la opción más viable.

Se decidió utilizar un dispositivo que utilice la tecnología Bluetooth para comunicarse con dispositivo móvil, dejando libre la radio WIFI del móvil para conectarse a internet.

Un tema muy importante en este análisis es la disponibilidad de información para desarrollar. Dado que es la primera versión del sistema, es conveniente contar con un dispositivo que cuente con amplia documentación técnica de su funcionamiento para poder estudiar y comprender mejor las funciones que utiliza para realizar la tarea. En esta instancia se cree que es admisible utilizar un dispositivo lento o poco seguro obteniendo como beneficio un mayor entendimiento de su modo de operación. En etapas posteriores del proyecto se planteará la posibilidad de mejorar el rendimiento del sistema con adquisidores de datos más eficientes.

Dicho todo esto, la opción más conveniente para la etapa de desarrollo se cree que es utilizar un dispositivo genérico de bajo costo y abundante documentación.

- Sensor de Alcoholemia: La opción más conveniente para la etapa de desarrollo del dispositivo detector de alcoholemia, se cree que es utilizar el sensor MQ-3 ya que presenta las mejores características que se adaptan al sistema para resolver el problema, es un dispositivo de bajo costo, da una excelente respuesta y se encuentra disponible fácilmente en el mercado.
- Módulo Bluetooth: La opción más conveniente para resolver la etapa de comunicación entre el detector de alcoholemia y el dispositivo móvil, es utilizar el módulo *Bluetooth Hc06 esclavo* ya que se adapta perfectamente al sistema, por ser compatible con *Arduino* y dentro de los compatibles, es la opción más barata del mercado que cumple con los requisitos necesarios. Se encuentra disponible fácilmente en el mercado.

- Aplicación móvil: En proceso de desarrollo al día de la fecha.
- Aplicación servidor: Se encuentra finalizada la primer versión de la Plataforma SMMI, en donde es posible visualizar, almacenar y enviar datos, como así también enviar acciones y telecomandos. En el día de la fecha, se encuentra en proceso de desarrollo la versión 2.0 de la Plataforma SMMI.

Las conclusiones, referidas a los aspectos humanos, se resumen en:

- Se logró armar un equipo de trabajo, pudiendo superar varios inconvenientes que surgieron en el camino.
- Se logró mantener la discusión y el debate, en forma grupal, de todos y cada uno de los temas logrando así un mayor resultado que el que se hubiera obtenido a partir de una sola opinión o punto de vista.
- Se ha adquirido una enorme experiencia en lo que implica un trabajo de ITP, como del desarrollo de las capacidades personales y de trabajo en grupo.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad de Mendoza, representada por su Rector el Dr. Emilio Vázquez Viera y a la Facultad de Ingeniería, representada por el Prof. Mg. Ing. Alfredo Iglesias.

