



Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Cómputo



Trabajo Terminal No. 2016 - B030
Sistema móvil de detección de alcohol en conductores,
con bloqueo automotriz

Cazares Curiel Jorge Armando
Díaz Rodarte Juan Gerardo
Porrás Velázquez Jorge Armando

Dirigido por
Rubén Ortega González
Carranza Castillo Oscar

Índice general

1. Planteamiento del Problema	4
1.1. Introducción	5
1.2. Objetivo	5
1.2.1. Objetivo General	5
1.2.2. Objetivos Particulares	5
1.3. Justificación	6
1.4. Resultados Esperados	6
2. Estado del Arte	8
2.1. Antecedentes	9
2.1.1. Alcoholemia	9
2.1.2. Formas de Análisis de Alcoholemia	10
2.2. Comparación con Otros Proyectos	12
3. Análisis	14
3.1. Análisis de Herramientas	15
3.1.1. Herramientas para Entorno en Software	15
3.2. Requerimientos del Sistema	15
3.2.1. Alcance	15
3.2.2. Requerimientos Funcionales	16
3.2.3. Requerimientos No Funcionales	18
3.2.4. Reglas de Negocio	18
4. Marco Teórico	19
Referencias	20

Índice de figuras

1.1. Propuesta de Solución.	7
-------------------------------------	---

Índice de tablas

2.1. Síntomas a diferentes niveles de alcohol en el Sistema. [1]	10
2.2. Resumen de productos similares.	13

Capítulo 1

Planteamiento del Problema

En este capítulo se planteara el problema que se busca resolver a traves de nuestro trabajo terminal, así como los objetivos, justificación y resultados esperados.

1.1. Introducción

Un sistema de detección de niveles de alcohol orientado a un control de accidentes automovilísticos es difícil encontrar. Existen herramientas que nos permiten conocer los niveles de ingesta de alcohol, pero el poco uso de estos dispositivos por el público provoca que la frecuencia de los accidentes no disminuya; debido a que con frecuencia se conocen los puntos de donde se encuentran ubicados los alcoholímetros y lo que se hace es evitar pasar por los mismos, por lo cual continúan con su camino y se mantiene el riesgo de un accidente. Con el sistema se propone un inmovilizador para el arranque del vehículo, que se activará cuando un infractor en los niveles de alcoholemia intente conducir, con el fin de incrementar la seguridad de los demás conductores y los peatones, así como mantener a salvo a la persona(s) que se encontrarán en el vehículo con la persona con alcoholemia.

Este sistema no requerirá de personas o dispositivos externos para poder realizar la prueba como otras herramientas de detección (ejemplo, alcoholímetro). Tener un sistema que dependa de factores externos para su uso correcto es propenso a errores humanos. Este sistema a base de sensores proporcionará seguridad para la detección de los niveles de alcohol y no contará con ningún elemento secundario.

1.2. Objetivo

1.2.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema capaz de medir los niveles de alcohol en la sangre de conductores de autos mediante el uso de uno o varios sensores. Por medio de estos datos, se determina si estos niveles del alcohol en la sangre son superiores a los permitidos según normativas, e impedir al conductor hacer uso de su automóvil, generando una señal que permita el bloqueo de encendido o arranque del motor. Asimismo, y mediante una aplicación móvil, se mandará un mensaje de aviso a un contacto del conductor que contenga la información de la ubicación del auto y el estado de intoxicación en el que se encuentra el individuo para poder asistirlo

1.2.2. Objetivos Particulares

Algunos objetivos particulares para el sistema propuesto son:

- Diseñar un dispositivo que detecte el nivel de alcohol en la sangre del usuario.
- Inhibir el uso del automóvil con base en los resultados del dispositivo de detección.
- Diseñar y desarrollar una aplicación móvil para un dispositivo con sistema operativo Android.

1.3. Justificación

El abuso de las bebidas alcohólicas tanto en jóvenes y adultos se ha convertido en un problema grave para la población mexicana. La Organización Panamericana de la Salud ubica a México en el séptimo lugar a nivel mundial en muertes por accidentes de tránsito. Estos accidentes constituyen un creciente problema de salud pública que causa no sólo un problema económico sino también social. En México mueren aproximadamente 24 mil personas al año debido a accidentes automovilísticos relacionados con el alcohol, es decir, mueren 55 personas cada día por accidentes de tránsito. A nivel mundial, en la mayoría de los países de ingresos medios y bajos, entre el 33 % y el 69 % de los accidentes mortales, y entre el 8 % y 29 % de los lesionados se relacionan con el consumo de alcohol. [2]

El principal problema radica en la falta de mecanismos que impidan que una persona bajo los efectos del alcohol haga uso de su vehículo. Los operativos policíacos cubren una mínima parte al estar en zonas previamente establecidas que fácilmente pueden ser evadidas por los conductores. El sistema propuesto busca una solución que pueda abarcar una cantidad más grande de usuarios y se logren evitar más accidentes.

El enfoque comercial del sistema está orientado a las aseguradoras, las cuales lo pueden utilizar para tener un control del estado de los conductores y con estos datos informarle al usuario la cobertura que tienen disponible. El artículo 46 del Reglamento de Tránsito de la Ciudad de México estipula que “Los vehículos motorizados deberán contar con póliza de seguro de responsabilidad civil vigente.”, lo cual ayuda a hacer obligatorio el uso del dispositivo y por lo tanto prevenir accidentes, salvando vidas en el proceso. [3]

1.4. Resultados Esperados

Los entregables como resultado de este trabajo terminal serán los siguientes:

- Una herramienta de software que permita la comunicación mediante alertas entre los usuarios y sus contactos de emergencia.
- Un sistema electrónico que permita la medición de los niveles de alcohol en la sangre de un individuo, así como la acción de bloqueo del “switch” de encendido del auto.

Se pretende que el prototipo final del sistema electrónico sea adaptable a un automóvil para poder permitir el bloqueo total al momento de encenderlo si no se cumple con la tasa de control de alcoholemia. En la Figura 1.1 se muestra la propuesta de solución.

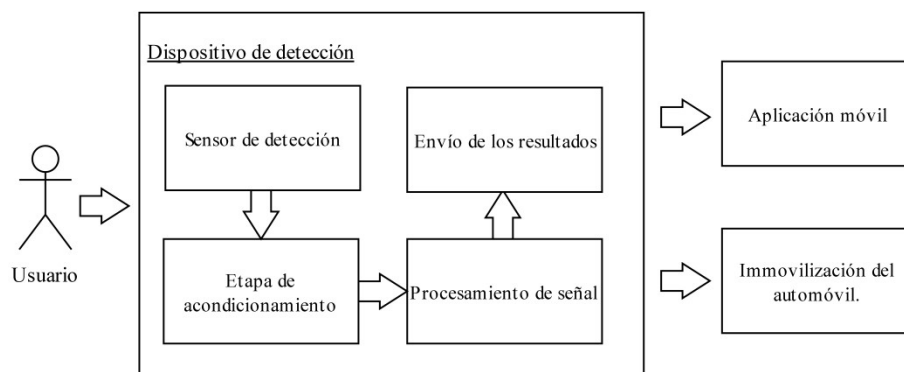


Figura 1.1: Propuesta de Solución.