Referencias bibliográficas

- 3M ELECTRONIC MONITORING (2011). Sistema de Monitoreo Remoto de alcohol [en línea]. Tel Aviv (Israel): 3M Electronic Monitoring. <http://solutions.productos3m.es/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?lmd=1323296528000&locale=es_ES&assetType=MMM_Image&assetId=1319212066389&blobAttribute=ImageFile> [consulta: 29/09/2017]
- ARAIZA ROJAS, Carlos; MONGE CID, Keren & TELLO URQUIZA, Alma Gabriela (2012). Sistema de inmovilización de vehículo por detección de alta alcoholemia en el conductor [en línea]. Trabajo terminal (Ingeniería en Sistemas Computacionales), México D.F. (México): Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Cómputo. 98 p. <<http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/21142>> [consulta: 24/09/2017]
- ASPRILLA LARA, Yefer; REY GUTIÉRREZ, Eladio & MATORANA CORDOBA, Zamir (2015). Influencia de los elementos de la infraestructura en la seguridad vial de los usuarios de las carreteras interurbanas: Un estudio de caso [en línea]. En: Revista Tecnogestión, Vol. 12, No. 1. Bogotá (Colombia): Universidad Distrital Francisco José de Caldas. p. 26-36 ISSN: 2346-2531 <<http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tecges/article/view/10564/11510>> [consulta: 14/09/2017]
- CHEN, Huiqin & CHEN, Lei (2017). Support Vector Machine Classification of Drunk Driving Behaviour [online]. In: International Journal of Environmental Research and Public Health, Vol. 14, No. 1, Art. 108, Basel (Switzerland): MDPI AG .p. 2-14. ISSN 1660-4601 <doi:10.3390/ijerph14010108>, <<http://www.mdpi.com/1660-4601/14/1/108/html>> [consult: 30/09/2017]
- FAVIER, Jorge; CANCIO, Diego; FAVIER, Nicolás; MAYORGA, Diego & MAYORGA, Julián (2015). Logística de Objetos Pequeños (LOP): Supply Chain Management [en línea]. En: Revista Científica Ingetecno, Vol. 4, No. 1. Lima (Perú): Universidad Alas Peruanas. ISSN: no tiene. p. 20-35. <<http://dx.doi.org/10.21503/rci.v4i1.816>>, <<http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/RCI/article/view/816>> [consulta: 25/09/2017]
- FUNDACIÓN INSTITUTO TECNOLÓGICO PARA LA SEGURIDAD DEL AUTOMÓVIL, FITSA (2008). Etilómetros de interrupción de encendido de vehículos automóviles [en línea]. Madrid (España): FITSA.