Capítulo 2

Estado del Arte

En este capítulo se dará una breve introducción a la alcoholemia, la tecnología y los dispositivos para el análisis del alcohol en la sangre y una comparación con proyectos similares. Estado anímico alterado (Mayor bienestar o infelicidad) Amistoso, timidez y argumentativo Concentración y juicio deteriorado Desinhibición sexual

2.1. Antecedentes

2.1.1. Alcoholemia

El etanol es un compuesto soluble en agua que rápidamente cruza las membranas celulares y cuya absorción ocurre principalmente en la vía intestinal, principalmente, en el estómago (70 %) y en el duodeno (20 %), mientras que solo un pequeño porcentaje ocurre en la vía intestinal restante. Este compuesto se encuentra en una variedad de productos, desde panes hasta bebidas alcohólicas como vinos, cervezas y otros licores. [4]

La mayoría de las culturas a nivel mundial han consumido algún tipo de bebida alcohólica y actualmente todavía existen aquellas que son especiales dependiendo de la localidad. Existen las bebidas destiladas, que se venden a nivel mundial como productos básicos y otras que no son internacionalmente distribuidas, como en muchos países en desarrollo, donde se crean licores hechos en casa o en cierta región específica. La manera estándar en la que se mide el volumen de la bebida que es alcohol, que es usado para indicar el contenido de etanol en las bebidas, es mediante el sistema French o Gay-Lussac, en donde se multiplica el contenido de la bebida en mililitros por el porcentaje de alcohol que contiene (véase Formula 1). Por ejemplo, una cerveza generalmente contiene un volumen de alcohol alrededor de 4 a 5 % y un contenido neto de 330mL lo cual equivaldría a 13.2mL de etanol (que con el factor de densidad de 0.789 g/mL se convertiría en 10.4138 g).

El cálculo del nivel de alcohol en la sangre, en ingles blood alcohol content (BAC), fue originada en la década de los veinte por Widmark, quien se dio cuenta que la concentración de alcohol en la sangre es más alta debido a que la proporción de agua en el cuerpo como un total es menor que la proporción de agua en la sangre. El factor de Widmark integra esta diferencia, el cual es representado en unidades de litros por kilogramo y depende del genero del sujeto. Esto fue para determinar de forma más precisa el BAC, cuyo calculo original simplemente consideraba la dosis de alcohol en gramos dividido entre la masa en kilogramos del sujeto. Tomando en cuenta la duración en horas desde que se inició la sesión y la tasa de eliminación del sujeto la formula puede ser escrita de la siguiente forma:

$$C = \frac{100m}{rM} - (\beta)t \quad (2.1)$$

donde

C es el nivel de alcohol en sangre calculado

m es la masa de alcohol consumo durantela sesion de beber,en gramos

M es la masa del sujeto,en kilogramos

r es el factor de Widmark del sujeto en litros por kilogramo

β es la tasa de eliminación del sujeto,en miligramos % por hora

t es la duracion en horas desde el comienzo de la sesión

En dosis bajas, el alcohol actúa como un estimulante, pero en altas concentraciones, durante una sesión, puede llevar a somnolencia, depresión respiratoria, coma e incluso la muerte. A esta ingesta de cantidades grandes de alcohol se le conoce como intoxicación aguda por alcohol y es uno de los trastornos relacionados con el alcohol más común que ocurre frecuentemente en adultos, adolescentes e incluso niños (a causa del consumo de productos de casa como medicamentos, solventes, colonias, etc.). En la Tabla 2.1, se muestra los síntomas clínicos de la intoxicación aguda por alcohol de acuerdo con el nivel de alcohol en la sangre. [1, 5, 6]

BAC	Síntomas
<50 mg/dl	Alguna discapacidad en la coordinación motriz y la habilidad de pensar Locuacidad Relajación
50 – 150 mg/dl	Estado anímico alterado (Mayor bienestar o infelicidad) Amistoso, timidez y argumentativo Concentración y juicio deteriorado Desinhibición sexual
150 – 250 md/dl	Discurso limitado Caminar inestable Nausea Visión doble Incremento del ritmo cardiaco Somnolencia Cambios en Humor, personalidad y comportamiento de forma repentina, agresiva y antisocial
300 md/dl	No responsivo/ extremadamente somnoliento Discurso incoherente/confuso Pérdida de memoria Vomito Respiración fuerte
>400 mg/dl	Respiración ralentizada, superficial o parada Coma Muerte

Tabla 2.1: Síntomas a diferentes niveles de alcohol en el Sistema. [1]

2.1.2. Formas de Análisis de Alcoholemia

2.1.2.1. Análisis de Alcohol en la Sangre

El alcohol ingerido es absorbido rápidamente, pasando por el torrente sanguíneo y por consiguiente puede medirse poco tiempo después del consumo de alguna bebida alcohólica. La muestra de sangre es tomada de la sangre venosa en la vena cubita del brazo (ver Figura), de la sangre de un capilar en el dedo o del lóbulo de la oreja.

Este método, el cual es costoso e invasivo, determina la cantidad de alcohol en sangre al momento de tomar la muestra y no puede determinar el periodo de tiempo que una persona ha estado bebiendo. Aunque es una prueba muy eficaz al determinar el nivel de alcohol consumido, puede ser alterada muy fácilmente, desde usar alcohol para limpiar la piel antes de insertar la aguja, ingerir medicamentos que contengan alcohol, etc. A causa del tiempo necesario para obtener un resultado preciso, el requerimiento de personal especializado y el traslado de

la muestra a un centro médico de análisis, el análisis de alcohol en la sangre es solamente usado en casos donde se necesita una precisión exacta como para determinar si estas legalmente ebrio o intoxicado.

2.1.2.2. Análisis de Alcohol en la Saliva

En un estudio realizado por LC-GC North America en Julio de 2010, se llegó a la conclusión que la saliva refleja de forma precisa la concentración de etanol en la sangre dado que la relación entre el flujo sanguíneo y la masa de tejido de la glándula salival es alta. Por consiguiente, esta prueba es más usada al ser no-invasiva, relativamente menos costosa y por la facilidad al momento de hacerla. Un inconveniente de este tipo de análisis es que no cuenta con un estándar de detección por lo que los resultados dependen del dispositivo empleado y de sus fabricantes.

Este método detecta la presencia de alcohol en la saliva de una persona de 10 a 24 horas después de consumirse. Se toma una prueba de saliva mediante un hisopo el cual se colocara en el área de inserción designada por el fabricante, normalmente un círculo en la parte inferior del dispositivo, dándole un movimiento giratorio generando una acción capilar entre la saliva y el reactivo basado en enzimas. A continuación se esperara el tiempo indicado por el productor para obtener los resultados. Durante este tiempo de espera, la prueba será sometida a un proceso químico reactivo que determinara la cantidad de alcohol ingerida por la persona.

2.1.2.3. Análisis de Alcohol en el Aliento

A causa de la alta correlación entre las concentraciones de alcohol determinada por sangre y aliento, según un estudio hecho en los 90s, el análisis de alcohol en el aliento no solo brinda resultados de forma más rápida pero con una alta eficacia. Este método mide el alcohol que pasa a través de los alvéolos mientras la sangre fluye por los vasos sanguíneos en los pulmones y posteriormente es expulsado sobre el aliento de la persona. El alcoholímetro usa diferentes tipos de tecnologías, las cuales se profundizan en el siguiente apartado, para procesar el aliento y determinar la presencia de alcohol en la prueba ingresada.

2.1.2.4. Análisis de Alcohol en la Orina

El análisis de alcohol en la orina es una de las pruebas menos costosas pero es invasivo y aunque indica la presencia de alcohol en una persona, no prueba que esta haya estado bajo la influencia de la droga en el momento que se tomó la muestra. Esto se debe a que el alcohol tarda de una hora y media a dos en hacerse presente en la orina y permanece en el sistema de la persona de 6 a 24 horas por lo que no ayuda a detectar la hora en la que el sujeto estaba bajo los efectos del alcohol. En el caso de individuos que están legalmente prohibidos a ingerir bebidas alcohólicas, este tipo de prueba puede funcionar ya que existen diferentes formas de detección, como el examen del EtG (etil glucurónido) que

es un metabolito que aparece de forma inmediata al ingerir bebidas alcohólica y pueden permanecer en la orina hasta por 80 horas.