- 222 p. ISBN: 978-84-612-2624-5 <https://espaciosseguro.com/fundacionfitsa0/admin/_fitsa/archivos/documentos/0000065/Estudio_alcolocks.pdf> [consulta: 25/09/2017]
- GUTIÉRREZ QUINTANILLA, José Ricardo; WILLIAMS MARTÍNEZ, Óscar & LOBOS RIVERA, Marlon Elías (2017). El comportamiento agresivo al conducir asociado a factores psicosociales en los conductores salvadoreños [en línea]. Colección Investigaciones, No. 63. San Salvador (El Salvador): Universidad Tecnológica de El Salvador, 2017. 222 p. ISBN 978-99961-48-72-9 <<http://repositorio.utec.edu.sv:8080/jspui/handle/11298/327>> [consulta: 03/03/2018]
- MAYORGA, Diego & FAVIER, Jorge Luis (2017). Sistema multiaplicación de móviles por internet [en línea]. En: Revista de las Facultades de Arquitectura e Ingeniería, No. 1. Mendoza (Argentina): Universidad de Mendoza. ISSN: sin dato. <www.um.edu.ar/ojs-new/index.php/FAL/article/download/813/797> [consulta: 24/09/2017]
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, OMS (2017). Lesiones causadas por el tránsito [en línea]. Ginebra (Suiza): OMS. Centro de prensa: Nota descriptiva (may 2017). <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/es/>> [consulta: 25/09/2017].
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, OPS (2012). Traumatismos causados por el tránsito y discapacidad [en línea]. Washington, D.C (EUA): Organización Panamericana de la Salud. 16 p. ISBN: 978-92-75-31659-7 <http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=accidentes-e-violencias-086&alias=1478-traumatismos-causados-por-transito-discapacidad-8&Itemid=965> [consulta: 29/09/2017]
- PARISACA QUISPE, Alison (2016). Sistema embebido para la prevención de accidentes de tránsito ocasionados por conductores en estado de ebriedad aplicando el internet de las cosas [en línea]. Tesis de grado (Licenciado en Informática, Mención: Ingeniería de Sistemas Informáticos). La Paz (Bolivia): Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Ciencias Puras y Naturales, Carrera de Informática. 67 p. <<http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/9991/T.3242.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [consulta: 28/09/2017]
- PARITARIOS (s.f.). Seguridad vial: Traumatismos causados por el tránsito [en línea]. En: El Portal de la Seguridad, la Prevención y la Salud Ocupacional de Chile. Santiago (Chile): Paritarios.cl. <http://www.paritarios.cl/seguridad_vial_Traumatismos_causados_por_el_transito.htm> [consulta: 14/09/2017]
- PASTRANA BADILLO, Luis Gonzalo (2017). Diseño e implementación de un sistema electrónico para conducción segura, basado en monitorización de señales biométricas, utilizando tecnologías GSM, GPRS [en línea]. Trabajo de titulación (Ingeniero en Electrónica, Telecomunicaciones y Redes). Riobamba (Ecuador): Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Escuela de Ingeniería en Electrónica, Telecomunicaciones y Redes. 121 p. + Anexos <<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6864/1/98T00143.pdf>> [consulta: 28/09/2017]
- PRESIDENCIA DE LA NACIÓN (1995). Ley 24.449 [en línea]. Buenos Aires (Argentina): Presidencia de la Nación, Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. <<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/818/texact.htm>> [consulta: 24/09/2017]
- RESTREPO ÁLVAREZ, Luis Alberto & CARDONA SALAZAR, John de Jesús (2015). Diseño de un sistema electrónico que mide el grado de alcoholemia y comprueba por biometría la identidad del conductor de un vehículo [en línea]. Proyecto de grado (Ingeniero en Mecatrónica), Pereira (Colombia): Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnología. 122 p. <<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/5797>> [consulta: 28/09/2017]
- RESTREPO MORALES, Jorge Aníbal; MEDINA HURTADO, Santiago & VALLEJO MESA, Juliana (2016). Pérdidas económicas para las compañías aseguradoras derivadas de personas lesionadas en accidentes de tránsito: Aplicación de un modelo de pérdidas agregadas [en línea]. En: Revista Gerencia y Políticas de Salud, Vol. 15, No. 30 (ene-jun). Bogotá (Colombia): Pontificia Universidad Javeriana. p. 80-93. ISSN: 1657-7027 <<http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.rgyps15-30.peca>>, <<http://www.scielo.org.co/pdf/rgps/v15n30/v15n30a07.pdf>> [consulta: 14/09/2017]
- SAMETBAND, Ricardo (2018). MWC 2018: este auto de Seat tiene control de alcoholemia incorporado, si tomaste no arranca y avisa a tus padres [en línea]. En: La Nación / Tecnología (20/02/2018). Buenos Aires (Argentina): S.A. La Nación. <<http://www.lanacion.com.ar/2112825-mwc-2018-este-auto-de-seat-tiene-control-de-alcoholemia-incorporado-si-tomaste-no-arranca-y-avisa-a-tus-padres>> [consulta: 04/03/2018]
- SENATRA, Marcos Luis; VICINO, Gonzalo David & FAVIER, Jorge Luis (2016). Sistema de monitoreo de alcoholemia [en línea]. En: Revista de las Facultades de Arquitectura e Ingeniería, No.2. Mendoza (Argentina): Universidad de Mendoza. ISSN: sin dato. p. 1-8. <<http://www.um.edu.ar/ojs-new/index.php/FAL/article/view/811/794>> [consulta: 15/09/2017].

UNIVERSIA MÉXICO (2015). Sensores detectan el consumo de alcohol en los conductores e inhabilitan el uso del vehículo [en línea]. Naucalpan de Juárez (México). Universia. Noticias / Educación (10/03/2015). <<http://noticias.universia.net.mx/ciencia-nn-tt/noticia/2015/03/10/1121276/sensores-detectan-consumo-alcohol-conductores-ihabilitan-uso-vehiculo.html>> [consulta: 29/09/2017]

VALENZUELA COSIO, Cristina (2016). Ocurren en Edomex 2.7% de fallecimientos por accidentes vehiculares [en línea]. Ciudad de México (México): Dirección General de Promoción de la Salud, Centro de Noticias (16/11/2016) <<http://www.promocion.salud.gob.mx/cdn/?p=23428>> [consulta: 14/09/2017]