2.1.2.5. Análisis de Alcohol en la Cabello

Los marcadores etil glucurónido (EtG) y ésteres etílicos de ácidos grasos (FAEEs) se crean cuando existe alcohol en el flujo sanguíneo, son absorbidos por el cabello durante su crecimiento y permanecen en el indefinidamente. La prueba se hace entorno al marcador FAEE, el cual es más sencillo de detectar a causa de su mayor sensibilidad en comparación con los marcadores de alcohol encontrados en la sangre y orina. Una gran desventaja de este tipo de análisis no-invasiva es que los resultados al examinar los marcadores FAEE pueden ser alterados por procesos en el pelo como la coloración, el blanqueo, etc. Por esta razón se hace la prueba sobre el etil glucurónido para poder comparar los resultados y es necesario tener un extenso conocimiento de las pruebas tomadas para poder obtener resultados preciosos.

Para este tipo de pruebas se deberán considerar diferentes factores antes de realizar estudios o interpretaciones de las muestras, como la diferente fisiología y tamaño entre el cabello y el bello corporal. Se requieren pruebas de cabello que tengan entre 3 y 6 cm, dependiendo del tiempo por el cual el sujeto debe ser analizado, y aproximadamente 200 mechones de pelo recolectados preferentemente de la región de vértice del cuero cabelludo. Aunque este estudio puede dar un historial de consumo de alcohol preciso de meses e incluso años, no indica la incapacidad actual del individuo en cuestión.

La prueba de alcoholemia determinara la presencia de alcohol o de sus metabolitos en una persona. Anteriormente las evaluaciones realizadas por elementos policiacos para determinar el estado actual de la persona eran pruebas físicas de equilibrio, coordinación y percepción espacial. A través de los años se han podido crear formas más cuantificables para determinar el consumo de bebidas alcoholizadas. Comúnmente existen cinco formas de análisis para analizar el consumo de alcohol: en la sangre, la saliva, el aliento, la orina y el cabello.

2.2. Comparación con Otros Proyectos

Existen diversos trabajos realizados a lo largo del tiempo, con los cuales se ha buscado disminuir el porcentaje de accidentes debido a la alcoholemia, en donde la mayoría se han quedado plasmadas sólo como soluciones propuestas (ver Tabla 2.2). En la siguiente sección se desglosan los trabajos académicos similares al propuesto haciendo a su vez una comparación con ellos.

SISTEMA	CARACTERÍSTICAS
Prototipo desarrollado por la compañía Nissan	Este sistema detecta niveles de alcohol mediante el sudor en la palma de la mano usando un sensor posicionado en la palanca de velocidades. Si detecta niveles altos de alcohol el conductor será notificado a través de un locutor y el automóvil quedará totalmente inmovilizado. [7]
Breathalyzer enabled ignition switch system (UTM)	El sistema es capaz de detectar la concentración de alcohol en el aliento de una persona y desplegar el resultado en términos de BAC (contenido de alcohol en la sangre) en un LCD. De acuerdo a la cantidad, el sistema determinara si se habilitan los circuitos del interruptor de encendido. [8]
Sistema de Encendido de un Automóvil con Alcohólimetro y Comunicación GSM (ESIME)	El sistema cuenta con un alcohólimetro integrado al sistema de arranque del automóvil para evitar que sea conducido si no cumple el usuario con los niveles permitidos de alcohol. [9]
Sistema de detección de nivel de alcohol en el organismo (ESCOM)	El sistema detecta el estimado del nivel de alcohol en sangre a través del aliento y mediante una aplicación móvil le proporciona al usuario alternativas de transporte seguro, así como sitios y lugares donde pueda disminuir la ingesta de alcohol en el organismo. A su vez envía un mensaje de texto a los contactos que se encuentren en la aplicación proporcionando la ubicación y el estado en que se encuentra la persona. [10]
Diseño de un Etilímetro, Controlador del Encendido del Vehículo Mediante un Sensor de Aliento en el Tablero (UIDE)	La maqueta cuenta con un dispositivo que mide el alcohol en el cuerpo humano mostrando los resultados obtenidos en una pantalla digital. [11]

Tabla 2.2: Resumen de productos similares.

Capítulo 3

Análisis

En este capítulo se realizará el análisis de requerimientos funcionales y no funcionales para la aplicación móvil mediante diagrama de casos de uso, de secuencia, etc. con el propósito de generar un esquema a seguir en la etapa de implementación.

3.1. Análisis de Herramientas

3.1.1. Herramientas para Entorno en Software

3.1.1.1. Android Studio

La multiplicidad de plataformas y entornos de desarrollo de aplicaciones móviles exige que se debería crear la aplicación para iOS y Android, pero nos centraremos en Android debido a que tiene un mayor número de usuarios. El entorno que se utilizará será el siguiente:

- Android Studio

Usaremos Android debido a que se encuentra en los smartphones de casi todas las marcas, suele ser más económico, además de que el usuario puede personalizar y configurar la pantalla a gusto propio, accesos directos, widgets, iconos, etc.

El uso de la plataforma de Eclipse se está quedando tiempo atrás, ya que tarda mucho tiempo en realizar alguna operación, se cuelga con facilidad, crea errores fantasmas, entre otras cosas. Por tal motivo se ha decidido utilizar Android Studio como plataforma de desarrollo, debido a que presenta diversas ventajas como lo son:

- Se actualiza constantemente
- Más intuitivo, más fácil de usar.
- Eclipse apunta a desaparecer.
- Es mejor para diseñar interfaces.
- Fácil gestión de los errores.
- Se puede observar los cambios en diferentes dispositivos.
- Es el futuro de las aplicaciones móviles.

3.2. Requerimientos del Sistema

3.2.1. Alcance

El alcance que nos permite delimitar la características que se desarrollaran en el sistema propuesto, es decir, definir y controlar aquello que se realizara y aquello que no.

- Pruebas de alcoholemia

En este trabajo terminal se creara un dispositivo electrónico mediante el cual se puedan medir los niveles de alcohol en la sangre usando el sensor propuesto en el análisis de hardware.

- **Aplicación Móvil**

La funcionalidad de la aplicación móvil se vera restringida a la comunicación entre el conductor y su contacto de emergencia, el cual puede ser uno de los diferentes tipos de usuarios.

-

3.2.1.1. Definición de Actores

3.2.1.2. Administrador

Descripción:

3.2.1.3. Usuario

3.2.2. Requerimientos Funcionales

De la aplicación móvil	
RF01-AM ENLAZAR DISPOSITIVO ELECTRÓNICO	Descripción: Se vinculará la aplicación móvil con el dispositivo de detección de alcohol
RF02-AM REGISTRAR CONTACTOS	Descripción: se registran contactos dentro de la aplicación paa comunicar el estado del conductor, los cuales recibirán un mensaje de texti

Del dispositivo de detección de alcohol	
RF01-DDA ENLAZAR CON LA APLICACIÓN MÓVIL	Descripción: Se vinculará el dispositivo con la aplicación móvil
RF02-DDA RECIBE MUESTRA	Descripción: Se recibirá las muestras a través de un contacto físico con el dispositivo
RF03-DDA ANALIZA MUESTRA	Descripción: El dispositivo analizará una señal para detectar los niveles de etanol y retornará un valor que será validado en la aplicación
RF04-DDA ENVÍAR RESULTADO	Descripción: Se envía el resultado a la aplicación para verificar si está en condiciones para poder manejar
RF05-DDA INMOVILIZADOR	Descripción: Una vez que se detecta que no se encuentra el conductor en condiciones para manejar, se realizará un corte de gasolina para que el carro no pueda arrancar

3.2.3. Requerimientos No Funcionales

Restricciones	
RNF01-RAM LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	Descripción: Se utilizará el lenguaje android junto con el SDK oficial para desarrollar la aplicación para dispositivos con sistema Android
RNF02-RAM SISTEMA OPERATIVO	Descripción: Para ejecutar la aplicación será necesario contar Android desde la versión
RNF03-RDDA CARACTERÍSTICAS DEL DISPOSITIVO	Descripción: Los elementos que formarán parte del dispositivo deberán tener las siguientes características:
RNF04-RDDA COMUNICACIÓN CON LA APLICACIÓN	Descripción: Para poder establecer la comunicación, es necesario tener instalada la aplicación

Propiedades	
RNF05-PAM INTERFAZ GRÁFICA	Descripción: Se realizará una interfaz gráfica para la interacción con el usuario
RNF06-PDDA TAMAÑO DEL DISPOSITIVO	Descripción: El tamaño debe ser pequeño, de tal manera que se pueda adaptar a alguna parte del automóvil
RNF07-P COMUNICACIÓN	Descripción: La comunicación dispositivo-aplicación se realizará mediante

3.2.4. Reglas de Negocio

Capítulo 4

Marco Teórico

En este capítulo se da el marco teórico necesario para poder comprender los diferentes apartados en este trabajo.

Referencias

- [1] Alcohol Advisory Council of New Zealand and Alcohol Advisory Council of New Zealand Staff, *Alcohol: The Body and Health Effects: A Brief Overview*. Alcohol Advisory Council of New Zealand, 2012, ISBN: 978-19-27-13842-7.
- [2] O. P. de la Salud, *Beber y conducir: Manual de seguridad vial para decisores y profesionales*. Washington, D.C.: OPS, 2010, ISBN: 978-92-75-33125-5.
- [3] J. de Gobierno, “Reglamento de Tránsito del Distrito Federal,” 2015.
- [4] Vonghia Luisa, Leggio Lorenzo, Ferrulli Anna, Bertini Marco, Gasbarri ni Giovanni, Addolorato Giovanni, “Acute alcohol intoxication,” *European journal of internal medicine*, vol. 19, pp. 561 – 567, Dec 2008, doi: 10.1016/j.ejim.2007.06.033.
- [5] IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans, *Alcohol Consumption and Ethyl Carbamate (Vol. 96)*. Lyon (FR): International Agency for Research on Cancer, 2010, ISBN: 978-92-832-1296-6.
- [6] S. John, “Alcohol calculations and their uncertainty,” *Medicine, Science and the Law*, vol. 55, pp. 58 – 64, Jan 2015, doi: <https://doi.org/10.1177/0025802414524385>.
- [7] N. M. Corporation. Drunk-driving prevention concept car. [Online]. Available: <http://www.nissan-global.com/EN/TECHNOLOGY/OVERVIEW/dpcc.html>
- [8] S. D. S. H. H. A. Rahim, “Breathalyzer enabled ignition switch system,” *Signal Processing and Its Applications (CSPA), 2010 6th International Colloquium*, 2010, doi: <https://doi.org/10.1109/CSPA.2010.5545238>.
- [9] S. G. O. R. E. Lara Mendoza, Mendoza Polanco J., “Sistema de encendido de un automóvil con alcoholímetro y comunicación gsm,” *ESIME, Instituto Politécnico Nacional*, Jun 2011.
- [10] K. R. V. P. K. K. Ruiz Cruz, “Sistema de detección de nivel de alcohol en el organismo,” *ESCOM, Instituto Politécnico Nacional*, Mayo 2016, tT2015A-028.

- [11] B. P. G. G. J. P. López Carrillo, “Diseño de un etilímetro, controlador del encendido del vehículo mediante un sensor de aliento en el tablero,” *Facultad de Ingeniería Automotriz, UIDE*, Abr 2014.